

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

REVISTA

DE LA

FACULTAD DE CIENCIAS



Volumen Extraordinario Conmemorativo
10.º Aniversario de la Sección de Biológicas

XVII-XVIII-XIX

OVIEDO
1978

Depósito legal: O. 45 - 1958

Edita:
Servicio de Publicaciones U. de O.
Jesús Arias de Velasco, s/n
OVIEDO

Imprime:
Gráficas Summa, S. A.
Polígono Industrial de Silvota
OVIEDO

PRESENTACIONES

Se me piden unas líneas de presentación de una nueva publicación de nuestra Universidad. Pero esta petición tiene una especial significación en esta hora, en este momento.

Se trata de una publicación en la que mis queridos colegas de Biológicas quieren conmemorar los primeros diez años de vida de su Sección. En estos cortos diez años, su labor ha sido verdaderamente fecunda y su actividad absolutamente confortadora en nuestra vida universitaria.

Pero lo singularmente significativo es que estoy redactando estas líneas, cuando hace escasamente tres horas la Junta de Gobierno de esta Universidad aprobaba, unánimemente, la petición que formulaba el Decano de la Facultad Ciencias, doctor Coca, en nombre de las tres Secciones actuales de la Facultad, para que éstas inicien el proceso de su conversión en Facultades autónomas.

Hasta ahora, nuestra Universidad poseía los estudios de Biología desdoblados en sus enseñanzas entre la Facultad de Biología de León y la Sección de Ciencias Biológicas de Oviedo. Quisiera que el curso terminara con la conversión de ésta última en Facultad.

En este volumen de la REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS se recoge una amplia colaboración de todos los Departamentos, con una aportación de 39 trabajos en las doce disciplinas que la integran. Se ha querido que cada una de ellas ofrezca en su colaboración una pequeña historia de la misma o del Departamento y su aportación científica.

Este volumen constituye una realidad, pero también supone una esperanza. Una esperanza de todos los universitarios asturianos de querer ver realizada una vieja y legítima aspiración, la de potenciar sus publicaciones.

El problema económico es algo que tenemos la necesidad de vencer para poder cumplir una obligación primordial del universitario de que la labor tenga el complemento necesario de su publicidad. Tenemos que, como profesores, responder al desafío de nuestra propia responsabilidad docente.

Saludo por ello con alegría y con satisfacción lo que encierra y lo que supone este Volumen Extraordinario. Sobre todo no puedo olvidarme de un entrañable colega, Carlos Lastra, que ha tomado con un enorme cariño esta obra y ha sido un magnífico embajador de su Sección.

Felicito los diez años de Biológicas, ofrezco mi profundo respeto a su labor, a su entrega, a su magnífico sentido y responsabilidad universitaria y celebro como Rector de esta Universidad su espléndida colaboración.

Que este ánimo persevere, porque lo demás, los medios materiales, siempre son lo más fácil de encontrar.

Teodoro LOPEZ-CUESTA
Rector
Universidad de Oviedo

La Sección de Biológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo ha cumplido su décimo aniversario y para conmemorar el mismo la *Revista de la Facultad de Ciencias* publica un número extraordinario en el que se recogen trabajos de investigación de los diversos departamentos de la Sección. El Prof. Carlos Lastra, profesor de Zoología y compilador de ese volumen, me ha pedido unas líneas de introducción para el mismo, requerimiento al que accedo con gusto. Para mí no hay nada más grato que el que la biología prospere en Asturias, es decir que, de un lado, se imparta la enseñanza de la misma en los centros de educación secundaria y superior y que, sobre todo en los últimos, se haga progresar a la misma a través de la investigación original. No carece Asturias de tradición biológica, sobre todo si se considera a la medicina como lo que es, una rama de la biología. Conocida es por todos la descripción de la pelagra por Gaspar Casal en el siglo XVIII, caracterizada en los Estados Unidos a mediados del siglo XX como una deficiencia en nicotinamida, el grupo activo de los piridin-nucleótidos. La nicotinamida se sintetiza en el organismo a partir del aminoácido triptófano, compuesto del que carecen las proteínas del maíz base principal de la alimentación en tiempos de Casal. También ha contado Asturias en todos los tiempos con prestigiosos médicos.

Por el resumen histórico de la Sección de Biológicas de Oviedo en sus diez primeros años, debido al Prof. Dr. Emilio Anadón, veo las vicisitudes por las que la misma ha atravesado y el esfuerzo y entusiasmo que el profesorado y la administración han puesto en vencer las dificultades que dicha Sección encontró en su camino. Me satisface constatar que en estos momentos el espacio con que cuenta la Sección, probablemente futura Facultad de Biología, es bastante satisfactorio y, además, su dotación de instrumental técnico es buena y casi a la altura de la de muchos centros académicos en España y en el extranjero. Es de esperar pues que la Biología en Asturias tenga un desarrollo que le permita hacer importantes contribuciones, incluso de envergadura supranacional, al conocimiento de nuestra ciencia.

Severo OCHOA
Roche Institute of Molecular Biology
Nutley, New Jersey 07110
U.S.A.
Junio de 1979

DISPOSICIONES LEGALES DE CREACION DE LA FACULTAD Y LA SECCION

**Gaceta de Madrid. Núm. 3.
3 de enero de 1904.**

R. O. 1.º Enero disponiendo que pase á ser enseñanza oficial y pública del Estado.

Ilmo. Sr.: Incluida en la vigente Ley de Presupuestos de 29 del pasado Diciembre, la consignación correspondiente á la dotación de la Sección de Ciencias que en la Universidad de Oviedo sostienen la Diputación y el Ayuntamiento de la mencionada capital;

S. M. el REY (Q.D.G.) ha tenido á bien disponer que la expresada Sección de estudios de la Facultad de Ciencias pase á ser desde esta fecha servicio de enseñanza oficial y pública del Estado.

De Real orden lo digo á V.I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V.I. muchos años. Madrid 1.º de Enero de 1904.

DOMINGUEZ PASCUAL

Sr. Subsecretario de este Ministerio

**B. O. E. n.º 198.
19 de agosto de 1961.**

ORDEN de 12 de julio de 1961 por la que se crea en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo la Licenciatura de Ciencias Biológicas.

Ilmo. Sr.: El Decreto de 11 de agosto de 1953, al reorganizar los planes de estudios universitarios, estableció en la Sección de Ciencias Naturales de las Facultades de Ciencias la distinción entre las licenciaturas de Ciencias Biológicas y Ciencias Geológicas, figurando dicha Sección únicamente en las Universidades de Madrid y Barcelona, hasta que por el Decreto de 22 de julio de 1958 fueron creadas las Secciones de Ciencias Geológicas en las Facultades de Ciencias de Granada y Oviedo, en atención a la necesidad sentida de ampliar los estudios de las ciencias geológicas en nuestro país.

En esa misma línea se impone ahora la necesidad de extender las enseñanzas de las Ciencias Naturales en su rama de biológicas, por lo que se estima conveniente ampliar la Sección de Ciencias Geológicas que funciona en la Facultad de Ciencias de Oviedo, incluyendo en la misma las enseñanzas de la licenciatura en Biológicas, mediante la creación de la correspondiente especialidad que completará la Sección de Naturales de la mencionada Facultad.

En atención a dichas consideraciones.

Este Ministerio ha dispuesto:

Primero. Se crea en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo la licenciatura en Ciencias Biológicas.

Segundo. Dicha Sección de Biológicas tendrá su sede en la ciudad de León, del distrito universitario de Oviedo.

Tercero. Las enseñanzas correspondientes a la licenciatura en Ciencias Biológicas que se establecen en la mencionada Universidad por la presente Orden, se implantarán gradualmente, según lo permita la previa dotación necesaria de cátedras y servicios, y se ajustarán al plan de estudios aprobado por Decreto de 11 de agosto de 1953.

Cuarto. Por esa Dirección General se dictarán las disposiciones que sean necesarias para la ejecución de lo que se establece en la presente Orden.

Lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos.

Dios guarde a V. I. muchos años.

Madrid, 12 de julio de 1961.

RUBÍO GARCIA-MINA

Ilmo. Sr. Director general de Enseñanza Universitaria.

**B. O. E. n.º 199.
19 de agosto de 1968.**

ORDEN de 27 de julio de 1968 por la que se resuelve que la licenciatura de la Sección de Ciencias Biológicas de la Universidad de Oviedo tendrá dos ramas: una de Biología general y otra de Biología animal.

Ilmo. Sr.: La Orden ministerial de 12 de julio de 1961 («Boletín Oficial del Estado» de 19 de agosto) creó en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo la Sección de Ciencias Biológicas, con sede en la ciudad de León.

El progresivo auge de las Ciencias Biológicas, la conveniencia de señalar en ellas campos de especialización y la circunstancia de existir en la ciudad de León una Facultad de Veterinaria, cuyo profesorado e instalaciones pueden cooperar al desarrollo de dichas enseñanzas, junto con la creciente necesidad de licenciados para atender la demanda de profesorado de enseñanza media y el hecho de contar la Universidad ovetense con la Facultad de Ciencias, con sus Secciones de Químicas y Geológicas, aconsejan replantear el problema, coordinando el desarrollo de las enseñanzas del modo más eficaz, con criterios racionales y utilizando al máximo los recursos de instalaciones y profesorado ya existentes.

En atención a dichas circunstancias y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 20 y en la disposición final del Decreto de 11 de agosto de 1953 y con la propuesta formulada por la Facultad de Ciencias de dicha Universidad elevada por conducto del Rectorado de la misma,

Este Ministerio ha resuelto:

1.º La licenciatura de la Sección de Ciencias Biológicas de la Universidad de Oviedo tendrá dos ramas: Una de Biología General y otra de Biología Animal.

2.º La rama de Biología General tendrá su sede en la ciudad de Oviedo, coordinándose sus enseñanzas con las otras Secciones de la Facultad de Ciencias de dicha ciudad.

3.º La rama de Biología Animal tendrá su sede en la ciudad de León, coordinándose sus enseñanzas con la Facultad de Veterinaria de dicha ciudad en cuanto respecta a los locales, profesorado y demás servicios que se estime procedentes.

4.º Las enseñanzas correspondientes a las dos ramas comenzarán con el curso 1968-69, por el Selectivo de la Facultad de Ciencias y de Veterinaria. Los cursos segundo y tercero serán comunes para ambas ramas y se implantarán gradualmente, al igual que los cursos cuarto y quinto de especialización; todo ello previa aprobación de los respectivos planes de estudios.

5.º Queda autorizada esa Dirección General para dictar las disposiciones que sean necesarias para la ejecución de cuanto establece la presente Orden.

Lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos.

Dios guarde a V. I. muchos años.

Madrid, 27 de julio de 1968.

VILLAR PALASI

Ilmo. Sr. Director general de Enseñanza Superior e Investigación.

B. O. E. n.º 240.
5 de octubre de 1968.

ORDEN de 17 de septiembre de 1968 por la que se autoriza al Rectorado de la Universidad de Oviedo la implantación del segundo curso de la Sección de Biológicas en sus ramas de Biología General y Biología Animal en el curso 1968-69.

Ilmo. Sr.: Vista la Orden ministerial de 12 de julio de 1961 («B.O.E.» del 19 de agosto) por la que se creó en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo la Sección de Ciencias Biológicas con sede en la ciudad de León y la Orden de 27 de julio de 1968 («B.O.E.» del 19 de agosto) en la que se establecieron dos ramas de la citada Sección, una de Biología general con sede en Oviedo y otra de Biología animal con sede en León, y visto el apartado cuarto de la última Orden citada,

Este Ministerio ha resuelto autorizar al Rectorado de la Universidad de Oviedo la implantación del segundo curso de la Sección de Biológicas en sus ramas de Biología general y Biología animal en el próximo curso 1968-69, con arreglo al plan de estudios que se establece para las mismas.

Lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos.

Dios guarde a V. I. muchos años.

Madrid, 17 de septiembre de 1968.

VILLAR PALASI

Ilmo. Sr. Director general de Enseñanza Superior e Investigación.

B. O. E. n.º 225.
19 de septiembre de 1975.

ORDEN de 6 de junio de 1975 por la que se determina que la Sección de Biológicas de León, de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo, se constituya en Facultad de Biología.

Ilmo. Sr.: Por Orden de 27 de julio de 1968 («B.O.E.» de 19 de agosto) se determinó que en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo, en su Sección de Ciencias Biológicas de León, se impartiesen las enseñanzas de Biología animal, en coordinación con

la Facultad de Veterinaria de dicha ciudad en cuanto respecta a locales, profesorado y demás servicios.

La importancia del estudio de la Ciencia Biológica, y la necesidad de fortalecer unas enseñanzas solicitadas por un creciente número de alumnos, movió a la Junta de Jefes de Departamento de la Facultad de Ciencias, con los favorables informes de la Junta de Gobierno y del Rectorado de la Universidad de Oviedo, a elevar propuesta de transformación de la actual Sección de Biológicas de León en Facultad de Biología, en virtud de lo dispuesto en el artículo 1.º del Decreto 1975/1973, de 26 de julio («B.O.E.» del 22 de agosto).

En su virtud, este Ministerio ha resuelto:

Primero.—La actual Sección de Biológicas de León, de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo, se constituye en Facultad de Biología.

Segundo.—La Facultad de Biología de León, de la Universidad de Oviedo, contará, inicialmente, con la Sección de Biología animal.

Tercero.—Por la Dirección General de Universidades e Investigación se dictarán las resoluciones precisas para el cumplimiento y desarrollo de lo dispuesto en la presente Orden.

Lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos.

Dios guarde a V. I.

Madrid, 6 de junio de 1975.

MARTINEZ ESTERUELAS

Ilmo. Sr. Director general de Universidades e Investigación.

A falta de resolución por parte del Ministerio de Universidades e Investigación, incluimos un extracto del acuerdo tomado en la Junta de Facultad de 15 de marzo de 1979 respecto al punto 2 del Orden del Día, referente a «Transformación de las Secciones en Facultades». Es de señalar que ya se había tomado un acuerdo similar a finales de 1973, aprobado igualmente en Junta de Gobierno y congelado posteriormente por el Ministerio.

El Prof. Sánchez Tamés lee el borrador del escrito de propuesta, elaborado por la comisión reunida el día 13, en el que se contemplan los puntos siguientes: a) Situación del personal administrativo, conserjes y bedeles; b) Material de oficina; c) Aparatos comunes; d) Contraprestaciones de enseñanzas en las futuras Facultades, y e) Situación de los Departamentos de Física y Matemáticas, hasta tanto sean creadas las Facultades correspondientes.

(...)

Tras un amplio cambio de impresiones entre los asistentes, se procede a votación, aprobándose el proyecto de transformación con el voto en contra del Prof. Solans y la abstención de los Profs. Gascón, Sánchez Tamés, Egocheaga, Anadón y Mata, quienes expresan las razones de su voto.

HISTORIA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BIOLOGICAS EN LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO (HASTA 1968)

Por
JUAN LUIS MARTINEZ y CARLOS LASTRA (1)

La Biología, como cuerpo de doctrina independiente, aparece en la Universidad de Oviedo hace apenas unos cincuenta años; anteriormente estaba unida a conocimientos geológicos constituyendo lo que se llamaba Ciencias Naturales; y si nos remontamos más en el tiempo encontramos una gran interdependencia en la enseñanza de todas las disciplinas científicas, de modo que no se puede establecer una diferenciación bien delimitada entre lo que hoy conocemos como Químicas, Geológicas, Biológicas, etc. Es, en definitiva, un proceso evolutivo divergente que va de lo genérico a lo específico. Por lo tanto, si se aspira a hacer una recopilación histórica de la enseñanza de la Biología en la Universidad de Oviedo, no hay más remedio que renunciar en cierto grado a lo específicamente biológico y comenzar buscando los orígenes de la enseñanza de las Ciencias en general.

Por otra parte, es necesario advertir que el presente trabajo no se trata tanto de un estudio historiográfico riguroso y exhaustivo, como de una simple recopilación de datos, de una recuperación de antecedentes hecha como reconocimiento a la identidad colectiva de los verdaderos artífices de la historia de nuestro centro.

EL AMBIENTE CIENTIFICO EN ASTURIAS HASTA EL SIGLO XIX

En el momento de la inauguración en 1608 de la Universidad de Oviedo, fundada por el Inquisidor Fernando Valdés Salas, había establecidas cuatro Facultades: Teología, Cánones, Leyes y Artes. La denominación de las correspondientes cátedras permite observar que sólo existía una de carácter científico, la de Matemáticas —cuyo titular era el doctor Martín Sánchez—, encuadrada en la Facultad de Artes y que tenía un contenido doctrinal que, no hace falta decirlo, difería sensiblemente del actual, puesto que abarcaba temas de carácter muy dispar.

(1) Profesor Adjunto de Biología y Profesor Ayudante de Zoología, respectivamente.

Por otra parte, no cabe duda de que conceptos que hoy consideramos exclusivamente científicos, en los siglos XVII y XVIII quedaban encuadrados, de alguna manera, dentro de lo meramente filosófico y como tales debían ser impartidos en la Casa. Para corroborar esto basta acudir a la ingente obra de Feijoo, catedrático de esta Universidad en la primera mitad del XVIII, que ha dado lugar a estudios posteriores que llevan títulos tan significativos como «Las ideas biológicas del Padre Feijoo», de Gregorio Marañón (1954, 3.^a ed.), «Feijoo y el misterio de la naturaleza animal», de Robert Ricard (1970), «El enciclopedismo ortodoxo del Padre Feijoo y las Ciencias Naturales», de Miguel Crusafont Pairó (1965) o «Necesidad de enmendar los errores físicos, químicos y matemáticos de las obras de Feijoo», de V. Foronda (1887), por citar sólo algunos.

Pero en este mismo siglo XVIII ya tenemos constancia de la existencia de un deseo de ampliar las enseñanzas científicas en la Universidad de Oviedo. En 1787, por encargo de la Universidad, Jacinto Díaz de Miranda, chantre de la Catedral y catedrático, redactó un informe económico en el que, además de poner de manifiesto la penuria de medios de la institución y la incuria a la que estaba sometida, hacía una reseña histórica y una exposición de las necesidades y aspiraciones de la Universidad ovetense; entre otras cosas decía: «Es en el día la Universidad un teatro o escuela pública donde hay cátedras de Lengua Griega, Filosofía, Teología, Escolástica y Moral, Concilios, Sagrada Escritura, Leyes, Cánones, Medicina, Anatomía y de Matemáticas, y en donde, por medio de una dotación competente, fácilmente se pudiera establecer la enseñanza de Derecho económico de gentes, y natural de lenguas orientales, Física experimental, Química y Botánica y otras ciencias exactas, cuyos conocimientos son tan útiles y necesarios para dar valor a la prodigiosa variedad de producciones del país —se refería a Asturias— y hacer ricos a sus naturales.»

Este sentido práctico de utilidad, de rentabilidad no exclusivamente cultural o científica, sino descaradamente económica, fue una constante en las argumentaciones a favor de la creación de enseñanzas científicas; y también de su mantenimiento o ampliación, porque en 1903, ya establecida definitivamente la Facultad de Ciencias, el entonces Vicerrector Fermín Canella y Secades escribía en su imprescindible «Historia de la Universidad de Oviedo»: «Muy de sentir es que, correspondiendo a los esfuerzos de la Diputación y Ayuntamiento de Oviedo, el Estado no organice de un modo completo los estudios de Ciencias en la Universidad ovetense, pues en esta provincia, muy especialmente, són de inmediata aplicación los conocimientos físico-matemáticos. Debe así, completarse tal facultad, con más secciones de las ciencias exactas, físicas, químicas y naturales, que tanto pueden auxiliar al moderno movimiento industrial y agrícola de Asturias.»

Lo cierto es que estos argumentos socioeconómicos, que en definitiva no son más que el reflejo del concepto de utilidad o aplicación directa, entonces indisolublemente unido al de ciencia, lograron resultados que probablemente no hubieran conseguido los de carácter meramente cultural y científico.

Y es necesario aludir aquí a una institución asturiana extrauniversitaria que logró una programación científica compaginando al mismo tiempo aquel carácter de utilidad práctica con una formación cultural y humanística: el Real Instituto Jovellanos de Gijón, cuyo lema, bien expresivo, era *Quid verum, quid utile*. En cierto modo, podemos considerarlo como un precursor paralelo de la Facultad de Ciencias, si bien es necesario establecer una serie de matizaciones para no entender esto de una manera simplista. El Instituto surgió a fines del XVIII, en un momento en que la Universidad seguía unos esquemas tradicionales con unas enseñanzas —Leyes, Cánones y Teología— que habían cambiado muy poco a lo largo de casi dos siglos. El Instituto fue una institución de enseñanza nueva en la concepción y estructuración de sus estudios, totalmente independiente de la Universidad y

que tampoco puede homologarse con los centros de segunda enseñanza que posteriormente pasaron a llamarse Institutos. El discurso pronunciado por Jovellanos el 22 de abril de 1781 en Oviedo, en la Sociedad Económica de Amigos del País —otra institución de la que tendremos ocasión de hablar—, sobre los «Medios de promover la felicidad del Principado», comprendía el germen de la idea del Instituto: «Sobre todo convendría que se promuevan en Asturias los buenos estudios, especialmente el de aquellas ciencias que se llaman útiles, por lo mucho que contribuyen a la felicidad de los Estados: tales son las Matemáticas, la Historia Natural, la Física, la Química, la Mineralogía, la Metalurgia, la Economía civil.» Y el 6 de mayo de 1782, siendo presidente de la Sociedad Económica de Amigos del País, pronunció un discurso titulado «Necesidad de cultivar en Asturias el estudio de las Ciencias Naturales». Tras múltiples inconvenientes y dilaciones, por R. O. de 15 de diciembre de 1793 se aprobó definitivamente el establecimiento en Gijón del Real Instituto Jovellanos. De una comunicación dirigida al Ministerio el 22 de julio de 1793 por el propio Jovellanos se deduce que su intención era que el «Instituto pudiera, a la larga, servir a la educación de aquella parte de la nobleza de Asturias que se destinara a la profesión de las armas y aun de toda la gente acomodada que no siguiera la Iglesia o la Magistratura. La enseñanza reunida de las ciencias exactas y naturales, presenta a la Instrucción de la juventud no sólo los conocimientos más agradables, sino también los más provechosos para perfeccionar su estilo y mejorar su educación». Jovellanos intentó hacer ver a la sociedad de su tiempo que se necesitaba otro tipo de orientación de los estudios superiores que complementara las disciplinas universitarias tradicionales; las Leyes, los Cánones y la Teología no eran ya suficientes: «Es bueno, es santo que los ministros del altar se ilustren con los principios del dogma y la moral evangélica, para que guarden fielmente el depósito de doctrina que les está confiado, y lo defiendan de los extravíos de la ignorancia o de los ataques de la impiedad. Es también justo y conveniente que los depositarios de las leyes suban a los altos principios de la moral pública y privada, para alejar el error del santuario de la legislación, y la iniquidad del de la justicia. Pero esto no basta; la prosperidad de los pueblos pende de otros principios y por consiguiente de otros estudios. Prescindiendo, pues, de los vicios que pueden degradar tan sublimes ciencias, ¿qué sería de una nación que en vez de geómetras, astrónomos, arquitectos y mineralogistas, no tuviese sino teólogos y juriconsultos?» El pensamiento de Jovellanos al fundar el Instituto lo resume así Canella: «Desviando nueva dirección a los estudios nacionales, que en las Universidades estaban reducidos a las Leyes, Cánones y Teología, ansiaba dar merecida importancia a las ciencias naturales y experimentales para el mejor progreso de la industria y la navegación; quería procurar esos conocimientos útiles que prometían un porvenir económico.» Pero, a pesar de que en estas y otras muchas declaraciones aparecen con frecuencia las ciencias naturales, no debemos entender este concepto en su sentido actual. En resumen, podría decirse que el Real Instituto Jovellanos fue creado, básicamente, como un nuevo concepto de Centro de estudios superiores cuyas enseñanzas, además de proporcionar una formación humanística, auxiliarían a dos de las industrias básicas de Asturias, la minería y la navegación. Lluís Xabel Alvarez, en «La Universidad de Asturias», señala que no se trataba de dar un mínimo de formación cultural de tipo humanístico a navegantes, metalúrgicos, químicos y otros profesionales, sino de elevar estas especialidades al rango de estudios superiores con un carácter no exclusivamente «especulativo». No obstante, el carácter —que hoy llamaríamos de Escuela Técnica— que poseía el componente científico de los estudios del Instituto, hace que podamos imaginar que las enseñanzas científicas estaban muy precisamente orientadas en este sentido, y que concretamente los estudios biológicos debían ser, en la práctica, nulos. Efectivamente, entre las disciplinas que se impartieron en el curso inaugural no había ninguna de contenido o relación biológicos; únicamente tenemos noticia de que existía un Gabinete de Zoología sin importancia y un

Jardín Botánico de efímera vida. Pero si traemos aquí al Real Instituto Jovellanos no es por su participación directa en la impartición de enseñanzas biológicas, sino porque representó la primera plasmación en Asturias de un nuevo concepto del objeto de los estudios superiores, que hizo ver a la Universidad tradicional, exclusivamente humanista, la necesidad de albergar en su seno los estudios científicos.

Mientras tanto, en la Universidad la única disciplina científica seguía siendo la de Matemáticas. Su catedrático en 1812 era el doctor Luis Antonio Arango, poseedor de unos amplios conocimientos tanto de ciencias exactas como naturales, y que ha llegado a nosotros, sobre todo, por haber coprotagonizado un curioso cisma rectoral: Al producirse la invasión francesa algunos componentes de la Universidad salieron de Oviedo con la Junta Soberana de Asturias y nombraron Rector a Arango; los que permanecieron en la capital asturiana siguieron considerando Rector a Francisco Antonio Lamuña Palacio, que ya lo era desde 1806. Finalmente, reunidos todos de nuevo tras el regreso de los exiliados, eligieron para el cargo a Bernardino Sierra, arcediano de Tineo, poniendo así fin a la correspondiente bicefalia, de la que no se privó nuestra Universidad.

LOS ANTECEDENTES INMEDIATOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

Podemos decir con bastante precisión que 1836 es el año en el que se inicia en la Universidad de Oviedo el germen de lo que más adelante sería la Facultad de Ciencias. El Plan General de Estudios reformista del 4 de agosto de 1836, elaborado por el duque de Rivas —y que realmente nunca pudo llevarse a cabo— repercutió favorablemente en nuestra Universidad porque indujo al Claustro a promover el desarrollo de las Matemáticas y la Física, aun careciendo de profesores y de medios para su dotación. Afortunadamente, la Universidad contó con la colaboración de la Sociedad Económica de Amigos del País de Asturias. Era esta una institución totalmente independiente de la Universidad de Oviedo, que inició y apoyó en esta ciudad las enseñanzas populares, destinadas preferentemente a la clase obrera, colaborando en la enseñanza de estudios primarios, dibujo, veterinaria, agricultura y de estudios superiores universitarios de Economía política y Ciencias, y difundiendo progresivos sistemas y métodos pedagógicos. La Sociedad Económica de Amigos del País formó parte de los proyectos de Campomanes, encaminados a crear sociedades regionales de carácter liberal que impulsaran los estudios de las «ciencias útiles» en apoyo del incipiente desarrollo industrial. La de Asturias se solicitó oficialmente el 2 de junio de 1778 y se aprobó el 15 de febrero de 1781. Desde 1832 la Sociedad disponía de algunas cátedras experimentales emanadas del Conservatorio de Artes.

En aquel año de 1836 se reunió una comisión mixta Universidad-Sociedad Económica de Amigos del País bajo la dirección del Rector, Pablo Mata Vigil, compuesta por los doctores Alvarez Arenas, P. Caso, García Cónsul y Blanco, y por los socios Telesforo Cónsul y Francisco Julián Sierra, que determinó trasladar algunas cátedras de la Sociedad al edificio universitario bajo las siguientes bases: «Primera: que los señores Catedráticos de Economía Política, Matemáticas y Química de la Sociedad pasarán provisionalmente a dar sus enseñanzas a la Universidad, acomodándolas de manera que en lo posible se llene el objeto para el que fueron nombrados y lo que se pide en el nuevo plan de estudios provisional vigente. Segunda: que la dirección de dichas cátedras continúe, como está prevenido, por la misma Sociedad Económica. Tercera: que los gastos de traslación de los enseres de las cátedras de Matemáticas y Química se harán por cuenta de la Universidad, y la misma destinará también algunas sumas para los gastos de la enseñanza experimental, a que también contribuirá la Sociedad. Cuarta: las cátedras tendrán una doble matrícula: una en la Universidad para sus alumnos y otra por la Sociedad para los suyos. Quinta: las

horas de enseñanza como los locales para explicar, lo acomodarán los señores Catedráticos de acuerdo con el Claustro.» Este acuerdo se hizo constar en las actas del claustro de 29 de noviembre de 1836 y de la Sociedad Económica de Amigos del País de 5 de diciembre del mismo año. Entre los catedráticos que hicieron este traslado a la Universidad se encontraban el de Matemáticas, Posada Herrera, y el de Física y Química, León Salmeán y Mandayo, del que hablaremos más adelante extensamente.

No cabe duda de que este acuerdo proporcionó la infraestructura operativa básica que más tarde permitiría la aglutinación e individualización de los estudios científicos; no obstante, desde el punto de vista administrativo, aún habría que esperar más de veinte años para que, a través de varios planes ministeriales de reforma de los estudios universitarios, pudiera aparecer en la Universidad de Oviedo una Facultad de Ciencias, puesto que no hay que olvidar que, en 1836, las cátedras científicas estaban encuadradas en la Facultad de Artes.

En el curso 1841-42 desapareció esta Facultad de Artes y fue reemplazada por la de Filosofía; los estudios de Artes pasaron entonces a los Institutos, mientras que los de Filosofía siguieron como superiores.

El plan de 1845 del ministro Pedro José Pidal reformó considerablemente las Universidades españolas; el cuadro de enseñanzas de la de Oviedo conservó los estudios de Filosofía, Jurisprudencia y Teología. La Facultad de Filosofía comprendía un período elemental o segunda enseñanza (bachillerato) y otro de ampliación que estaba dividido en dos Secciones, de Letras una, y otra, la de Ciencias, como preparación para determinadas carreras. Podemos decir, por tanto, que la ley de 1845 dio un carácter académico a los estudios de Ciencias, agrupándolos como una Sección independiente que seguía contando con la colaboración de las cátedras experimentales de la Sociedad Económica de Amigos del País. En esta misma época comenzaron a organizarse el Jardín Botánico y el Gabinete de Historia Natural de la Universidad de Oviedo.

En la reforma inmediata de Pastor Díaz, la Facultad de Filosofía tuvo cuatro Secciones divididas en dos grupos, uno de Literatura y Ciencias Filosóficas y otro de Ciencias Físico-matemáticas y Ciencias Naturales, si bien la escasez de profesorado hizo necesario unir varias asignaturas.

Debido a la existencia simultánea de una Sección de Ciencias y de un Jardín Botánico comenzaron a nombrarse, ya de una forma continuada, catedráticos de Historia Natural, que al mismo tiempo solían desempeñar la dirección del Jardín.

Así ocurrió con **León Salmeán y Mandayo** (Fig. 1), químico y naturalista, nacido en Madrid el 20 de febrero de 1810, si bien vivió unos sesenta años en Asturias. Ya era titular de la cátedra de Física y Química de la Sociedad Económica de Amigos del País cuando pasó a la Universidad. En 1846 se le encargó la organización y puesta en marcha de los recién creados Jardín y Gabinete, y el 3 de febrero de 1848 fue nombrado catedrático numerario de Historia Natural de la Universidad de Oviedo y director del Jardín Botánico, aunque más tarde volvió a la cátedra de Física; de 1867 a 1875 fue nombrado en comisión catedrático de Historia Natural del Instituto. Creó un gabinete de máquinas y un laboratorio sin precedentes en nuestra Universidad, y desarrolló una amplia labor experimental que tuvo una gran difusión en los medios científicos y también en los populares, como en el caso del descubrimiento, mediante procedimientos químicos, de la falsificación de un cheque por gran cantidad de dinero. Pero sin duda su gran obra fue la creación del Observatorio Meteorológico de la Universidad de Oviedo —para el que se construyó en 1871 la actual torre del edificio de la calle de San Francisco— en el que realizó muchos trabajos científicos, así como observaciones climáticas que facilitaba a la prensa. Gran repercusión alcanzó el experimento que realizó en 1860 y que relataremos más adelante. Entre otros trabajos dejó escrito «Resumen de las observaciones meteorológicas hechas en la estación



Fig. 1.—León Salmeán y Mandayo (1810-1893), catedrático de Historia Natural (1848-1852), primer Decano de la Facultad de Ciencias y Rector de la Universidad de Oviedo (1866, 1868-1884, 1886-1887). Foto del retrato que había en la Universidad, destruido en el incendio del 34.

de la Universidad de Oviedo», «Análisis cualitativo del agua de los manantiales y fuentes de Oviedo y sus inmediaciones» (en colaboración con José Ramón Fernández de Luanco) y otros trabajos sin formar volumen. Aparte de sus actividades políticas —de ideología liberal, formó parte de las milicias nacionales y cayó prisionero de los carlistas en 1836— tiene una amplia biografía de cargos académicos; fue nombrado Decano de la Facultad de Filosofía en 1851 y de la de Ciencias cuando se fundó, y ocupó el puesto de Rector en 1866, de 1868 a 1884, en 1886 y en 1887. También fue presidente de la Sociedad Económica de Amigos del País. Falleció en Oviedo el 2 de septiembre de 1893.

Sucedió a Salmeán, **Idelfonso Zubía**, que también desempeñó conjuntamente la cátedra de Historia Natural y la dirección del Jardín Botánico.

Posteriormente ocupó la plaza, como interino, **Amalio Maestre Ibáñez** (1812-1872), bachiller en Filosofía y en Farmacia, ingeniero jefe de 1.ª clase del Cuerpo de Minas y vocal de la Comisión del Mapa Geológico de España. En 1845 sustituyó a Guillermo Schulz en el puesto de inspector general de Galicia y Asturias. En 1846, ya en la Universidad de Oviedo, colaboró en la organización del Gabinete de Historia Natural. En 1850, ayudado por el ingeniero Adriano Paillete, terminó el plano topográfico y geológico de la parte central de Asturias, y en 1854 fue destinado a Girona para estudiar la cuenca carbonífera de San Juan de las Abadesas.

En 1850 fue nombrado, por oposición, profesor de Historia Natural de la Universidad de Oviedo **Juan Vilanova y Piera**, pasando en 1852 a la de Madrid para desempeñar la cátedra de Geología y Paleontología. Es autor de una extensa bibliografía, entre la que destaca «La Creación», voluminosa obra científica en ocho tomos.

LA PRIMERA EPOCA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

Tras estos precedentes, con unos estudios científicos ya agrupados como Sección de la Universidad y unas instituciones como el Jardín Botánico y los Gabinetes, llegamos a 1857, en que, como consecuencia de la ley Moyano, se estableció la división de la Facultad de Filosofía en Facultad de Filosofía y Letras y Facultad de Ciencias. Surgía así, por primera vez en la Universidad de Oviedo, a los 250 años de su fundación, una Facultad de Ciencias en la que se aglutinaban las disciplinas científicas. Se nombró Decano a León Salmeán y los profesores comenzaron a realizar una amplia labor experimental.

El de Historia Natural, **Pascual Pastor López**, natural de Valladolid, a pesar de su corta estancia en la Universidad de Oviedo realizó varios estudios sobre temas de la región, como «Observación en los seres vegetales y animales comprendidos en una zona de media legua en el circuito de Oviedo» (1852), en el que señala algunos efectos dinámicos de los vegetales, relacionados con los cambios estacionales, y «Apuntes sobre la fauna asturiana bajo su aspecto científico e industrial» (1859). En 1852 obtuvo el premio del concurso de la Academia Nacional de Ciencias por su «Memoria Geognóstico-agrícola de la Provincia de Asturias», en la que, tras un estudio morfológico de la región, llegaba a la conclusión de que el suelo de Asturias debía dedicarse exclusivamente al cultivo de los prados y del arbolado, reduciendo la siembra de cereales panificables y limitando la fruticultura al manzano, el avellano y el cerezo; esta obra fue considerada por Somoza «una de las más excelentes que se hayan escrito acerca de nuestro país». También publicó una «Memoria sobre la filoxera de la vid» (1878) y varios artículos acerca de la florescencia de los árboles.

Le sucedió **Luis Pérez Mínguez**, de origen gallego. Actualmente puede considerársele como uno de los botánicos que más han trabajado en Asturias, autor de una obra

silenciosa y hoy casi olvidada; según Lainz, trabajó a conciencia, a pesar de no tener los medios necesarios, y no siempre vio recompensado su esfuerzo en el campo de la Botánica. Escribió un «Catálogo de las plantas recogidas en el partido o concejo de Oviedo» (1859), «Plantas de Asturias» (manuscrito) y «Manual del agricultor asturiano» (1864). Pronunció el discurso de apertura de la Universidad en 1856, titulado «Ventajas del saber e inconvenientes de la ignorancia». También es autor de una «Refutación al libro titulado *Origen de las especies de Darwin*». Sus obras de «Historia Natural», «Ciencias Naturales» y «Fisiología e Higiene» fueron utilizadas como textos en el Instituto de Segunda Enseñanza y en la Escuela Normal del Magisterio de Oviedo. Pasó al Instituto en marzo de 1860 y luego fue trasladado a Valladolid el 22 de marzo de 1866. Guillermo Schulz trabajó con estos naturalistas.

Pero no todos eran trabajos introvertidos de esta índole. Lluís Xabel Alvarez, en «La Universidad de Asturias», dice: «(...) entre 1850 y 1860 aquellos locos con sus viejos cacharros asombraban con sus mágico-científicas piruetas a una concurrencia que tendría en la cabeza lo que Campoamor (...) pensara por todos: que hoy las ciencias adelantan que es una barbaridad.» Y buen reflejo de este ambiente es el experimento que la Facultad de Ciencias organizó con caracteres de gran acontecimiento; dejemos que sea Canella quien nos lo explique: «En 1860 fue la de Oviedo la primera Universidad de España que, por medio del péndulo de Mr. Foucault, demostró el movimiento rotatorio de la tierra con el aparato colocado en la capilla del Establecimiento, donde los señores Salmeán y Terrero hicieron los más bellos experimentos ante numerosa y escogida concurrencia. Para mejor conocimiento de los asistentes se repartió un impreso con todas las necesarias explicaciones, y fue muy notable este suceso, del que se ocuparon con elogio la prensa de la corte y provincias. Y en 1902 se repitió en París, comunicando el telégrafo y prensa franceses aquella novedad...» Este experimento, que consistía en la oscilación de un péndulo en un plano fijo, cuyo aparente cambio de dirección a lo largo de veinticuatro horas indicaba la rotación de la tierra, fue realizado por Jean Foucault en 1851; por tanto, hay que considerar que la Universidad de Oviedo estaba al corriente de los últimos descubrimientos científicos. Pero, por encima de su actualización y de sus valores estrictamente científicos, encontramos superpuesta una aparente conexión entre Universidad y sociedad, hasta el punto de que, a veces, como muestra la última cita, nos resulta difícil discernir dónde acaba la reseña científica y dónde comienza la crónica de sociedad. Sin embargo, esta compenetración debió de ser sólo superficial e incluso, por qué no decirlo, frívola; sólo así se explica que esa época dorada se cortara drásticamente a los dos años.

Pero tampoco debe olvidarse que en la Facultad de Ciencias se llevaron a cabo muchos trabajos con gran rigor científico. Magín Bonnet y Bonfill, catedrático de Química, hizo un estudio de las algas marinas de nuestra costa y obtuvo yodo de ellas; José Ramón Fernández de Luanco y Riego extrajo gas del alumbrado a partir del orujo de la manzana y publicó una «Memoria sobre la elaboración de la sidra». Además, se analizaron los minerales de nuestras cuencas en provecho de las industrias mineras; para Diputación y Ayuntamientos se analizaron las aguas potables y minerales; para la Cárcel y los Hospitales se hicieron estudios encaminados a evitar la adulteración de alimentos; Salmeán colaboró con los Tribunales de Justicia, según ya vimos; e incluso las autoridades eclesiásticas recabaron la colaboración científica para el análisis de las sustancias destinadas al culto.

Como se puede comprobar, la Facultad de Ciencias, en los dos años de su primera existencia, ni fue inactiva ni permaneció encerrada en una torre de marfil; en su labor experimental estaba proyectada en gran medida sobre la sociedad asturiana y colaboró ampliamente con las industrias e instituciones regionales. Y sin embargo, en 1860, a los dos años de su creación, fracasó —o la fracasaron— estrepitosamente. En ese año dejaron de

impartirse las disciplinas científicas, se suprimió la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo.

Aunque no es fácil buscar las causas de aquel fracaso, hay dos circunstancias que merecen ser expuestas. Por una parte hay que señalar que, así como su labor experimental tenía una cierta repercusión en la sociedad, su función docente no era reconocida como algo útil en sí mismo: de 1845 a 1852 fue escaso el número de alumnos matriculados en la entonces Sección de Ciencias, cuyas enseñanzas se simultaneaban con otras carreras y servían de preparación para las de Farmacia y Medicina; pero la matrícula descendió aún más cuando se exigieron ciertos requisitos que no alcanzaban industriales, mineros, labradores y otros profesionales a quienes aquellos conocimientos les eran de utilidad práctica. Y cuando se creó la Facultad el número de alumnos matriculados lo dice todo: en 1858, seis, y en 1859, dos. Es evidente que, como dice Lluís Xabel Alvarez, «(...) nadie venía a la Universidad burguesa a ser, así por las buenas, un *inventor*, un científico, sino que se aspiraba a la profesión lucrativa y al *status* (...)».

Pero además, el nacimiento de la Facultad de Ciencias tuvo la desgracia de coincidir con una época de decadencia universitaria impulsada oficialmente; baste decir que en 1867 la Universidad de Oviedo sólo conservaba las enseñanzas de Derecho Civil y del Notariado.

EL JARDÍN BOTANICO DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO

La misma ley de 1845 que creó la Sección de Ciencias establecía que cada Facultad de Filosofía dispusiera de un Jardín Botánico. El de Oviedo tuvo una efímera historia que ha llegado hasta nosotros contada por un catedrático de Botánica de los primeros años del presente siglo, Francisco de las Barras de Aragón, que en los Anales de la Universidad de Oviedo de 1905 a 1907 publicó «El antiguo Jardín Botánico de la Universidad de Oviedo».

Para el establecimiento del Jardín Botánico también colaboró con la Universidad la Sociedad Económica de Amigos del País, que proyectaba crear una Escuela de Agricultura práctica. Así, el 13 de mayo de 1846, el Rector, Pablo Mata Vigil, y el vicedirector de la Sociedad, Manuel Prado Tovia, solicitaron al Ayuntamiento la cesión de terrenos de la huerta posterior del antiguo convento de San Francisco, convertido por aquel entonces en Hospital General (Fig. 2). Tras los trámites correspondientes, el 15 de noviembre de 1846 se firmó la escritura por la cual el Ayuntamiento cedía a la Universidad aquellos terrenos mediante el pago de un canon anual de 1.000 reales. Posteriormente, la Universidad subarrendó a la Sociedad Económica 1542 varas cuadradas de terreno, para establecimiento del Campo de Experimentación, a cambio del pago de 200 reales anuales.

En aquel tiempo no había en Oviedo catedrático de Historia Natural, que, lógicamente, debería ser quien se encargara de la organización y puesta en marcha del Jardín. Toda esta labor recayó, por comisión rectoral de 15 de octubre de 1846, en León Salmeán y Mandayo, a la sazón catedrático de Física de la Facultad de Filosofía.

El proyecto y plano originales no se conservan; este último debió ser dibujado por el sucesor de Posada Herrera en la cátedra de Matemáticas, Joaquín Fernández Cardín. Pero a principios del presente siglo se recuperó un plano del Jardín Botánico que se creía perdido y que lleva la fecha del 26 de mayo de 1855; fue levantado por los alumnos de



Fig. 2
Plano de la ciudad de Oviedo en 1870. La flecha señala la ubicación del Jardín Botánico.

quinto año B. del Riego, B. Díaz, G. Garci-Carreño, Genaro Alas y J. Olavarrieta, bajo la dirección de su catedrático Diego Terrero. (Fig. 3)

El Jardín Botánico ocupaba la parte superior del lado sureste del actual campo de San Francisco —es decir, una zona que, según deducimos, ahora estaría limitada, aproximadamente, por el Paseo del Bombé, la Avenida de Alemania y una línea imaginaria que fuera prolongación de la calle del Cabo Noval— así como una parte de la calle del Marqués de Santa Cruz. (Fig. 4)

El Jardín estaba organizado según el plan general de los de la época y dividido en tres secciones. El tercio del este estaba constituido por plantas distribuidas en dos cuadros y clasificadas, en uno, según el sistema sexual de Linneo, y según el sistema natural de Jussieu, en el otro; la sección central tenía plantas decorativas y dos escudos, el de España y el de la Universidad, hechos con boj, situados a derecha e izquierda de la entrada al Jardín; la sección del oeste estaba dedicada a semillero y vivero para la cría de plantas. En terrenos del Jardín, aparte de estas tres secciones que ocupaban una zona casi rectangular inscrita en sus límites, también estaban ubicados la Escuela práctica de Agricultura (en la zona triangular del sur), un invernadero (en la esquina del nordeste) y un

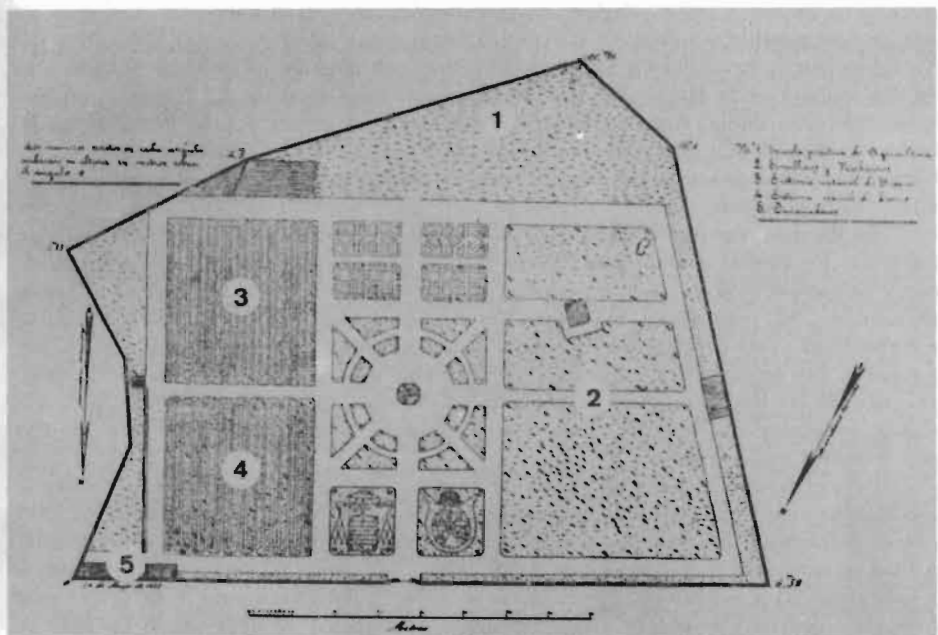


Fig. 3.—El Jardín Botánico de la Universidad de Oviedo según un plano de 1855 publicado en los *Anales de la Universidad* de 1905-1907.

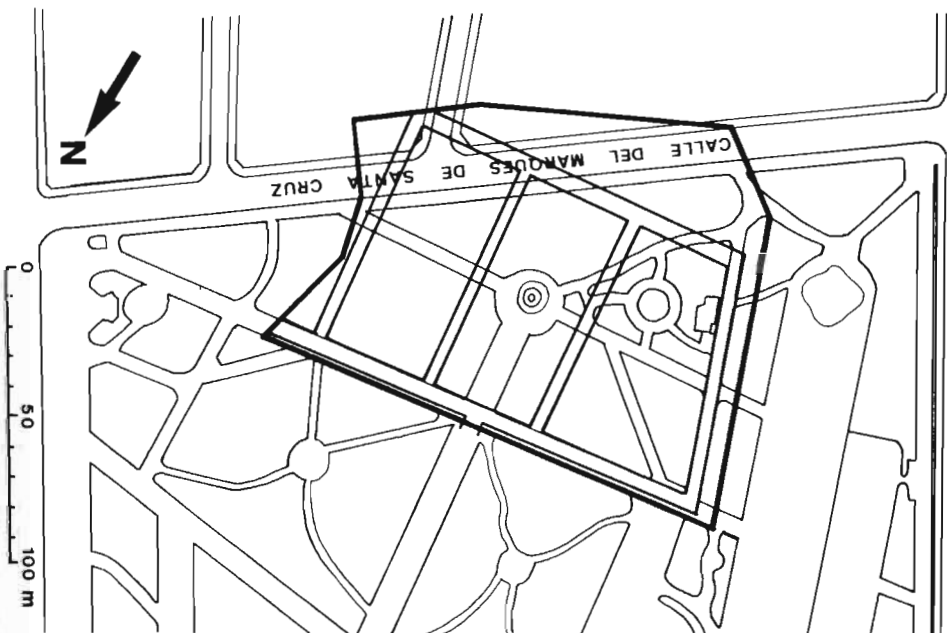


Fig. 4.—Situación aproximada del Jardín Botánico (trazos gruesos) respecto a la distribución actual del campo de San Francisco y sus aledaños.

pequeño observatorio meteorológico (en la parte más elevada del terreno), así como un pozo de agua potable, un kiosco y la vivienda del guarda.

Las obras en el Jardín fueron haciéndose con grandes dificultades debido a la penuria económica de la Universidad. No obstante, sus sucesivos directores, León Salmeán, Ildefonso Zubía, Amalio Maestre, Pascual Pastor López y Luis Pérez Mínguez, fueron logrando plantar gran variedad de árboles y plantas. En los últimos años del Jardín se organizó incluso un sistema de compraventa de plantas que proporcionaba unos ingresos de relativa importancia.

Es de destacar que el Jardín recibió muchos donativos que contribuyeron a su formación. En 1848 el coronel de artillería Antonio Elorza donó 406 árboles y arbustos de Asia y Rusia; en 1850 los padres de Eduardo Carreño Valdés, el gran botánico avilesino fallecido en 1842, regalaron a la Universidad el herbario de su hijo; en 1864 la dirección de Agricultura envió semillas de eucaliptos para ensayar su cultivo y propagación, y, por otra parte, fue frecuente el intercambio de semillas con el Jardín Botánico de Madrid. Francisco de las Barras cita la existencia de un catálogo manuscrito, de 1857, en el que estaban señaladas las especies existentes en el Jardín, que alcanzaban la cifra de 525 pertenecientes a 65 familias.

Pero el Jardín tuvo una vida llena de dificultades. Por un lado, el dinero necesario para realizar unas mínimas obras de acondicionamiento fue siempre muy escaso; en 1851 la Junta de Beneficencia cedió un pequeño local contiguo al Hospital para casa del guarda; en 1852 se consiguieron del Ministerio 4.000 reales, con cargo al presupuesto del fomento de Gabinetes, para construir el invernadero; en 1854 se obtuvieron otros 4.000 reales para la construcción de una caseta y la adquisición de material de agricultura; en 1861 se construyó el kiosco, que costó 2.843 reales. Por otra parte, la Universidad siempre se vio en apuros para pagar al Ayuntamiento el canon estipulado en el contrato, y casi todos los años éste tenía que hacer las correspondientes reclamaciones apremiantes para lograr el cobro.

Pero el fin del Jardín Botánico fue propiciado por un motivo aparentemente más baladí. El contrato de cesión de terrenos también estipulaba, alegando motivos estéticos, que la Universidad debería proceder al derribo de una tapia situada entre el Jardín Botánico y el campo de San Francisco, sustituyéndola por una verja de hierro. Y paralelamente a las reclamaciones del canon —y quizá como consecuencia del encono por ellas y por otras producido— el Ayuntamiento comenzó en 1848 a reclamar el cumplimiento de dicha cláusula; se repitieron en 1856 con motivo del hundimiento de parte de la tapia; y en 1859; y en 1868. En 1870 el Ayuntamiento amenazó con la rescisión del contrato si no se procedía al derribo; la Universidad lo comunicó al Ministerio y solicitó recursos urgentemente; no llegaron. El 22 de febrero de 1871 el Ayuntamiento lanzó un ultimatum: ocho días de plazo para comenzar el derribo. Y el 6 de marzo cuarenta albañiles del Ayuntamiento, al mando de un sobrestante, se presentaron en el Jardín y, ante la negativa del guarda a abrirles la puerta, entraron al asalto y procedieron inmediatamente al derribo de la controvertida tapia.

Francisco de las Barras concluye: «Así terminó este centro científico que tan buenos servicios había prestado a la enseñanza y al país en general, y que hubieran sido mayores, si en vez de la vida lánguida y dificultosa, falto de los suficientes recursos y siempre amenazado desde su fundación, hubiera tenido por parte del Estado y del municipio la protección debida.» A partir de ese momento, el Jardín Botánico quedó convertido en una parte integrante del campo de San Francisco, en la que todavía hoy se pueden reconocer algunos trazos de su primitivo diseño.

Años más tarde, en 1910, la Universidad compró por 21.000 pesetas un terreno de catorce días de bueyes de extensión, situado en el extremo de la calle de González Besada.

Se pensaba organizar allí un nuevo Jardín Botánico, y para ello, el entonces Rector, Fermín Canella, encargó a Francisco de las Barras la redacción de una «Memoria técnica aplicada a los alcances del Jardín Botánico y Campo Agronómico». Sin embargo, nunca llegó a ser realidad el nuevo Jardín; en su lugar fueron construidos los actuales colegios mayores.

EL GABINETE DE HISTORIA NATURAL

En 1846, el mismo año en el que surgía el Jardín Botánico, comenzó a organizarse un Gabinete de Historia Natural que complementara los de Física y Química ya existentes. Dejemos que sea otra vez Canella quien nos lo explique: «(...) casualmente residía en una de las poblaciones de la costa un extranjero que, poseyendo con perfección el arte de la Taxidermia, se dedicaba a la disección de animales. Por indicación del Rector señor Mata Vigil, el señor don José Sarandeses se trasladó a su lado y de aquellas lecciones sacó todo el provecho que acredita el mérito de sus obras, a las que pertenecen la mayor parte de las del actual museo —se refiere a 1903—. La novedad aficionó a estos trabajos a varios alumnos, con lo cual, y con la circunstancia de haberse encargado de sustituir la asignatura una persona de los conocimientos y mérito del señor Amalio Maestre, ingeniero de Minas del distrito, se echaron los fundamentos del gabinete.»

A principios de este siglo, el Gabinete de Historia Natural, que ocupaba casi todo el lado oeste del edificio de la Universidad, tenía unos setecientos minerales —clasificados antes por el sistema Beudant y luego por el de Tschërmak—, así como colecciones de rocas —según la clasificación de Geikie— y grandes aerolitos recogidos en 1866. En la parte de Zoología había varios esqueletos, mamíferos, peces, reptiles, bastantes aves de Europa, Asia y América, colecciones de artrópodos y moluscos, y ejemplares de protozoos, anélidos, equinodermos y tunicados (Fig. 5). Todos ellos iban siendo clasificados por los sucesivos profesores según los sistemas en vigor, corrigiendo los errores y deficiencias existentes en un principio; en otros casos se remitían a los correspondientes especialistas para su correcta determinación, como ocurrió con la colección conquiológica, enviada a Hidalgo, catedrático de Madrid.

Además de las aportaciones personales de profesores y alumnos y de los ejemplares recogidos en excursiones, el Gabinete fue enriqueciéndose con adquisiciones realizadas con cargo a los derechos de clases prácticas —se hicieron algunos pedidos a la Estación de Biología Marina de Nápoles— y con numerosas donaciones. Los catedráticos de Madrid —Bolívar— y Valencia —Boscá— enviaron artrópodos, el señor Calzada regaló una piel de ornitorrinco, el ingeniero Orueta donó diversos anélidos, el marqués de Camposagrado, un oso disecado, etc. Incluso figuró entre los benefactores del Gabinete el Rey Alfonso XIII, que visitó la Universidad de Oviedo el 6 de agosto de 1902; José Quevedo y González, secretario de la Universidad en aquella época, escribió en los Anales de la Universidad una reseña de la visita en la que, al referirse al paso por el Gabinete de Historia Natural, dice: «En este punto, y como advirtiera S. M. que uno de los ejemplares de perdiz gris se hallaba en deplorable estado por la acción del tiempo, tuvo la dignación de decir al señor Rector que destinaría al gabinete una de las primeras aves de aquella clase citada que en sus excursiones cinegéticas lograrse matar.» Y añade en nota a pie de página: «En efecto: el 29 de diciembre siguiente se recogió de la estación de ferrocarril una caja precintada en que se contenía un hermoso ejemplar disecado del *Estarno* o perdiz gris, que Su Majestad, conservando el recuerdo de la amable oferta, se servía enviar con destino al modesto Museo de esta Escuela. Por tan señalada atención significó el señor Rector, en nombre



Fig. 5.—Foto del Gabinete de Historia Natural publicada en la *Crónica del III Centenario de la Universidad de Oviedo (1608-1908)*.

propio y en el del Claustro, las más rendidas gracias a Su Majestad, que el señor ministro del ramo se dignó transmitir.»

Pero de todo el contenido del Gabinete hoy no queda apenas nada. Al desaparecer la Facultad de Ciencias tras su primera creación, el Gabinete pasó al Instituto de Oviedo por R. O. de 1.º de julio de 1861, y volvió a la Facultad cuando ésta se puso de nuevo en marcha. El incendio que sufrió el edificio universitario en octubre de 1934 destruyó casi totalmente el Gabinete; no obstante, pudieron salvarse algunos ejemplares, parte de los cuales parece ser que fueron a parar de nuevo al Instituto años más tarde. Quién sabe si esa fatalidad que parece pesar sobre ellos, ese continuo peregrinaje de ida y vuelta entre Universidad e Instituto, hará que un día vuelvan a nuestra Facultad.

LA ETAPA INTERMEDIA

Al ser suprimida la Facultad de Ciencias en 1860, la mayor parte de sus profesores quedaron agregados en comisión al Instituto, al igual que los medios materiales —incluidos los Gabinetes y el Jardín Botánico— de que disponía la Facultad. En este sentido, y hasta cierto punto, podemos considerar que no desapareció totalmente el espíritu científico, sino que el legado recibido y conservado por el Instituto permitió que, al volver a crearse la Facultad al cabo de más de treinta años, no hiciera falta partir otra vez de cero.

Naturalmente, hay que tener en cuenta el concepto de Instituto vigente en aquella época. Los Institutos de Enseñanza Media fueron surgiendo a lo largo del siglo XIX como consecuencia de gran número de planes ministeriales. El de 1821, que recogía en gran parte el de Quintana de 1813, era la expresión pedagógica del movimiento liberal y

proyectaba la existencia de Universidades provinciales para estudios de segunda enseñanza; por lo tanto, en Oviedo habría dos Universidades: la antigua o Universidad Literaria de Tercera Enseñanza, y la de Segunda Enseñanza, que tendría cátedras de Matemáticas, Física, Química, Mineralogía y Geología, Botánica y Agricultura, Zoología, etc., así como los correspondientes laboratorios, Gabinete de Historia Natural y Jardín Botánico. La reacción de 1824 anuló este plan y se volvió a un planteamiento retrógrado con la aparición del «Reglamento general para las Escuelas de Latinidad y Colegios de Humanidades de 1825» (estos últimos comprendían las enseñanzas científicas). El plan del duque de Rivas, que no llegó a desarrollarse, dividía a la «Institución secundaria pública» en elemental y superior; la primera se impartía en los «Institutos», recogiendo así el nombre que Jovellanos había dado a su centro de Gijón. La organización de la enseñanza secundaria se basó durante muchos años en el plan de 1845 del marqués de Pidal, según el cual se establecían tres tipos de Institutos: de 1.^a clase o superior, con asignaturas de ampliación, de 2.^a clase o elemental y de 3.^a clase o con la segunda enseñanza incompleta; entre las materias impartidas había Matemáticas, Algebra y Geometría, Física, Química e Historia Natural. En virtud de este plan de 1845, el Instituto de Oviedo fue considerado superior; tuvo una existencia oficial separada de la Universidad a partir de 1847 y, sobre todo, tras los Reglamentos de 1858 y 1859, es decir, precisamente en vísperas de la supresión de la Facultad de Ciencias.

Durante el largo período de más de treinta años que va desde la primera a la segunda época de la Facultad, apenas tenemos noticia de algún hecho de carácter científico en la Universidad. Incluso desaparecen casi por completo las ciencias de los discursos de apertura; únicamente en 1862, Guillermo Estrada Villaverde pronunció el titulado «Servicios prestados a la ciencia por la iglesia». Sin embargo, en épocas anteriores habían sido bastantes los que glosaban, de una u otra manera, las ciencias, aunque ahora, a la vista de lo ocurrido, sus títulos resultan sarcásticos e irónicos: «Porvenir de las ciencias» (José Puente Villamía, 1847), «La gloria y grandeza de los pueblos en relación con su ciencia» (Niceto Jaraba, 1851), «Tendencias de las ciencias y servicio que prestan a las sociedades» (Patricio Palacio, 1853), «Poder y desarrollo de la ciencia» (Claudio Polo, 1855), «La sobriedad científica» (Francisco Fernández Cardín, 1858), «Necesidad e importancia de la ciencia y de la enseñanza como medio de propagación» (Francisco de B. Estrada, 1859), ...

Y es una lástima que este vacío se produzca precisamente en una época en la que comenzaba a importarse de Inglaterra la gran polémica relacionada con las ideas evolucionistas de Darwin. En Asturias tuvieron dos defensores que interesa destacar.

Genaro Alas, hermano de Leopoldo, fue uno de ellos. Curiosamente, su nombre también ha llegado hasta nosotros, según ya vimos, como coautor de la reconstrucción del plano del Jardín Botánico, realizada cuando era alumno de quinto curso en la Universidad. Los días 25 de febrero y 4 y 11 de marzo de 1887 pronunció una serie de conferencias en el Casino de Oviedo con el título de «El Darwinismo», según cuenta su pariente Juan Cueto Alas en el capítulo titulado «El horror al mono» de su libro «Los heterodoxos asturianos». Aquellas conferencias fueron muy polémicas —no podían ser de otra manera— a pesar de que Genaro Alas intentó demostrar la compatibilidad de las teorías de Darwin con el cristianismo. Claro que dijo cosas que al público no le debieron parecer muy del agrado de Roma. Al final de la segunda conferencia explicaba: «Cuando Alfonso el Sabio hacía sus estudios astronómicos, es fama que en un momento de mal humor, acaso producido por los famosos epiciclos que tanto molestaban a Santo Tomás, hubo de exclamar: *Si Dios me hubiera llamado a su consejo al hacer el mundo, algo mejor hubiera salido*; pero si para ese tiempo Galileo hubiera ya explicado el sistema astronómico, ahorrárase el piadoso rey su blasfemia aparente, y los que le oyeron, el consiguiente escándalo. Yo, señores, también

creo el mundo viviente mejor hecho desde que Darwin nos enseñó cómo fue hecho (...).» Y comenzó su tercera conferencia así: «Cuando el gran astrónomo Laplace presentó a Napoleón el primer ejemplar de su mecánica celeste, el emperador le manifestó su extrañeza de que en obra tan capital no apareciese para nada la intervención de Dios: *Sire*, contestó el sabio, *no he necesitado emplear esa hipótesis*. (...) En realidad, señores, sabio y monarca obedecían a la distinta idea que cada uno tenía de la divinidad; diferencia de conceptos que separa en dos bandos la humanidad entera.»

El otro, Máximo Fuertes Acevedo, nació en Oviedo en 1832; tras finalizar la carrera de Ciencias Naturales fue profesor de la Universidad de Oviedo en 1857, donde colaboró con Salmeán en la creación del Gabinete y del Observatorio Meteorológico. Posteriormente fue catedrático de los Institutos de Santander, Figueras y Badajoz. Aunque es conocido, sobre todo, por sus trabajos bibliográficos de autores asturianos, también publicó un «Curso de Física elemental y nociones de Química» (1879), utilizado como texto en muchos Institutos y Escuelas Técnicas, «Mineralogía asturiana» (1880), «La atmósfera: su composición, su importancia en la vida terrestre, presión atmosférica y modo de apreciarla» (1885) y una «Memoria sobre el modo de recoger, preparar y conservar los insectos». Su obra «El darwinismo: sus adversarios y defensores» (1883) fue la causa de que el ministro de Fomento, Alejandro Pidal y Mon, también asturiano, le cesara fulminantemente del cargo de director del Instituto de Badajoz, por considerarla de «inspiración demoníaca».

Es de suponer que la existencia de una Facultad de Ciencias en aquella época hubiera servido de importante caja de resonancia a la ya de por sí polémica introducción del darwinismo en Asturias.

LA SEGUNDA EPOCA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

En 1888 fue nombrado Rector de la Universidad Félix Pío de Aramburu, quien años más tarde consiguió que la Diputación y el Ayuntamiento sufragaran por mitades las enseñanzas científicas en la Universidad ovetense. De esta manera, por R. O. de 9 de julio de 1895, se logró la restauración en Oviedo de la Facultad de Ciencias, y al comenzar el curso 1895-96 se establecieron, con carácter oficial y asimilación completa a los planes de enseñanza del Estado y legislación general de Instrucción pública, los dos primeros años de la Facultad, que comprendían los estudios comunes, no sólo a las diferentes ramas de la licenciatura en Ciencias (Matemáticas, Físicas, Químicas y Naturales), sino también a la preparación exigida para el ingreso en todas las Escuelas especiales de Ingenieros y Arquitectos y al año preparatorio para las Facultades de Medicina y Farmacia.

Por lo tanto, la creación de la actual Facultad de Ciencias fue debida a la iniciativa y el apoyo de entidades asturianas, y todavía —o ya— en 1901 se reprochaba a la administración central el abandono en el que tenía a la Universidad de Oviedo. En ese año, Enrique Urios y Gras, Decano de la Facultad de Ciencias de 1897 a 1902, escribía en el primer volumen de los Anales de la Universidad: «Los estudios positivos y experimentales sobre la naturaleza (...) vienen quedando en lamentable atraso en España, durante el período moderno de la historia, debido al desconocimiento que sus gobernantes han revelado y revelan constantemente de la transcendencia que tales estudios tienen para el bienestar presente y futuro de los pueblos (...). La falta de cumplimiento por los gobiernos de España de esta misión (...) se ha reflejado bien claramente en la Universidad de Oviedo, cuyas tradiciones científicas, aunque muy honrosas, son en extremo fugaces (...). Las corporaciones populares de Asturias (...) pueden vanagloriarse con justa causa de haber respondido mejor al verdadero patriotismo, y demostrado un más alto sentido de gobierno en este

punto que el general de la Nación, tratando de suplir las deficiencias de éste con la creación y sostenimiento de instituciones de enseñanza científica (...). Ahora bien, (...) es necesario también reconocer que la dotación de medios materiales con que la Diputación provincial y el Ayuntamiento de Oviedo han atendido a la instalación y atienden al sostenimiento de estas enseñanzas, es de todo punto insuficiente para que de ellas se obtenga el resultado apetecible.» Esta lúcida crítica de la relación de la Universidad con las instituciones administrativas y de la situación de la Facultad no cayó en saco roto; la Facultad de Ciencias, gracias a las gestiones del senador Félix Pío de Aramburu y del diputado Melquiades Alvarez, catedráticos de esta Universidad, y en virtud de la Ley económica de 29 de diciembre de 1903, pasó a ser enseñanza oficial y pública del Estado por R. O. de 1.º de enero de 1904. En los claustros del 16 y del 18 de diciembre de 1903 se puso de manifiesto la satisfacción de la Universidad por este motivo y se acordó dirigir los correspondientes mensajes de agradecimiento, tanto a Aramburu y Melquiades Alvarez, como a la Diputación y al Ayuntamiento por la colaboración prestada a la Universidad.

El hecho es que, tras la nueva creación de la Facultad, se reanudaron los estudios científicos en la Universidad ovetense, que en esta ocasión comprendían las siguientes asignaturas: «Análisis matemático» (dos cursos), «Geometría analítica», «Cosmografía», «Física», «Química general», «Dibujo lineal y topográfico», «Zoología» y «Mineralogía y Botánica».

Se encargaron interinamente de estas asignaturas algunos catedráticos del Instituto, y concretamente de las dos últimas, **Elías Gimeno y Brun**, doctor en Ciencias y catedrático de Historia Natural, que en 1896 publicó como texto un «Prontuario de Historia Natural, Fisiología e Higiene».

Los medios materiales procedían, en gran parte, de los que habían pasado al Instituto al suprimirse la antigua Facultad, y en el caso de los Gabinetes se dispuso su utilización conjunta por ambos centros (los dos estaban ubicados en el edificio de la calle de San Francisco); en el Gabinete de Historia Natural comenzó a establecerse, dentro del mismo local, la separación de colecciones para Universidad e Instituto.

Poco después fueron designados por concurso los profesores auxiliares, entre los que se encontraban los de Zoología y Mineralogía y Botánica: Francisco de las Barras de Aragón, que permaneció como auxiliar en la Universidad de Oviedo sólo el curso 1897-98, aunque más tarde volvió como catedrático, y Antonio Martínez y Fernández del Castillo, que dejó la Facultad en 1904 al obtener por oposición la cátedra de Historia Natural de Instituto, puesto que ocupó en Canarias y Ciudad Real.

Tras los auxiliares se eligieron por concurso oposición los catedráticos. El de Zoología y Mineralogía y Botánica fue **José Rioja y Martín** (Fig. 6), nombrado el 16 de marzo de 1899. Rioja había nacido en 1866 en Madrid, ciudad donde obtuvo la licenciatura de Ciencias Naturales en 1884. Dos años después fue nombrado, por oposición, profesor auxiliar de Historia Natural de la Universidad de Valladolid; el catedrático era Augusto González Linares, con quien iniciaría una amplia colaboración. En 1887 obtuvo el doctorado con una tesis titulada «Preparación y descripción de las algas clorofíceas de Valladolid». En 1888 se creó la Estación de Biología marítima de Santander, por iniciativa de Linares, quedando bajo la dependencia de la Universidad de Valladolid, y nombrándose director de la Estación a aquél y ayudante a Rioja. Los dos años siguientes los pasó Rioja ampliando sus estudios en la Estación Biológica de Nápoles, a donde se había trasladado disfrutando de una beca del Ministerio de Fomento. En 1897 dejó la Estación de Santander y se trasladó a Madrid, donde fue nombrado ayudante de Zoología del Museo de Ciencias Naturales. Y dos años más tarde llegó a Oviedo.

Es necesario referirse extensamente a la figura de Rioja, pues sobre él recayó toda la labor de reordenación del Gabinete de Historia Natural, así como la organización de las clases teóricas y prácticas. En los dos primeros Anales de la Universidad —años 1901 y 1902-03—, y dentro del apartado denominado «Notas sobre los procedimientos de enseñanza», Rioja nos ha dejado tres interesantes trabajos sobre la estructura de las clases teóricas de ambas asignaturas, así como de las clases prácticas de Mineralogía y Botánica (que también firma Antonio Martínez y Fernández del Castillo) y de Zoología, que nos permiten reconstruir hoy la programación y los contenidos conceptuales de principios de siglo. Así lo expone Rioja: «Mis explicaciones en *Mineralogía y Botánica* se adaptan al libro escrito por el catedrático de dicha asignatura en Madrid, don Salvador Calderón.



Fig. 6.—José Rioja y Martín (1866-1945), primer catedrático de Zoología y de Mineralogía y Botánica de la Facultad de Ciencias (1899-1904).

«Así el plan seguido es el siguiente: 1.º Los preliminares necesarios para establecer la división de la Historia Natural, fundada en la de los seres naturales en *sidéreos* o astros y *epísidéreos* o sean los llamados seres vivos; después, algunas nociones de Uranografía, pasando en seguida al estudio de la Geología que viene a ser un inmenso capítulo de la anterior, y que se subdivide en Geografía, Geognosia y Geología dinámica, las cuales en conjunto forman la parte general, y Geología histórica, precedida ésta de las nociones estratigráficas y paleontológicas que constituyen la parte especial. (...)

«Terminados estos estudios, se pasa al de los seres vivos, dando ligeras nociones de Biología comunes a Botánica y Zoología y se procede en seguida al estudio de la primera; no siendo posible en un curso de esta índole estudiar separadamente las diversas ramas de la Botánica. Se pasa inmediatamente de estudiada la célula y los tejidos vegetales —únicos

conocimientos que en rigor se pueden considerar como comunes a todas las plantas y por tanto de carácter general— a la división en los cuatro grandes grupos de «Taelofitas», «Muscíneas», «Criptógamas», «Vasculares» y «Fanerógamas» y al estudio de la organización en cada uno de ellos, procediendo, al terminar el de cada uno, a su división en clases y órdenes, dando los caracteres necesarios y haciendo indicación de las familias, géneros y especies más importantes.

«Resulta de esto que los conceptos de «hoja», «tallo», «raíz», «flor» y «fruto» no vienen dados, según suele hacerse, como comunes a todos los vegetales, sino al estudiar la organización del grupo de plantas en que existen; y así los de flor y fruto sólo se dan al hablar de las Phanerógamas, habiendo llegado precisamente a este punto al terminar el curso y quedando sólo por dar la descripción de sus principales órdenes y familias.»

También explica Rioja la programación de las clases teóricas de la otra disciplina que imparte: «En la asignatura de Zoología, están de acuerdo las explicaciones con el plan seguido por el catedrático de igual asignatura en Madrid, don Alberto Segovia Corrales, en su tratado de Zoología, si bien dando una extensión mucho menor a las diversas materias que tal libro comprende. El programa es asimismo más restringido que el de Madrid y distinto de éste. El plan seguido es en todo análogo al indicado en Botánica. Así, después de los conocimientos preliminares que en gran parte es preciso repetir, pues no todos los alumnos cursan las dos asignaturas, se procede a la definición y división de la Zoología y, dentro de ésta, siguiendo el mismo criterio que en aquélla, después del estudio de la célula se pasa a la división del Reino animal en Protozoos, Celentéreos, Equinodermos, Gusanos, Artrópodos, Moluscos, Moluscoideos, Tunicados y Vertebrados, estudiando cada uno de estos en la forma indicada en Botánica para los grupos del Reino vegetal y habiendo quedado por dar solamente la división en órdenes de las diversas clases del último tipo «Vertebrados»; lo cual siempre es preferible a lo que generalmente ocurría empezando el estudio por estos últimos, pues entonces quedaban sin explicar los otros ocho tipos restantes, siendo así que este tipo superior de los vertebrados es generalmente el que más detenidamente se estudia en el Instituto.»

A partir del R. D. de 6 de julio de 1900 se suprimió el libro de texto, dejando en libertad a los catedráticos para explicar como estimasen más oportuno. Durante el período anterior, en el que seguían obligatoriamente unos determinados libros de texto, en la Universidad de Oviedo figuraron, entre otros, los siguientes: en Historia Natural, los de Rivera, Bolívar y Quiroga; en Zoología, los de Edwards, Calderón, Segovia y Carriles; y en Botánica, los de Girardeu, Bolívar y Calderón.

En cada una de las asignaturas, además de las clases teóricas, alternas y de hora y media de duración, se organizaban frecuentes excursiones científicas, geológico-mineralógicas, botánicas o zoológicas, ya por los alrededores de Oviedo, ya de carácter marino en la vecina costa de Gijón, y se daban clases prácticas semanales de dos horas y media.

Estas clases prácticas eran impartidas por el catedrático y el auxiliar en una parte del Gabinete habilitado para ello con cargo, básicamente, a las diez pesetas que cada alumno entregaba para tal fin al matricularse, así como con parte de la asignación anual de mil pesetas que entregaban la Diputación y el Ayuntamiento para gastos menores de toda la Facultad. Gracias a ello se pudieron instalar 24 puestos de trabajo en el Gabinete (Figs. 7 y 8).

Entre otro material, se disponía de una estufa de Mayer para inclusiones y un aparato micro-fotográfico («prestado por el señor Orueta, mientras se adquiere uno propio»). Además, «gracias al valioso donativo hecho a la Universidad por don Rafael Calzada, se han podido destinar unas 3.000 pesetas a la adquisición del mejor modelo de microscopios del sistema Zeiss (...), que debía ser el no va más de la época, puesto que tenía «(...) condensador Abbe, de 1,40 m. de abertura, y otro de 1,00 ídem., para fotografía (...);

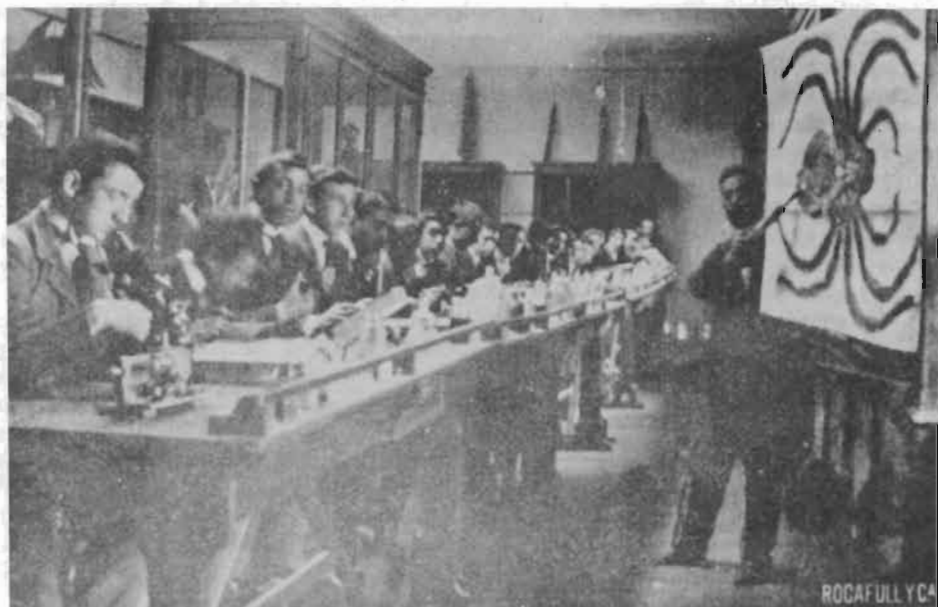


Fig. 7.-Alumnos de Zoología en clase práctica. Esta fotografía y la siguiente están publicadas en los *Anales de la Universidad de Oviedo* de 1902-1903 y corresponden a la época en que era catedrático José Rioja y Martín y profesor auxiliar Antonio Martínez y Fernández del Castillo.

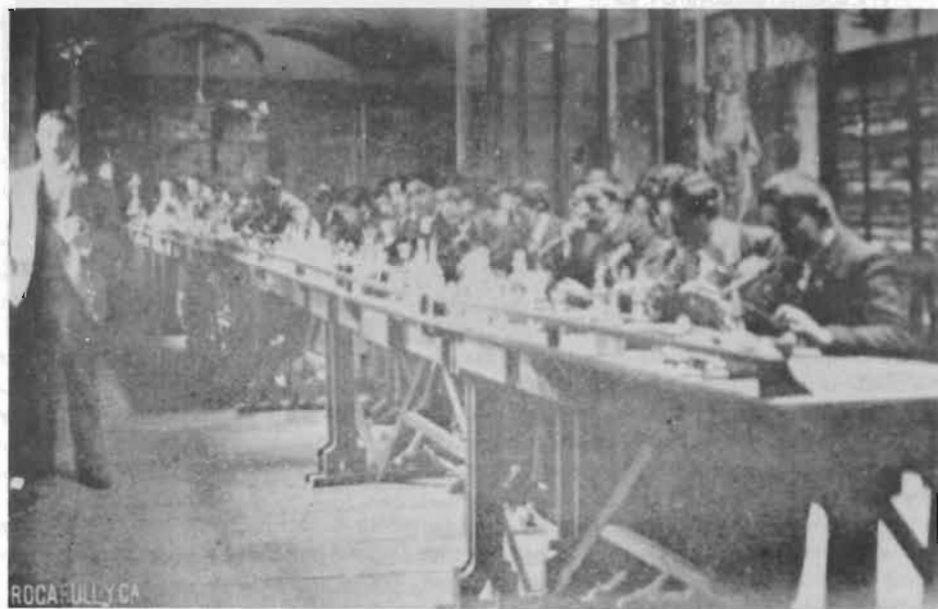


Fig. 8.-Alumnos de Mineralogía y Botánica en clase práctica. Las prácticas de esta asignatura y las de Zoología se impartían en el Gabinete de Historia Natural, del que pueden observarse algunos detalles en esta fotografía y en la anterior, así como en la Fig. 5.

objetivos apocromáticos secos y de inmersión homogénea; oculares compensadores; aparato para dibujar, último modelo; micrómetros. En lo sucesivo procuraremos completar el aparato microfotográfico y los accesorios de este microscopio con aparato de polarización y con dispositivos varios para que pueda llevarse a cabo la proyección de las preparaciones microscópicas y la fotografía de las mismas (...). También había un microtomo de Reicher y otro de Rauvier (uno de ellos adquirido también con las mencionadas 3.000 pesetas), y una *tournet* «para hacer sobre el porta las células o cajas circulares de betún de Judea y cerrar con ella las preparaciones hechas dentro de aquéllas».

Cada grupo de alumnos disponía de un microscopio compuesto de observación (Zeiss, Chevalier y otros) con dos oculares y dos objetivos; un microscopio de disección («estos microscopios han sido hechos a bajo precio por un carpintero y bajo nuestra dirección, imitando de un modo tosco los de la casa Zeiss; pero permiten usar en ellos lentes de dicha casa, y por lo tanto disfrutar de sus ventajas»); y también una lupa de mano, un bisturí y unas tijeras finas.

Aparte de esto, cada alumno disponía de un conjunto de utensilios de uso personal que iban desde tijeras finas hasta goma de borrar. Los alumnos debían comprar por su cuenta los portas y los cubres que usaban para las 20 ó 24 preparaciones microscópicas hechas por cada uno durante el curso; al finalizar éste pasaban a ser de su propiedad.

Las prácticas de Mineralogía y Botánica se iniciaban con algunas sesiones dedicadas a la Geología: Geología fisiográfica, Geología dinámica, Geognosia -Mineralogía y Litología- y Geología histórica. La parte de Botánica comenzaba con observaciones microscópicas de características celulares, granos de almidón y de clorofila, cristales, etc., para pasar luego al estudio de diversos grupos vegetales: algas cianofíceas (donde se incluía el estudio de las bacterias: «Hácese también por el profesor, a la vista de los alumnos, una preparación del *Bacillus* de la tuberculosis, valiéndose de un esputo en que se sepa existen aquéllos»); algas clorofíceas, feofíceas y rodofíceas; hongos y líquenes; hepáticas y musgos; helechos y equisetos; y fanerógamas. Todas estas prácticas estaban concebidas como observaciones directas o microscópicas de ejemplares que, en su mayoría, eran recogidos en las excursiones realizadas por profesores y alumnos.

Las prácticas de Zoología se desarrollaban durante 24 sesiones de dos horas y media, en las que, salvo las cinco primeras, destinadas al conocimiento del manejo del microscopio y a la preparación de los reactivos necesarios, se estudiaban todos los grandes grupos animales según una programación muy detallada, comprendida en el artículo de Rioja ya indicado, en el que se incluyen unos amplios comentarios a modo de protocolos o guiones de cada una de las prácticas; por su extensión no es posible reproducirlas aquí con el detalle que merecen.

Muchos de los animales marinos utilizados en estas prácticas se recogían en Gijón, pero otros se pedían a la Estación Zoológica de Nápoles «por el módico precio de un franco». Durante la estancia de Rioja en Oviedo, hubo una cierta relación entre nuestra Facultad de Ciencias y aquella Estación, donde Rioja había estado pensionado por el gobierno español en 1889-90 y 1901, trabajando con Dorha, Mayer, LoBianco y otros; hasta el punto de que, en ocasiones, da la impresión de que les resultaba más fácil pedir ejemplares a Nápoles que ir a buscarlos a Gijón; así, al hablar de la práctica de celentéreos, se dice que algunos alumnos preparaban colonias de *Obelia* recogidas en la costa, y se añade en nota a pie de página: «Pueden pedirse a Nápoles estas especies cuando no se pueda ir a recogerlas al mar.»

Rioja es autor de varios trabajos sobre temas zoológicos publicados en el Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, así como del discurso de apertura del curso 1902-03 en la Universidad, titulado «Conocimiento del ciclo evolutivo completo de los parásitos que originan en el hombre las llamadas fiebres palúdicas».

Dejó la Universidad de Oviedo en 1904. Al fallecer Augusto González Linares, director de la Estación de Biología marítima de Santander, Rioja se encargó interinamente de la dirección de la Estación en mayo, y, por concurso, obtuvo la plaza en propiedad el 1.º de agosto de ese año, desempeñándola hasta mayo de 1914, en que se trasladó a Madrid como jefe de Sección del Instituto Español de Oceanografía, al que quedó incorporada la Estación de Santander. En 1918 fue nombrado catedrático de Zoogeografía de animales inferiores y moluscos de la Universidad de Madrid, hasta su jubilación el 16 de abril de 1936. Sin embargo, aún fue nombrado, en 1940, profesor agregado de la Sección de animales inferiores y moluscos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Falleció en Madrid el 29 de mayo de 1945.

También es de destacar la dedicación que prestó Rioja durante su estancia en Oviedo a la Extensión Universitaria, que de 1898 a 1910 desarrolló un amplio programa de conferencias de divulgación en la Universidad, clases populares, excursiones y cursos y conferencias en numerosas localidades de la región. Rioja colaboró impartiendo temas de Zoología muy variados: el cangrejo de río, crustáceos, corales, equinodermos, animales inferiores, etc. Otros colaboradores de la Extensión en temas de Ciencias Naturales fueron Antonio Martínez y Fernández del Castillo, Francisco de las Barras de Aragón y Benito Alvarez Buylla, profesores de la Facultad de Ciencias; Miguel Adellac, catedrático del Instituto Jovellanos de Gijón; Domingo de Orueta, ingeniero de Minas; y Federico Luzuriaga, catedrático del Instituto de Oviedo.

Cuando se fue Rioja, la Facultad de Ciencias parecía estar ya definitivamente arraigada, e incluso comenzaba a experimentar un aumento relativo de aceptación entre los alumnos que llegaban a la Universidad. Tenemos dos referencias del número de matriculados en los primeros años de esta segunda época de la Facultad: los trabajos, ya citados, de Fermín Canella y de Enrique Urios; no coinciden los datos de ambos, quizá debido a una distinta consideración de los alumnos libres. No obstante, podemos establecer una relación entre los alumnos matriculados en Ciencias y el total de alumnos de la Universidad (en el caso del censo de Canella) o el número de matriculados en Derecho (con los datos de Urios), que era entonces, y con diferencia, la Facultad de mayor peso específico en nuestra Universidad. En ambos casos, según se puede comprobar en la tabla adjunta, se observa un significativo aumento del porcentaje correspondiente a los alumnos de Ciencias, debido en general, más que a un aumento del número absoluto de sus matrículas, a una reducción de las correspondientes a otras Facultades.

Datos de Canella				Datos de Urios		
Alumnos matriculados				Alumnos matriculados		
Ciencias	Universidad	Relación	Curso	Ciencias	Derecho	Relación
43	679	6,33 %	1895-96	86	593	14,50 %
74	694	10,66 %	1896-97	85	513	16,57 %
88	668	13,17 %	1897-98	65	445	14,61 %
71	552	12,86 %	1898-99	78	400	19,50 %
73	428	17,06 %	1899-1900	71	320	22,19 %
52	382	13,61 %	1900-01	50	245	20,41 %
95	406	23,40 %	1901-02	49	75	65,33 %
78	349	22,35 %	1902-03	-	-	-

Tabla que relaciona el número de alumnos matriculados en Ciencias con el total de la Universidad de Oviedo (según Canella) o en Derecho (según Urios) a principios de siglo.

En cualquier caso, parece que el científico, que en la primera época de la Facultad era contemplado poco menos que como un loco extravagante, empezaba, a principios de este siglo, a ser considerado como un profesional más. Prueba de ello es que en la Segunda Asamblea Universitaria, que tuvo lugar en Barcelona del 2 al 7 de enero de 1905 (la Universidad de Oviedo estuvo representada por el catedrático de Derecho Internacional Aniceto Sela Sampil, que resultó elegido presidente de la mesa de la Asamblea), ya se prestó una considerable atención a las Facultades de Ciencias. Y así se reflejó en algunas de las conclusiones: aumento de los derechos de matrícula en las clases prácticas de estas Facultades hasta 30 pesetas por alumno y asignatura experimental; nombramiento de una comisión que señalara las obras clásicas publicadas en el extranjero en las diferentes ramas de Ciencias que debieran ser traducidas al castellano; etc.

Tras la marcha de Rioja y de Fernández del Castillo, se encargó interinamente de la asignatura de Zoología durante el curso 1905-06 el catedrático de Física, **Arturo Pérez Martín**, que, según cuentan sus alumnos, «(...) nos hizo tantos y tan insistentes elogios de don José Rioja (...) que pronto nos entró a todos el deseo de conocerlo». Así se comenzó a gestar una memorable excursión a Santander —que quedó reseñada en el tomo IV de los Anales de la Universidad con trabajos firmados por el propio Pérez Martín y los alumnos José Quiñones Rodríguez, Ramón Lavandero Nieves y José A. Menéndez Güell— en la que visitaron la Estación de Biología marítima (Fig. 9), de la que era director Rioja, el Sanatorio del doctor Madrazo y el jardín de la casa de la señora doña Luisa Vega, viuda de Augusto González Linares, fundador de la Estación, donde había esqueletos de ballena, cachalote, delfines y pez espada. Es una lástima no poder detenernos en la referencia a estas 24 páginas, cuya lectura merece una encarecida recomendación por proporcionar un fiel y, al mismo tiempo, divertido retrato del ambiente universitario y de las relaciones personales profesor-alumno de la época, así como un buen ejemplo de la combinación entre el diario de viajes y la retórica paracientífica, tan en boga entonces. Por cierto, que en esta reseña



Fig. 9.—Alumnos de la Facultad de Ciencias delante del edificio de la Estación de Biología marítima de Santander durante el viaje realizado a esta ciudad en marzo de 1907.

se hace una descripción de Rioja: «(...) es alto, algo enjuto de hombros; sus brazos, desmesuradamente largos, caen a lo largo de su cuerpo; su mirada es franca, movable y expresiva; una palidez marfileña cubre su rostro, poblado de crespa barba; viste con dejadez. Todo revela en él ese desaliño propio del genio.»

Durante estos primeros años de la segunda época de la Facultad de Ciencias, las cátedras y las asignaturas fueron, como es lógico, las exigidas en los planes de estudio. Pero en alguna ocasión se impartieron asignaturas libres; por ejemplo, un año se autorizó la matrícula en el curso de «Organografía y Fisiología vegetal», que corrió a cargo del médico Agustín María Acevedo.

En 1905 falleció José Ramón Fernández de Luanco y Riego, que había sido catedrático de Química en la primera época de la Facultad de Ciencias y, más tarde, de las de Santiago de Compostela, Madrid, Zaragoza y Barcelona; en esta última desempeñó los cargos de Decano y Rector. En su testamento dejó establecida la donación a la Universidad de Oviedo de una importante biblioteca de obras científicas, de unos 1.100 volúmenes, que quedaron en depósito en la Facultad de Ciencias. Entre ellos había alrededor de un centenar de temas biológicos: desde cuatro volúmenes de la «Historia Natural» de Buffon, o dos volúmenes de la «Historia Natural» de Plinio, hasta la primera edición de la «Historia natural y médica del Principado de Asturias» del doctor Gaspar Casal, o «Tableaux de la Nature» de Humboldt, pasando por obras como «Manuel cosmetique et odoriferant des plants», o de Daguerre, o «Bodas de las plantas», de Clavijo.

En mayo de 1907 obtuvo por oposición la cátedra de Mineralogía y Botánica de la Facultad de Ciencias de Oviedo, **Francisco de las Barras de Aragón** (Fig. 10) (Sevilla, 1869), que también ocupó la cátedra de Zoología en concepto de acumulada. De las Barras, después de licenciarse en Derecho, había cursado los años preparatorios de la Facultad de Ciencias en Sevilla, donde fue discípulo de Salvador Calderón, catedrático de Mineralogía y Botánica de aquella Facultad. Luego se trasladó a Madrid y el 18 de junio de 1894 obtuvo la licenciatura en Ciencias Naturales, habiendo sido discípulo de Bolívar y de Quiroga. Se doctoró en 1896 con una tesis sobre *Cyrtacanthacris*, un género de ortópteros, dirigida por Ignacio Bolívar. En noviembre de 1897 obtuvo por concurso una plaza de profesor auxiliar en la Facultad de Ciencias de Oviedo y al año siguiente fue nombrado, por oposición, catedrático de Historia Natural del Instituto de Palencia, pasando luego a los de Avila (1900) y Huelva (1902).

En 1908, ya en Oviedo, obtuvo, a propuesta de la Junta para Ampliación de Estudios, una pensión para visitar el Kew Gardens de Londres y otros jardines botánicos. Durante 1909 continuó sus viajes por gran número de ciudades y países europeos, y los meses de junio, julio y agosto residió en el Laboratorio de Biología Vegetal establecido por la Sorbona en Avon, donde realizó estudios de Fisiología Vegetal.

Francisco de las Barras siguió básicamente la programación establecida por Rioja, y también publicó, en el tomo IV de los Anales de la Universidad, su concepto de las asignaturas: «La exposición de la asignatura la verifico por medio de conferencias, procurando quitarles toda forma de discurso y auxiliándome, cuando carezco de otro medio, con dibujos que hago, a la vez que explico, en el encerado, y haciendo circular los ejemplares de mano en mano de los alumnos, a la vez que voy hablando de ellos. Procuero no perder de vista que se trata de alumnos que han estudiado ya un curso de Historia Natural y otro de Fisiología Humana, y dar a la enseñanza la amplitud necesaria, supuestos los conocimientos que ya tienen. También admito toda clase de preguntas y aclaraciones que me pidan sobre la materia que se va explicando y en que sigo el orden riguroso del programa. En cuanto a éste, he aceptado, para la clase de Mineralogía y Botánica, el de mi maestro don Salvador Calderón, y para la de Zoología me ajusto al mío.

«También pregunto con mucha frecuencia sobre lo ya explicado, procurando que las

preguntas sigan muy poco después a las explicaciones, y aprovechándolas para explicar de nuevo los puntos que ofrezcan dificultad.»

En las clases prácticas también seguía los pasos de su antecesor: «En la cátedra de Zoología, dedicamos las primeras prácticas al manejo de distintos microscopios y, especialmente, del Zeiss gran modelo, haciendo uso de los micrómetros, cámara clara, etc. Emprendemos inmediatamente la técnica micrográfica, haciendo primero preparaciones de epitelios, y siguiendo de sangre y otras, empleando diferentes procedimientos. También (...) empezamos los trabajos de disección valiéndonos de ejemplares de animales superiores y aprovechando el material proporcionado por estos. Se ocupan en la actualidad los alumnos en verificar inclusiones en celoidina y parafina y manejar el microtomo. Estos trabajos micrográficos nos proponemos que duren todo el curso (...), como denominador



Fig. 10.—Francisco de las Barras de Aragón (1869-1955), catedrático de Mineralogía y Botánica y de Zoología de la Facultad de Ciencias de Oviedo (1907-1910).

común que son de los trabajos zoológicos y botánicos. También nos proponemos que para fin de curso haya sido estudiado un tipo de cada uno de los principales grupos zoológicos, y se hayan verificado algunas prácticas antropológicas.

«Además, se han hecho prácticas de preparación de insectos y clasificación con claves dicotómicas.»

Bajo su dirección, dos alumnos publicaron, en los mismos Anales, algunas prácticas de Zoología: «Procedimiento de la inclusión en parafina» e «Inclusión en celoidina» (Vicente Landeta) y «Preparación de protozoos» (Nicolás Bárcena y García).

Francisco de las Barras también colaboró ampliamente con la Extensión Universitaria; formó parte de su Junta Directiva y la representó en el Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias, celebrado en Zaragoza en 1908. En 1910 se trasladó a Burdeos,

junto con Aniceto Sela, en un servicio de intercambio organizado por la Extensión, para dar allí varias conferencias sobre «Los naturalistas españoles contemporáneos», tema que ya había tratado en el discurso de apertura del curso 1907-08 en la Universidad de Oviedo, titulado «De la Historia Natural y su enseñanza en España».

Francisco de las Barras abandonó la Universidad de Oviedo en 1910, al haber sido comisionado para establecer y dirigir una Estación alpina de Biología en la Sierra de Guadarrama, en Cercedilla, dependiente del Museo de Ciencias Naturales. Más tarde fue catedrático de Mineralogía y Botánica en la Facultad de Medicina de Cádiz (1911) y en la Universidad de Sevilla (1913), catedrático de Historia Natural en la Escuela Superior de Magisterio de Madrid (1919) y catedrático de Antropología en la Facultad de Ciencias de Madrid (1920). Se jubiló en 1939 y falleció el 19 de octubre de 1955 en Sevilla.

Es autor de varios volúmenes («Apuntes para una descripción geológico-mineralógica de la provincia de Sevilla», «Elementos de Fisiología e Higiene», «Notas para un curso de Antropología»), y en los Anales de la Universidad publicó la ya citada historia de «El antiguo Jardín Botánico de la Universidad de Oviedo» y la normativa sobre «Medidas craneométricas y cefalométricas» aprobadas por el Congreso Internacional de Antropología y Arqueología prehistórica celebrado en Mónaco en 1906. De las Barras publicó a lo largo de su vida más de 325 trabajos en gran número de revistas, sobre todo en el Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, en La Naturaleza y en el Boletín de la Institución Libre de Enseñanza.

No dedicó sus estudios a un campo restringido de la Ciencia, sino que abarcó temas de índole muy variada, si bien se aprecian algunas líneas predominantes. La mayoría de sus primeros trabajos son de carácter botánico, y entre ellos merecen destacarse sus «Datos para la flórula sevillana», conjunto de estudios que recogen todas las especies vegetales registradas en aquella zona. Paralelamente, dedicó gran atención a la reseña científica de gran número de jardines botánicos europeos, latinoamericanos y asiáticos, visitados en sus numerosos viajes; de éstos también extraía información para los trabajos de otra de sus líneas preferidas, la antropología. También es necesario mencionar la dedicación que prestó al estudio de la historia de las Ciencias Naturales en España y en Hispanoamérica, aprovechando la documentación del Archivo de Indias; en este sentido son de destacar sus investigaciones sobre la obra realizada en América por el botánico gaditano José Celestino Mutis.

Tras la marcha de Francisco de las Barras de Aragón, se encargó interinamente de las cátedras de Zoología y Mineralogía y Botánica **Benito Alvarez Buylla**, profesor de Química de la Facultad de Ciencias y fundador del Instituto del Carbón (Fig. 11).

Al igual que sus antecesores, Buylla publicó en los Anales sus métodos didácticos, y podemos comprobar que, a pesar de su modestia inicial, debió imprimir un cierto cambio liberalizante: «Mi poca práctica no me sugiere procedimientos definitivos; de un día a otro aumento y disminuyo innovaciones. Además, estas clases no son mías y no puedo inaugurar métodos pedagógicos revolucionarios. Estos no se refieren a invenciones propias porque repugna a mi franqueza asturiana el que se crea así. Son recopilaciones, nada más, de algunos de los ya olvidados grandes maestros de nuestra Escuela (...).

«Mi clase es enciclopédica (sistema del inolvidable Leopoldo Alas); cada cuestión se analiza desde todos los puntos de vista y traspasamos muchas veces, en el transcurso de la lección, las fronteras de la Historia Natural.

«El profesor depona su carácter de dómine para hacerse un compañero más de sus alumnos, con los cuales discute; y a las veces lleva la peor parte. En la calle habla con ellos y pasea con ellos, interviniendo en sus discusiones. Este sistema de camaradería da unos excelentes resultados (...).

«Respecto a la parte práctica, se reduce a trabajos de laboratorio siempre con una

amplia libertad de criterio para cada alumno: éste trae el mineral que se le antoje, cogido en la calle, en el campo, en cualquier otro sitio; y ayudado de los utensilios necesarios efectúa su análisis (...).

«Esto es todo. Mis alumnos y yo nos queremos mutuamente como compañeros y esta sugestión recíproca produce tan buenos resultados que son, sin duda alguna, mis clases en las que más se trabaja de toda la Universidad y a pesar de ello tengo, y me honro mucho de decirlo, una asistencia diaria del ciento por ciento.»

Con todo, quizá su más curiosa y llamativa innovación es la que refleja en el siguiente párrafo: «Complemento la clase con el sistema de las actas, debido a mi padre Adolfo A. Buylla, el primer profesor que trajo los procedimientos modernos a nuestra querida Universidad y uno de los que más trabajaron en España, en la América latina y en



Fig. 11.—Benito Alvarez Buylla (1879-1941), profesor de Química encargado interinamente de las cátedras de Zoología y Mineralogía y Botánica (1909-1915).

el extranjero, con sus escritos y con sus enseñanzas para lograr que la Universidad de Oviedo se imponga y pueda exportar su enseñanza a las de allende los mares. Un alumno por día hace una fiel reseña de todo cuanto sucede en la cátedra.»

Y a modo de ejemplo acompaña sus notas con dos de estas actas. De la correspondiente a la clase de Zoología del día 30 de noviembre de 1909, escrita por Carlos Prieto, extraemos algunos párrafos: «Comienza la clase a las once y media en punto, hora de entrada, con asistencia de todos los alumnos, excepto el señor Herrero, que se indispuso a la salida de la clase de Química. Concurren ese día a la clase dos oyentes.

«Lo primero que se hizo una vez empezada aquélla, fue hablar algo acerca del acta hecha para la clase anterior por mi querido compañero señor Pacios y Fuentes; se encargó

de ello nuestro querido profesor señor Buylla, quien encontró que dicha acta estaba copiada en parte de lo que acerca de la lección sobre la cual había de versar dicha acta traía el texto; viéndose también que el señor Pacios copió algo de libros de algún alumno de Medicina.

«Una vez terminado esto, el profesor señor Buylla preguntó la lección a los señores Alberto G. Fernández y Manuel Montaves, encargando al primero de ellos de ir diciendo la lección, y al segundo de corregir las faltas que el primero cometiese.

«La lección trataba de la circulación en general; empezó el señor G. Fernández hablando de la circulación y del descubrimiento de esta función por el médico catalán Miguel Servet; dijo después que en los vertebrados la circulación era doble y completa (en esto debió haber hecho una distinción, pues en el cocodrilo es incompleta); habló también de los vasos por los cuales circula la sangre, como son arterias, venas y capilares (...).

«Al llegar a este punto, el señor Buylla mandóles dibujar en el encerado las figuras representativas de las dos clases de circulación, o sean la doble y la sencilla, encargándose de dibujar la primera el señor Montaves, y la segunda G. Fernández, debiendo hacer la descripción de cada una de ellas. Estando describiéndolas, se levantó el señor Pacios para enmendar la figura hecha por G. Fernández; pero resultó que lo que el primero de dichos señores creía estaba mal era un pequeño detalle sin importancia (...).

«Faltando unos cuantos minutos para la hora de salida, el profesor llama al alumno Alfredo García Lorences para que haga un resumen de la lección, empezando dicho alumno a hablar de la circulación, del corazón, de las clases de circulación, de la circulación linfática y de las válvulas similares (cosa de la cual no se habían ocupado los anteriores alumnos), y una vez terminado dicho resumen, el profesor señor Buylla dio también por terminada la clase, saliendo unos minutos antes de la hora.

«Tanto a los dos primeros alumnos a quienes preguntó, como al encargado de hacer el resumen, se les olvidó hablar algo acerca del pulso arterial; y digo que se les olvidó porque no es fácil que ellos que supieron describir muy bien asuntos más complicados, no supiesen describir este tan sencillo.»

No es posible dejar de reconocer que, por encima de lo que puedan tener de anecdótico, estas actas nos proporcionan un retrato, lleno de sugerencias, de las clases de aquellos años.

Aunque químico, Benito Alvarez Buylla poseía —además de una vocación artística: escribía críticas musicales y poesías bajo el seudónimo de Silvio Itálico— una formación de naturalista y una inclinación hacia temas de esta índole, como demuestran los cursos y conferencias que, desde 1901, impartió en la Extensión Universitaria. Como sus predecesores, también era adicto a las excursiones, y en los Anales está publicada la reseña, escrita por su alumno Eugenio Alvarez Quiñones, de la realizada a la costa de la zona de Avilés el 14 de noviembre de 1909.

En 1905 se había comenzado a pensar en realizar obras de reforma y ampliación del edificio universitario de la calle de San Francisco. Al mismo tiempo se iniciaron las gestiones para adquirir la casa-palacio contigua a la Universidad en la plaza de Cueto, hoy de Riego, propiedad de la familia Fernández Cueto (situada en el lugar que hoy ocupan los seminarios de la Facultad de Derecho); así fue propuesto por el Rector Fermín Canella al también asturiano ministro de Instrucción Pública, Faustino Rodríguez San Pedro, el 12 de junio de 1904, y aceptado por R. O. de 2 de enero de 1908. Por dicha casa se pagó la cantidad de 95.000 pesetas, y en el claustro de 28 de febrero de 1909 ya se pudieron adelantar las previsiones para su derribo y los planos para las obras de un amplio pabellón que albergara las aulas, laboratorios y gabinetes de Ciencias.

Tras seis años sin profesor titular de las cátedras de Mineralogía y Botánica y de Zoología, el 13 de abril de 1915 las ocupó por oposición **Enrique de Eguren y Bengoa**



Fig. 12.—Enrique Eguren y Bengoa (1888-1944), catedrático de Zoología y de Mineralogía y Botánica (1915-1923) y, más tarde, primer catedrático de Biología (1923-1944) y Rector de la Universidad de Oviedo (1929-1930).

(Vitoria, 1888) (Fig. 12), el cual, al cambiar la denominación de las cátedras en 1923, pasó a desempeñar la de Biología. Tras realizar la licenciatura y el doctorado en Ciencias Naturales, había sido Ayudante de la Sección de Ciencias Naturales del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Vitoria de 1912 a 1914.

Eguren, en sus casi treinta años en la Facultad de Ciencias, cubrió un período muy difícil para ésta y para la Universidad en general. Primero, el incendio de octubre de 1934 destruyó casi por completo el edificio universitario de la calle de San Francisco, incluyendo su magnífica biblioteca y el Gabinete de Historia Natural. No obstante, el pabellón de Ciencias no se vio afectado por el incendio, y sus libros tampoco, puesto que estaban excluidos del catálogo general de la Biblioteca Universitaria y situados aparte. Mientras se reconstruía el edificio, las clases se reanudaron hacia mediados de noviembre en el pabellón de Ciencias, y así se pensaba continuar hasta que se pudiera proceder a la ocupación del renovado edificio, que se presumía quedaría listo para el curso 1936-37.

Hay que deducir, repetimos, que la Facultad de Ciencias fue relativamente afortunada, ya que, al estar establecida en un edificio aparte, se vio menos afectada por el incendio. Pero lo que no hizo 1934, lo hizo 1936-39, y al final de la guerra el material de que disponía la Facultad de Ciencias, no sólo aparatos y material de laboratorio, sino también libros, puede decirse que era prácticamente inexistente. No obstante, como dijo Lucas Rodríguez Pire, catedrático de Química Técnica y vicerrector, en el discurso de apertura de 1943, con una prosa sumamente representativa del momento, impregnada del fervoroso espíritu de postguerra, «(...) en estas condiciones, se reanudaron las enseñanzas en 1939, incorporados a sus tareas normales los estudiantes soldados que, cumplida su misión patriótica, dieron reposo a las armas para dedicarse al estudio con el mismo ímpetu con que antes se entregaron a la lucha, con el pensamiento puesto en aquellos de sus compañeros que no asistirán más a las aulas porque ofrendaron su vida en el cumplimiento de su deber». Efectivamente, se reanudaron las clases sin libros, sin material e incluso casi sin aulas, pero «no era (...) oportuno plantear problemas apremiantes de considerable envergadura, por el contrario, urgía dar la sensación de normalidad y tratar de conseguirla realmente al precio de todo género de sacrificios». Y no era oportuno porque «nuevamente se hablaba de supresión de Universidades. Reducido a casi la mitad el escalafón de catedráticos por muerte, desaparición o depuración de los mismos, reducidos los recursos del Estado por el agotamiento que la guerra ocasionó, la consideración del esfuerzo económico que España debía hacer para dotar decorosamente a la enseñanza en todos sus grados y especialmente a la universitaria, que era preciso dignificar sacándola de la pobreza en que vivía, el fuerte poder estatal que había reducido al más absoluto silencio a todo caciquismo regional dominando toda suerte de intereses creados, eran circunstancias que ofrecían la más oportuna ocasión de realizar las varias veces intentada supresión de algunas Universidades para concentrar en las restantes los recursos disponibles». Y tampoco era oportuno hacer reclamaciones económicas porque, al parecer, había varias provincias limítrofes que ofrecían grandes facilidades para trasladar allí la Universidad.

Mientras tanto, en 1934 se habían iniciado las gestiones para construir un nuevo edificio para la Facultad de Ciencias en una parcela del Campo de Maniobras cedida por el Ayuntamiento. Se reanudaron tras la guerra, y en 1941 se consiguió que la Dirección General de Regiones Devastadas tomase a su cargo la construcción del edificio. Pero aún hubieron de sufrirse muchas vicisitudes, hasta el punto de que el nuevo edificio no pudo inaugurarse hasta 1958, según consta en una placa situada en su hall de entrada.

Esta fue, por tanto, la época en que Eguren ocupó la cátedra en la Facultad de Ciencias. Pero además, desempeñó diversos cargos: fue Secretario de la Facultad de 1915 a 1921, año en que fue nombrado Decano y más tarde Vicerrector hasta 1929; el 15 de abril de ese año fue nombrado Rector, cesando por dimisión el 22 de marzo de 1930; pasó

entonces de nuevo a ser Vicerrector, hasta que renunció el 7 de junio de 1931. Ya en la postguerra, fue nombrado otra vez Decano en 1940 y Vicerrector en 1941, cargo que ocupaba aún el 13 de julio de 1944, en que falleció, justamente dos días antes de la inauguración en Avilés del Museo Graña de Historia Natural —de cuyo catálogo era autor—, en la que debería pronunciar un discurso inaugural (precisamente fue sustituido por su compañero y amigo Lucas Rodríguez Pire).

Fue cofundador de la Sociedad Española de Antropología y publicó a lo largo de su vida alrededor de una treintena de trabajos etnográficos y antropológicos sobre temas asturianos y vascos. Pronunció el discurso de apertura del curso 1919-20 de la Universidad de Oviedo, titulado «Las poblaciones pretérita y actual de Asturias», que fue declarado «de mérito relevante» por la Real Academia de la Historia.

Al morir Eguren, se ocupó interinamente de la Biología, a petición de la Universidad, **Francisco Aragón Escacena**, catedrático de Ciencias Naturales del Instituto Femenino de Oviedo (Fig. 13). Anteriormente había sido profesor ayudante con Eguren y catedrático de los Institutos de Avilés, Barcelona y Sevilla. En 1947 fue nombrado, por concurso oposición, profesor adjunto de Biología, puesto que ocupó durante dos periodos de cuatro años. Se jubiló en 1965 y falleció en 1968, habiendo publicado en 1961, en colaboración con José Antonio Martínez Álvarez —hoy catedrático de la E.T.S. de Ingenieros de Minas de Oviedo—, un «Cuaderno de Prácticas de Biología General».

No había, pues, catedrático titular de Biología, por lo que esta asignatura estaba adscrita a la cátedra de Geografía Física (para explicar Geología), ocupada desde el curso 1949-50 hasta el 1960-61 por Noel Llopis Lladó, creador del Instituto de Geología Aplicada de la Universidad de Oviedo y, posteriormente, de la Sección de Geológicas de la Facultad de Ciencias (1958). Otro de los catedráticos de esta Sección, el de Paleontología entre 1961 y 1963, Miguel Crusáfont Pairó, es de obligada mención por su relación con la Biología y su interés por los temas referentes a la evolución.



Fig. 13.—Francisco Aragón Escacena, profesor adjunto de Biología de la Facultad de Ciencias (1945-1965).



Fig. 14.—José Pons Rosell, catedrático de Antropología (para explicar Biología) entre 1962 y 1968.

Al crearse la Sección de Geológicas, volvieron a impartirse las asignaturas de Zoología y Botánica, ausentes en las licenciaturas de Ciencias, en Oviedo, desde 1923. De la Botánica se encargó desde el principio Carmen de la Vega, catedrática del Instituto Masculino, y de la Zoología, el propio Francisco Aragón y, más tarde, el actual catedrático de Paleontología, Jaime Truyols Santonja. La Biología fue impartida, a partir de entonces, no sólo por Aragón, sino también por otros profesores: José Antonio Martínez Alvarez, Jaime Truyols Santonja, María Massoni Romá y José E. Egocheaga Rodríguez.

En enero de 1962, obtuvo la cátedra de Antropología (para explicar Biología) **José Pons Rosell** (Fig. 14), que estuvo en Oviedo entre el 11 de abril de 1962 y el 15 de enero de 1968, coincidiendo al principio con Francisco Aragón, y al final, con los primeros catedráticos específicos de la Sección de Biológicas (1967), Matías Mayor López* y Emilio Anadón Frutos**. Pons Rosell había sido Auxiliar de Fitografía y Geografía Botánica y Biología (1942-43) y de Organografía y Fisiología Animal y Biología General (1943-47) en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona. Doctor en Ciencias Naturales (31 de enero, 1948) con la tesis titulada «Restos humanos procedentes de las necrópolis de época romana de Tarragona y Ampurias (Gerona)». Fue también Adjunto de Fisiología General y Biología (1947 al 53) y Adjunto por concurso-oposición de Antropología y Biología General (enero, 1953) antes de obtener la cátedra de Oviedo.

A su llegada, Pons se encargó de la enseñanza de la Biología y también de la de Zoología y Botánica de la Sección de Geológicas, impartiendo igualmente algunos cursos monográficos del doctorado (de Bioestadística, por ejemplo). Su labor investigadora en nuestra región, dedicada fundamentalmente al estudio de los grupos sanguíneos y los relieves dermopapilares, quedó reflejada en más de una veintena de trabajos, estando dedicados a la antropología de los asturianos varios de los publicados en esta Revista de la Facultad de Ciencias: «Grupos sanguíneos en asturianos» (1964), «Distribución de los tipos de haptoglobinas en la población asturiana» (1967) y «Contribución al estudio de los grupos sanguíneos MN y Rh de los asturianos» (1967), son algunos de ellos.

A Pons correspondió la etapa de gestación de la Sección de Biológicas y a él se debe la distribución de Departamentos en el edificio que se construyó para Biológicas y Geológi-

* Nació en Coreses (Zamora) en 1938 y se licenció en Farmacia por la Universidad de Madrid en 1962, doctorándose en 1965 con la tesis titulada «Estudio de la Flora y Vegetación de las Sierras de Pela, Ayllón y Somosierra», realizada en el Departamento de Botánica dirigido por el profesor Rivas Goday.

Fue Profesor Ayudante y Adjunto de la Cátedra de Botánica de la Facultad de Farmacia de Madrid (62-66) y Encargado de Cátedra en la de Santiago (66-67) antes de obtener la cátedra de Botánica de nuestra Facultad de Ciencias (marzo del 67).

Ayudante Científico del CSIC (1965-67) y Becario del *Instituto Botánico A. J. Cavanilles* (1963-65), de la Comisaría de Protección Escolar para realizar estudios biosistemáticos en la Universidad de Liverpool (1967) y del British Council, como visitador de la Universidad de Reading y de los *Royal Botanic Gardens* de Kew —como F. de las Barras—, en Inglaterra (1974).

** Nació en Barcelona en 1917 y licenciado en Ciencias Naturales por la Universidad de Madrid —donde fue alumno de José Rioja— en 1941, se doctoró en 1948 con la tesis «Estudios sobre el aparato digestivo de los Ephippigerinos (Insecta. Orthoptera)», trabajando en la Cátedra de Fisiología Animal, bajo la dirección de Salustio Alvarado.

Fue Profesor Ayudante de Clases Prácticas de Biología en la Facultad de Ciencias de Madrid (41-42) y Catedrático de Ciencias Naturales en los Institutos de Vigo (1943-59) y S. Isidro de Madrid (1959) antes de serlo de Zoología (Invertebrados no Artrópodos) de esta Facultad (agosto del 67).

Trabajó en el Laboratorio de Biología del Museo de Ciencias Naturales de Madrid (1938 y 39), fue Cooperador del *Instituto de Zoología José de Acosta* del CSIC (1947-57), Profesor Agregado del mismo (1957-65) y Becario del *Instituto Español de Oceanografía* (48-49) y del *Instituto de Investigaciones Pesqueras* (1952-59).

cas —próximo al de Ciencias, que a partir de entonces quedó dedicado exclusivamente a la Sección de Químicas—, aunque por trasladarse a la Universidad de Madrid, donde permaneció unos años antes de regresar a la de Barcelona, no le fue posible llegar a estrenarlo.

Y así llegamos a 1968-69, curso en el que por primera vez se imparten en Oviedo asignaturas específicas de la licenciatura de Ciencias Biológicas (correspondientes al segundo curso de la carrera, ya que el primero era común para todas las ramas de la Facultad de Ciencias), poniendo fin a un largo período caracterizado por la integración de la docencia de la Biología en el conjunto de la de las Ciencias y dando paso a otro en el que la Biología, muy diversificada y ya de manera independiente, comienza a experimentar un notorio desarrollo cuantitativo y cualitativo.

RESUMEN CRONOLOGICO DE LA HISTORIA DE LAS ENSEÑANZAS DE CIENCIAS BIOLÓGICAS EN LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO

- 1608 Inauguración de la Universidad asturiana (21 de septiembre).
1793 Creación del Real Instituto Jovellanos de Gijón.
1836 Traslado de cátedras de la Sociedad Económica de Amigos del País a la Universidad (Facultad de Artes).
1845 Creación de la Facultad de Filosofía, con Secciones de Ciencias Físico-Matemáticas y Ciencias Naturales.
1846 Creación del Jardín Botánico y del Gabinete de Historia Natural.

Catedráticos de Historia Natural y Directores del Jardín Botánico

- 1848 León Salmeán
Ildefonso Zubía
Amalio Maestre
1850 Juan Vilanova y Piera
1857 Creación de la Facultad de Ciencias. Pascual Pastor López
Luis Pérez Mínguez
1860 Supresión de la Facultad de Ciencias.
1871 Supresión del Jardín Botánico.
1895 Restauración de la Facultad de Ciencias (se hace oficial en 1904).

Zoología, Mineralogía y Botánica

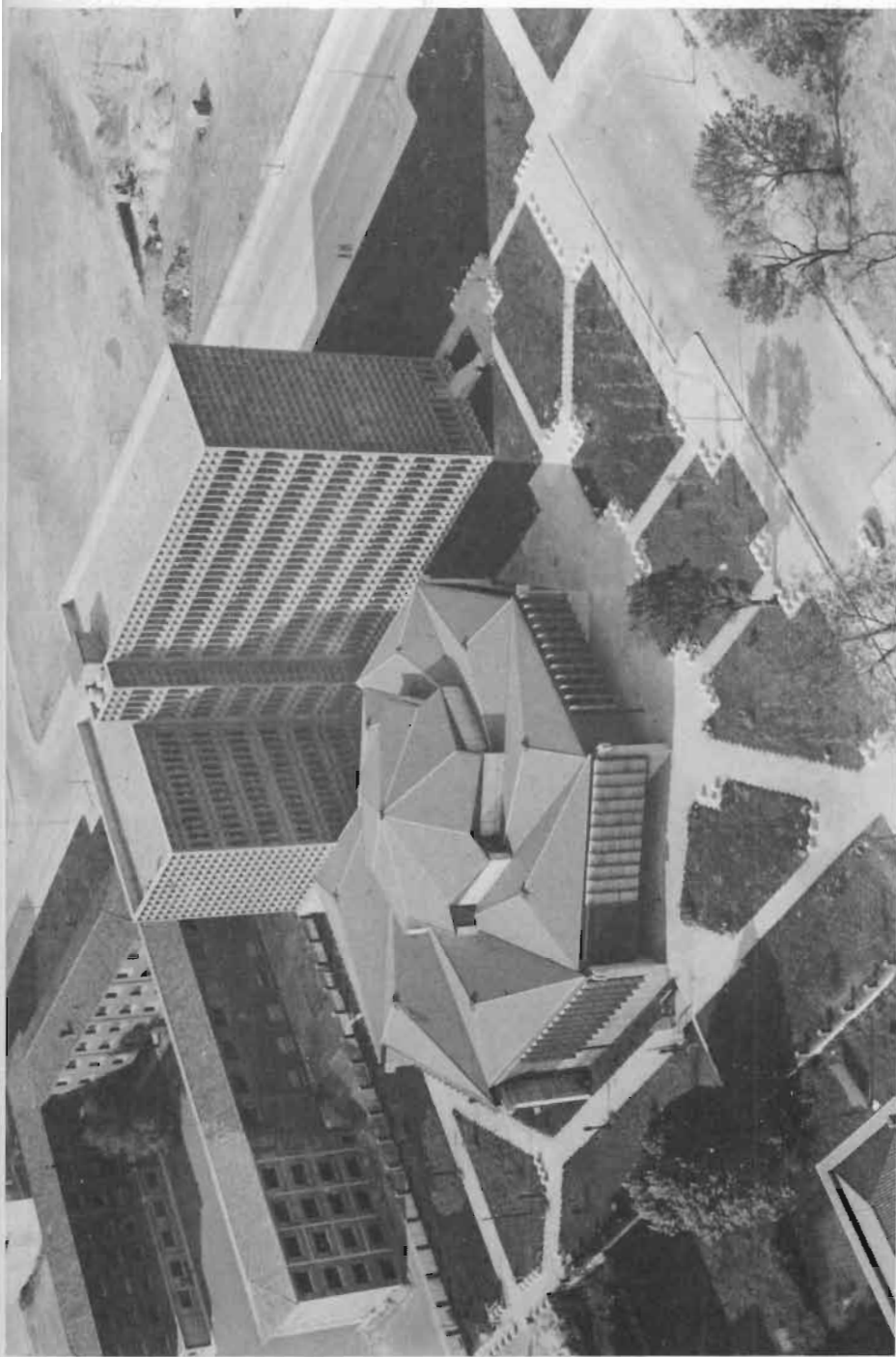
- 1899 Elías Gimeno y Brun (interino)
José Rioja y Martín (catedrático de Zoología y Mineralogía y Botánica)
1905 Arturo Pérez Martín (interino)
1907 Francisco de las Barras de Aragón (catedrático de Mineralogía y Botánica)
1909 Benito Alvarez Buylla (interino)
1915 Enrique Eguren y Bengoa (catedrático de Mineralogía y Botánica y primer catedrático de *Biología*)
Francisco Aragón Escacena (hasta 1965)
1945
1958 Creación de la Sección de Geológicas.
1961 Creación de la Sección de Biológicas (sede en León).
1962 José Pons Rosell (catedrático de *Antropología para explicar Biología*)
1967 Primeros catedráticos específicos de la Sección de Biológicas:
Matías Mayor (*Botánica*)
Emilio Anadón (*Zoología*)
1968 Creación de dos Ramas en la Sección de Biológicas (sedes en Oviedo y León).

AGRADECIMIENTOS

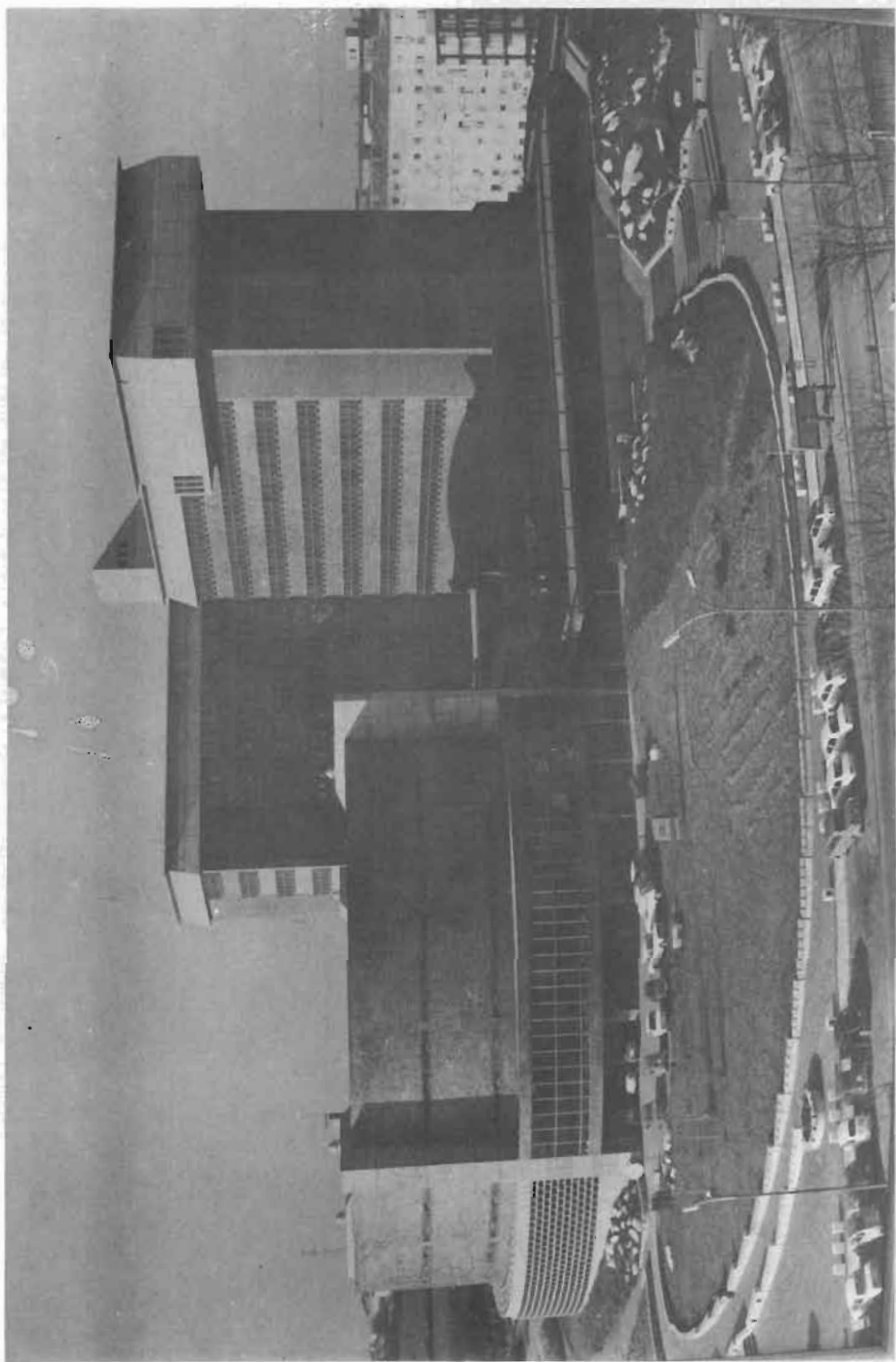
Queremos hacer constar nuestro agradecimiento al doctor Lucas Rodríguez Pire, catedrático jubilado de Química Técnica, por los datos y referencias que rememoró para nosotros acerca de la Facultad de Ciencias a partir de los años treinta y por la completa biografía de Eguren y Bengoa que nos proporcionó; a la familia de Francisco Aragón Escacena, por los datos que de él nos suministró, y a la de Eguren por la foto que publicamos; a don Francisco Serrano por la foto del retrato de León Salmeán, un raro documento gráfico, y al profesor José Benito A. Buylla por la de su padre, Benito Alvarez Buylla; a la doctora Herminia Rodríguez Balbín, directora de la Biblioteca Universitaria, por las facilidades que nos dio para consultar los archivos y volúmenes allí depositados; y en general, a todas cuantas personas aportaron algún dato o nos ayudaron de cualquier manera en la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ALAEJOS SANZ, LUIS (1945).—El profesor don José Rioja y Martín. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.*, 43 (7-8): 327-337.
- ALVARADO, FRANCISCO (1925).—*Crónica del III Centenario de la Universidad de Oviedo (1608-1908)*. Oliva de Vilanova, Impresor. Barcelona.
- ALVAREZ, LLUIS XABEL. (1978).—*La Universidad de Asturias*. Ayalga Ediciones. Salinas (Asturias). *Anales de la Universidad de Oviedo*.
- Año I: 1901.—Establecimiento tipográfico de Adolfo Brid. Oviedo. 1901.
- Año II: 1902-1903.—Establecimiento tipográfico de Adolfo Brid. Oviedo. 1903.
- Año III: 1903-1905.—Establecimiento tipográfico de Adolfo Brid. Oviedo. 1905.
- Año IV: 1905-1907.—Establecimiento tipográfico. Oviedo. 1907.
- Año V: 1908-1910.—Tipografía de Flórez, Gusano y C.^a Oviedo. 1911.
- CANELLA SECADES, FERMÍN (1903).—*Historia de la Universidad de Oviedo y noticias de los establecimientos de enseñanza de su distrito*. Imprenta de Flórez, Gusano y C.^a. Oviedo.
- CUETO ALAS, JUAN (1977).—*Los heterodoxos asturianos*. Ayalga Ediciones. Salinas (Asturias).
- DÍAZ GONZÁLEZ, TOMÁS EMILIO Y FLORENTINO NAVARRO ANDRÉS (1975).—Apuntes para la historia de la botánica astur. *Supl. Cien. Bol. IDEA*, 21: 67-94.
- Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-americana* (1933).—Espasa-Calpe, S. A. Editores. Madrid.
- Gran Enciclopedia Asturiana* (1970).—Silverio Cañada, Editor. Gijón.
- IZQUIERDO TAMAYO, ANTONIO (1958).—Don Francisco de las Barras y de Aragón (1869-1955). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.*, 56: 7-20.
- MELÓN FERNÁNDEZ, SANTIAGO (1963).—*Un capítulo en la historia de la Universidad de Oviedo (1883-1910)*. IDEA, Diputación de Oviedo. Oviedo.
- RODRÍGUEZ PIRE, LUCAS (1943).—*El pasado, el presente y el futuro de la Facultad de Ciencias*. Discurso de apertura del curso académico de 1943-1944 en la Universidad de Oviedo. Talleres tipográficos «La Cruz». Oviedo.
- SELA SAMPIL, LUIS (1974).—La Universidad. En *El libro de Oviedo*. Ed. Naranco. Oviedo.



Facultad de Ciencias: Sede de las Secciones de Biológicas y Geológicas (Jesús Arias de Velasco, s/n).
Obra — como la Facultad de Medicina— del arquitecto I. Alvarez Castelao.



Señe de los Departamentos interfacultativos con Medicina (Avenida Julián Clavería, s/n).

LA SECCION DE BIOLOGICAS DE OVIEDO EN SUS DIEZ PRIMEROS AÑOS RESUMEN HISTORICO

Por
EMILIO ANADON FRUTOS (1)

La Sección de Biológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo, fue creada por O. M. de 12 de julio de 1961 en León, sin consulta previa a dicha Facultad, ni al Rectorado ni, naturalmente, a la Junta de Gobierno de la Universidad.

Hacia años que la Facultad de Ciencias, constituida entonces por las Secciones de Químicas y de Geológicas, deseaba ampliar el abanico de sus estudios a Biológicas y Físicas, dejando para más adelante los de Matemáticas. Pero entendía que, todas ellas, formaban una unidad que debía de ubicarse en la misma localidad para mayor eficacia de sus tareas, e integración de las mismas. La creación de Biológicas en León no satisfizo esta idea, lo que hizo que se iniciaran gestiones para el traslado de la misma a Oviedo. Entendía la Junta de Facultad que, dadas las circunstancias, la Sección de León iba a ser de hecho tutorada y desarrollada efectivamente por una Facultad técnica, como la de Veterinaria, y no con visión de Ciencia pura. Modificaba también la planificación de la ampliación de sus enseñanzas, que estaba elaborada.

Naturalmente, en León, la postura de la Facultad de Ciencias no agradaba, ni tampoco a la Facultad de Veterinaria, que, de algún modo había pedido o patrocinado la solicitud de la misma, con ánimo de diversificar sus enseñanzas, ya que estaba experimentando una grave crisis de alumnado por circunstancias ajenas a ella misma. Tales posturas provocaron fricciones de la Universidad con la ciudad de León, y de las Facultades de Veterinaria y Ciencias en el seno de la Institución. Así como múltiples y variadas gestiones de las autoridades, que trataban de inclinar la balanza a favor de sus criterios.

Lo cierto es que, en aquella fecha, faltaban las infraestructuras que pudieran poner en marcha de un modo inmediato una Sección, tanto en León como en Oviedo. Posiblemente León tuviera ventaja por poder colaborar parte del profesorado de Veterinaria en asignaturas de contenido parecido, disponer de Laboratorios y una buena Biblioteca utilizable parcialmente por la Sección, así como locales infrautilizados. La Junta de la Facultad de Ciencias veía en ello un peligro real, pues entendía terminaría por ser un apéndice de la Facultad de Veterinaria, y una especie de «pariente pobre» dentro de la misma.

La Facultad de Ciencias de Oviedo disponía de mucho menos. Sus locales eran ya insuficientes para albergar Químicas y Geológicas. Tenía un solo Laboratorio de utilización

(1) Director del Departamento de Zoología y Ecología. Ex Decano de la Facultad de Ciencias. Ex Vicerrector de la Universidad de Oviedo.

mixta por Geológicas y Biología del Curso Selectivo. Existían dotadas y cubiertas sólo dos cátedras, la de Antropología (para explicar Biología) ocupada por don José Pons Rosell, y la de Paleontología, por don Jaime Truyols Santonja, ambos catedráticos numerarios, así como dotadas cuatro adjuntías. Y una pequeña Biblioteca de la cátedra de Biología. Los restos del Gabinete de Historia Natural de la Universidad, habían prácticamente desaparecido, como ya señalan los autores del trabajo anterior, sobre los antecedentes de las enseñanzas biológicas en la Universidad de Oviedo.

El Ministerio no terminaba de resolver cuál debía de ser la solución del conflicto, y la Sección no se ponía en marcha. Las partes interesadas tomaban posiciones. La Facultad de Ciencias había pedido y conseguido se dotaran en Oviedo las cátedras de Botánica y Zoología en 1966 y, en esa misma fecha, la creación de cinco Departamentos: Antropología, Botánica, Zoología, Morfología y Fisiología y Microbiología. Estaba en construcción un edificio en Oviedo para albergar Geológicas, Biológicas y dos Departamentos de Físicas. En León, la Facultad de Veterinaria elevaba un piso para alojar a la Sección.

Salen a oposición las cátedras creadas, y se cubren en 1967 la de Botánica por don Matías Mayor, y en el mismo año, unos meses después, la de Zoología por el que esto escribe. Las asignaturas se impartían ya en Geológicas.

El 27 de julio de 1968 una O. M. da una solución salomónica al conflicto. Se crean dos Secciones, una de modalidad de Biología general en Oviedo, y otra de Biología animal en León. Se trataba de ver cuándo se podrían poner en funcionamiento.

Para esto, el Mfco. y Excmo. señor Rector de la Universidad, don José Virgili, convocó en septiembre de 1968 una reunión a la que asistieron los Decanos de Ciencias y Veterinaria, el Vicedecano de esta última, y los doctores Mayor y Anadón. Unos meses antes se había trasladado a Madrid el catedrático de Antropología, que había trabajado intensamente para organizar y conseguir la Sección de Oviedo, motivo por el que no asistió. Se cambiaron impresiones sobre cuándo debían comenzar en su segundo curso, puesto que el primero era el Selectivo común a Ciencias y Veterinaria. Los representantes de León eran partidarios de retrasar la entrada en funcionamiento del mismo, si bien sostenían debían empezar ambas modalidades simultáneamente. Los de Oviedo creían conveniente comenzar en el curso que se iniciaba en octubre, el 68-69. Finalmente, esto último fue lo que se acordó.

El edificio de Oviedo estaba a punto de terminarse, y podría ser utilizado dentro del curso. La ampliación de León estaba más atrasada. Faltaba material para los laboratorios, sobre todo en Oviedo, así como Biblioteca suficiente.

Rápidamente se hicieron presupuestos para la adquisición de dicho material y se presentaron al Ministerio por importe de 21 millones para Oviedo y 6 millones aproximadamente para León; que no eran necesarios todos de un modo inmediato, sino paulatino, conforme las Secciones se fueran desarrollando. En el año 69 se concedieron los primeros créditos, de 6 millones para Oviedo y de 1,5 para León, que permitieron la adquisición del material más indispensable para los Departamentos que impartieron las asignaturas del 2.º curso. Las cantidades sucesivas se fueron concediendo en su totalidad, si bien siguieron con un «defase» de un año de retraso sobre el que se creían necesarias. Las Secciones empezaban a tener material y comenzaban a poder trabajar aceptablemente en prácticas e investigación. No obstante, las personas que se iban incorporando a los Departamentos notaban falta del material adecuado para sus líneas de trabajo, por lo que hacían nuevas peticiones que total o parcialmente eran paulatinamente aprobadas. Los suministros Centrales del Ministerio hicieron también un envío importante de material de investigación, por lo cual se puede calcular en unos 50 millones de pesetas el importe del que actualmente existe, en parte común con las restantes Secciones de la Facultad. Esto último referido a la Sección de Oviedo. La primera unidad importante que se instaló fue un

microscopio electrónico modelo 300-M, Philips, con el que se han realizado más de 12 Tesis. Después uno de Barrido, también Philips, cámaras calientes y refrigeradas, ultracentrífugas refrigeradas, Warburgs, colorímetros, cromatógrafos, invernaderos, pequeño biotherio, estufas, fotomicroscopios, contador Gamma, etc., etc. No obstante, en la actualidad se han realizado nuevas peticiones, ya que no todos los laboratorios están suficientemente equipados.

El segundo curso de la carrera se inició, pues, simultáneamente en León y Oviedo en el año 68, puesto que, como indicamos anteriormente, el primero era común a las otras Secciones. La matrícula de Alumnos Oficiales fue muy desigual: En León se matricularon 4, en Oviedo 55. Desproporción que se palió en parte con la matrícula libre, ya que algunos profesores de la Facultad de Veterinaria animaron a sus compañeros a iniciar Biológicas, y espontáneamente hicieron lo mismo licenciados en Farmacia y en Medicina, especialmente en León, pero también algunos en Oviedo.

De ahora en adelante nos vamos a referir exclusivamente a la Sección de Oviedo, ya que el número de la Revista en que se publica, está dedicado a ésta.

En el Cuadro I se puede observar en grandes líneas la marcha de las dotaciones de profesorado en relación con los cursos en que empezaban a impartirse las enseñanzas de las asignaturas fundamentales. Aunque se puede considerar bastante satisfactoria dadas

CUADRO I

FECHA	Año iniciación FUNCION	DOTACIONES	
		Cátedras	Agregaciones
1947	1947	Biología	
1961	1961	Antropología (Biol.)	
12-7-61	1968	Sección de Biológicas de León	
1964	1964	Paleontología	
1966	1966	Departamento de Antropología	
1966	1967	Dptos. de Botánica y de Zoología	
1966	1968	Dpto. de Morfología y Fisiología	
1966	1969	Dpto. de Microbiología	
1966	1967	Botánica	
1966	1967	Zoología	
27-7-68	1968	Secciones de Biológicas de León y Oviedo	
1970	1968	Bioquímica	Citología
1970	1970	Genética (Desd. Antropología)	
1971	1970	Microbiología	Fisiología general
1971	1971		Fisiología vegetal
1971	1972		Ecología
1973	1970		Fisiología animal (Desd. Fisiol. general)
1973	1973	Reestructuración de Departamentos, con creación de interfacultativos con Medicina: Botánica y Fisiología Vegetal, Zoología y Ecología, Bioquímica (Int.), Microbiología (Int.), Morfología microscópica (Int.), Fisiología animal (Int.), Anatomía y Antropología (Int.).	
1975	1970		Fisiología vegetal
1975	1972		Antropología
1975	1968		Botánica (Criptog.)
1975	1969		Zoología (Cordados)

las características del funcionamiento de la Administración, se puede observar que, de nueve asignaturas, la dotación de *Cátedras* y *Agregadurías* se retrasó un curso la de 6. Y Genética fue dotada a tiempo por cambio de la Antropología, que había quedado vacante y no era tan indispensable. Las peticiones se habían realizado a tiempo. Su concesión se retrasó casi siempre un año. A la vez se iban dotando paulatinamente *Adjuntías*, por lo que, en la actualidad, el número y distribución de las plazas, si no enteramente satisfactorio y suficiente, es bastante racional.

Una cosa era dotar plazas y otra muy distinta conseguir personal numerario o interino que las ocupara. Las dificultades eran muy grandes por retraso en las convocatorias de traslado, acceso u oposición de tales plazas y de los dictámenes o realizaciones de las mismas. No existían en la región doctores especialistas en las materias que pudieran encargarse de las plazas interinamente, y los problemas, aunque resueltos, fueron graves en los primeros cursos. Podemos decir que el único especialista que acudió a las llamadas numerosas que se hicieron, por carta personal o por teléfono, para ocupar una plaza creada, a tiempo de iniciarse los estudios, fue el doctor don Miguel Morey en Ecología. En todos los restantes casos, salvo en Botánica y Zoología que estaban previamente dotadas y cubiertas, el curso se inició sin dotarse siquiera la plaza. La inestimable colaboración de doctores no especialistas en la materia a impartir, y de algunos licenciados, permitió que se salvaran tales baches y que las clases se impartieran con aceptable normalidad. Una idea de estas dificultades da el Cuadro II, en el que figuran esquemáticamente los Departamentos que impartían docencia, las fechas en que comenzaron sus enseñanzas, la creación o transformación de los mismos, los primeros profesores que impartieron la asignatura inicial, los numerarios que ocuparon los puestos, los que se trasladaron, y las plazas ocupadas en la actualidad. Volveremos después sobre estas dificultades.

Se inició la Sección en condiciones de espacio estrechísimas, en el edificio que actualmente ocupa la Sección de Químicas, que alojaba además Geológicas. Pero aquel mismo curso la empresa constructora del nuevo edificio, todavía sin entrega oficial, autorizó el traslado de la Sección, con el consiguiente alivio. Las primeras prácticas se comenzaron ya aquel curso en él, aprovechando al máximo el escasísimo y variado material que tenía el Departamento de Antropología.

Los locales resultaban suficientes de momento, aunque tenían la grave deficiencia de carecer de espacio para una biblioteca general y sala de estudio. Esto fue paliado en parte por utilización de los libros depositados en cada Departamento, y por la utilización de los respectivos seminarios por los alumnos. Pero con la entrada en funcionamiento de los nuevos Departamentos, se tuvieron que ocupar los locales reservados para los dos Departamentos de Físicas del edificio.

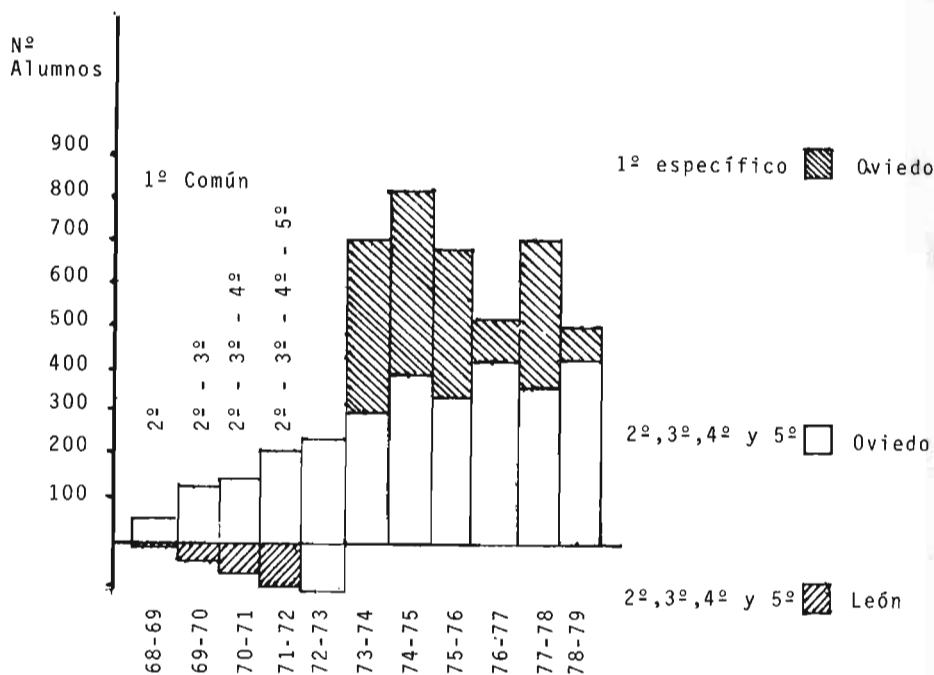
En el año 71 la situación empeoró gravemente al comenzar a funcionar la nueva Facultad de Medicina, que lo hizo en los locales de Biológicas. No había materialmente espacio para nada, el número de alumnos resultaba escandalosamente excesivo para que pudieran disfrutar de las mínimas comodidades. Pero existían perspectivas de que la nueva Facultad de Medicina tendría edificio propio con relativa rapidez. El año 75, se trasladaron las clases de Medicina y el Departamento de Anatomía y Antropología a su nuevo edificio, con lo que se alivió bastante la falta de espacio. Pero ha sido precisamente este año 78 el que ha permitido una notable expansión: Los Departamentos que el año 72 se habían convertido en interfacultativos entre Biológicas y Medicina, se trasladan a los locales de esta última Facultad, mucho más amplios. En el edificio de Geológicas y Biológicas, los dejados por ellos sirven para la expansión de los que quedan, viéndose más que duplicada la superficie total utilizada por toda la Sección. Es cierto que la solución dada a la falta de espacio no satisface plenamente, pues los edificios están muy alejados y se ha perdido unidad de acción en cierto modo. Pero no se podía seguir como se estaba.

El número de alumnos oficiales que estudiaban en conjunto en los distintos cursos, en Oviedo, fue creciendo con la implantación sucesiva de los nuevos cursos hasta el 71-72 en que terminó la primera promoción, siguiendo el crecimiento con cierta regularidad hasta el 74-75, en el que el número de alumnos se estabiliza prácticamente a un nivel fluctuante. El detalle de esta marcha se puede seguir en el Cuadro III. No hemos contado

CUADRO III
Matrícula de alumnos oficiales

Curso	Primer curso	Oviedo		León
		2.º, 3.º, 4.º y 5.º cursos		2.º, 3.º, 4.º y 5.º cursos
68-69	Común	55		4
69-70	Común	145		48
70-71	Común	159		74
71-72	Común	217		95
72-73	Común	245		110
73-74	395	317		-
74-75	434	398		-
75-76	303	404		-
76-77	178	342		-
77-78	294	422		-
78-79	123	371		-

Curso 78-79. Alumnos oficiales en cada curso
1º, 123; 2º 132; 3º, 75; 4º, 83; 5º, 91



en él más que los alumnos que se matricularon oficialmente. Son en realidad los que siguen la carrera de una forma aceptable. Los libres-oyentes, aproximadamente un tercio de los oficiales, representan en su casi totalidad alumnos a los que les quedan asignaturas pendientes en número de tres o superior; siguen los estudios con irregularidad, aunque, finalmente, muchos terminen Biológicas, con uno o varios años de retraso.

En general, el profesorado opinaba que el nivel de los alumnos que comenzaban el segundo curso de Biológicas era bastante bueno. Nivel que sufrió un bajón considerable cuando los nuevos planes de estudio suprimieron el curso Selectivo y las prioridades de asignaturas. De todos modos, un buen grupo de cada curso siempre ha tenido indudable interés, vocación y calidad. Por ello, los primeros licenciados en los cursos 71-72, 72-73 sirvieron fundamentalmente para reclutar el necesario profesorado ayudante de clases prácticas y algún encargado de curso, con lo que los Departamentos adquirieron entidad. Posteriormente, sólo algún licenciado aislado va sustituyendo o incrementando estas categorías.

Aunque desde el primer momento de la entrada en funcionamiento de cada Departamento se comenzaba a trabajar en Tesis doctorales, lo cierto es que, tras la primera generación de licenciados, el número de los que las hacían y leían se incrementó notablemente. En las relaciones de cada Departamento se puede comprobar el hecho.

La primera Tesis Doctoral leída en la Facultad fue la de don José E. Egocheaga, de Antropología, realizada bajo la dirección del doctor don José Pons, primer catedrático en realidad de la Sección, que obtuvo la máxima calificación. Tras ella se leyeron otras de profesores precedentes de otras Universidades que la realizaron en ésta.

Debemos de destacar que, a los tres años de haber terminado su licenciatura la primera promoción, empezaron a leerse sus tesis. Fue la primera la de don Tomás E. Díaz, de Botánica, dirigida por el doctor don Matías Mayor, también calificada con la máxima nota, en 1975. En aquel mismo año se leyeron otras dos, la de doña Guadalupe González Baschwitz y don Juan Luis Martínez Alvarez en Zoología, lo que indicaba que la anterior no representaba algo aislado, sino que empezaba a dar fruto la Sección.

Precisamente dos de los citados obtuvieron en 1977 plazas de profesores adjuntos, en esta Sección. El ciclo está casi cerrado y esperamos con confianza que en poco tiempo tengamos catedráticos formados íntegramente en ella, si bien ya tenemos doctores con tesis realizadas y leídas en la Sección y que han ganado oposiciones a profesores agregados, algunos de los cuales podría haber sido catedrático si hubiera deseado trasladarse.

No debemos olvidar tampoco que son ya bastante numerosos los licenciados por la Sección que han ganado cátedras y agregadurías de Institutos de Bachillerato, que son profesores no numerarios de los mismos o de otros centros docentes estatales y no estatales, y menos los que trabajan en centros de investigación o en la industria.

Como se puede comprender a la vista de lo expuesto anteriormente, el desarrollo de la Sección estuvo lleno de deficiencias y dificultades, que sólo con buena voluntad podían irse resolviendo. Y tenemos que manifestar que ésta nunca faltó por parte de alumnos, profesores y autoridades. Tales dificultades se vieron incrementadas por las abundantes situaciones conflictivas de la Universidad en estos 10 años, que, de génesis indudablemente política casi siempre, aprovechaban toda deficiencia o malestar para incrementar, a veces casi inventar, los problemas.

Ciertamente que el profesorado, con alguna excepción, no había podido ser seleccionado adecuadamente, lo que se traducía en deficiencias de las que los alumnos protestaban, en lo que tenían cierta razón, pero que no podían subsanarse con facilidad. En un caso, al comenzar a impartirse una asignatura cuyo nombre no hace al caso, por primera vez, la protesta de los alumnos por las clases que se daban motivó la renuncia del profesor que había sido propuesto a falta de otro y su sustitución a principios del curso.

En esta primera promoción se impartieron todas las asignaturas en el año correspondiente. No así en la segunda, en la que la de Genética se impartió al año siguiente del que le correspondía. Vale la pena examinar lo ocurrido: No habiendo conseguido el Decano que era el que esto escribe, a pesar de sus numerosas gestiones, reclutar un profesor especialista en la materia, no tuvo más solución que encargarse él mismo de la asignatura, cosa aceptada a regañadientes por muchos alumnos. El curso siguiente tampoco pudo resolverse el problema, y la solución del anterior fue protestada por un grupo numeroso de alumnos. Ante ello, sus afirmaciones de que lograrían encontrar profesor adecuado y, el indudable esfuerzo que me costaba la preparación, se dejaron de dar las clases a la espera de que los alumnos consiguieran el profesor, cosa que, naturalmente no lograron en aquel curso. Afortunadamente, en el siguiente ingresó por oposición el doctor Rubio en la Cátedra y se solucionó el problema, impartándose la asignatura que faltaba en el último curso de la carrera.

De todos modos, a pesar de estos problemas, de la agitación universitaria, de una protesta materializada al Rector sobre las deficiencias del profesorado, de la falta de biblioteca, de salas de estudio, de material en algunos departamentos, etc., las asignaturas se impartieron con bastante regularidad. Se puede afirmar que más del 80 % de las clases y prácticas programadas fueron dadas, cosa no muy común en aquellos años. Y que, a pesar de todo, la Sección se caracterizó desde el principio por una seriedad en el trabajo elogiabile, que admitía comparación con cualquier otra de Universidad española.

A la vez, en estos años se realizaba investigación y publicaba, como se puede comprobar simplemente revisando los trabajos de cada Departamento.

Todo lo expuesto anteriormente quiere decir que la Sección está en marcha «normalmente», no que sea algo excelente y ya no posible de mejorar. Como en todo organismo vivo existen problemas, necesidades, disfunciones, deficiencias, etc., muchas de ellas, casi todas, atribuibles a la imperfección humana, solo utópicamente eliminables en consecuencia. Lo que no quiere decir que no se puedan aliviar mucho o poco, según los casos.

Precisamente el curso 77-78 la Comisión de Actividades Culturales de la Sección realizó una encuesta bastante completa entre los alumnos sobre una serie de puntos interesantes. Encuesta que, pese a deficiencias del muestreo, a las cautelas que los mismos alumnos desean hacer resaltar, y a la elaboración de los resúmenes de datos realizadas por mí sin excesivas preocupaciones de un exacto peso estadístico, pueden dar una idea de la situación de la Sección según la opinión de los alumnos.

Debemos precisar que representa un «transecto» en el tiempo de la «población» de alumnos de dicho curso, en la cual según opinión de los profesores y los resultados de sus calificaciones existen diferencias muy notables entre los distintos años.

Los propios encuestados desean que se diga lo siguiente: los resultados sólo pueden entenderse como un índice parcial del sentir de los alumnos, y esto por las siguientes causas:

1.-El muestreo no fue perfectamente al azar, ya que se realizó en un mes en el que el índice de asistencia a clase es tradicionalmente bajo y, por tanto, no se conoce la opinión de gran parte del alumnado que posiblemente alteraría los resultados de la encuesta.

2.-Del número de encuestas entregadas, sólo fueron contestadas el 50 % aproximadamente. Esto, sumado a lo anterior representa aproximadamente un tercio de los alumnos de la sección.

3.-Los alumnos sólo podían opinar respecto a las cuatro asignaturas del curso completo en el que se habían matriculado, quedando fuera de la encuesta todos los que repetían la asignatura.

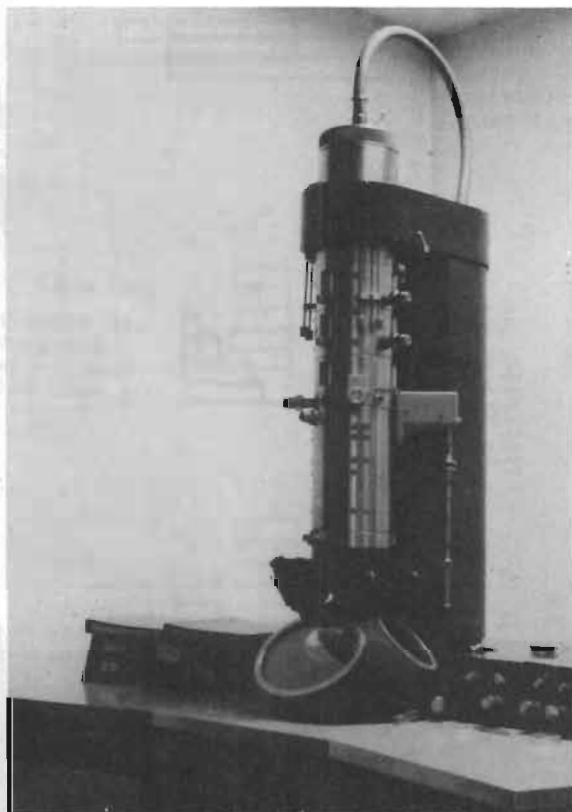
Como conclusión, esta encuesta puede dar un índice de fiabilidad relativamente

grande de lo que piensan los alumnos que asisten regularmente a clase todo el curso, y que están matriculados por primera vez en una asignatura.

Añadamos que faltan datos de unas 12 asignaturas y que sólo 20 han sido analizadas.

Los resultados generales se resumen gráficamente en el Cuadro IV, con el que cerramos este resumen histórico de diez años:

Como era de esperar, da resultados predominantemente críticos, dado el natural deseo de perfección de la juventud. Su interpretación no creemos deber hacerla. Únicamente resaltaremos que el «nivel» de las asignaturas está «calificado» en conjunto como «Regular inclinándose a Bien». Es quizá la «NOTA» que convenga a la Sección actualmente.

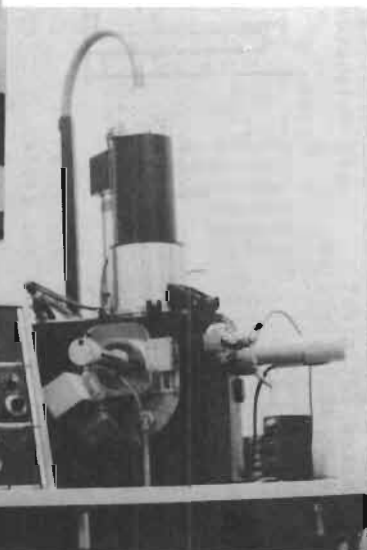


MICROSCOPIOS ELECTRONICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS:

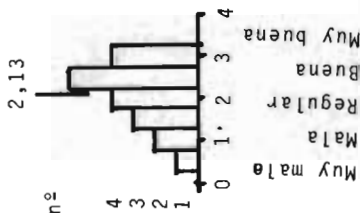
Microscopio E. de Transmisión
PHILIPS EM 300



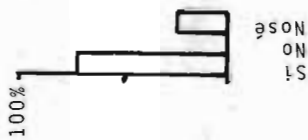
M. E. de Barrido (Scanning)
PHILIPS PSEM 500



Calificación de las Asignaturas dentro del nivel medio de la Sección



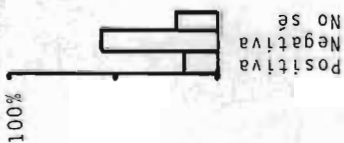
Crees que existe falta de coordinación entre los Departamentos



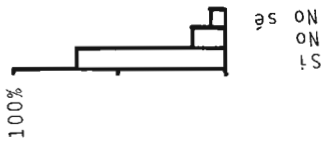
Cree que existe coordinación entre las Asignaturas



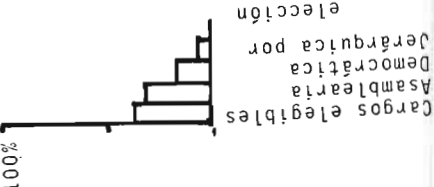
Cree que la figura del Catedrático es en el Departamento



Cree que debe de participar en la Programación



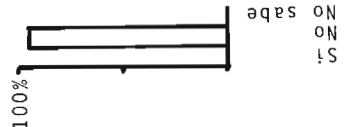
Si crees que la figura es negativa, que organización darías



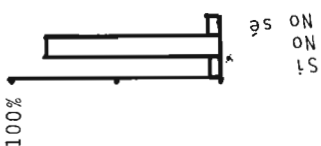
A qué se presta mas atención en los Departamentos



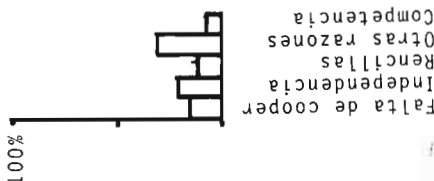
Suficiente información sobre investig. en Depart.



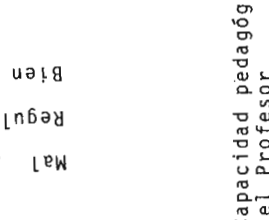
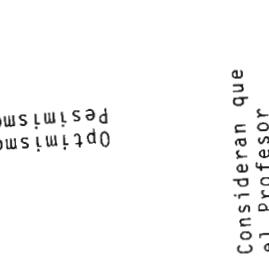
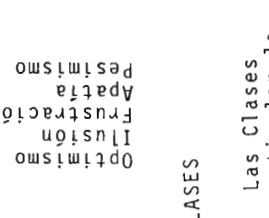
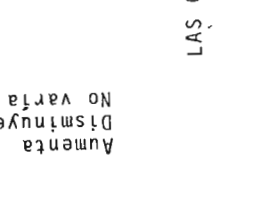
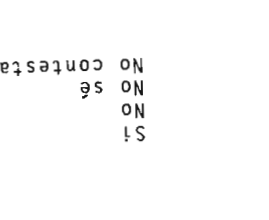
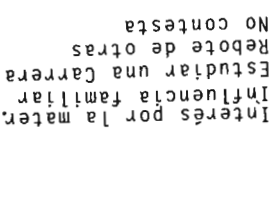
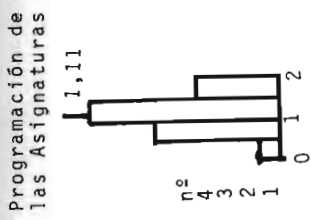
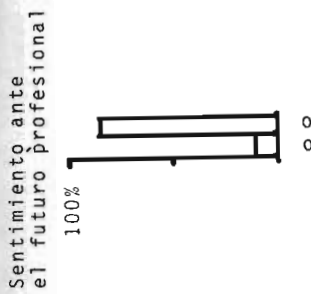
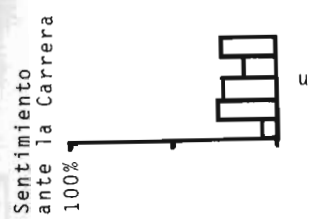
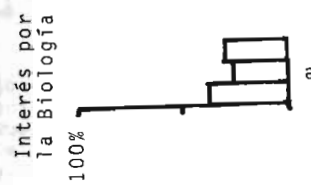
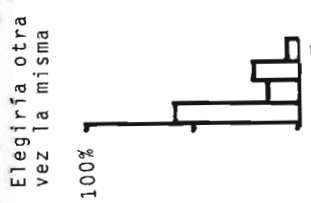
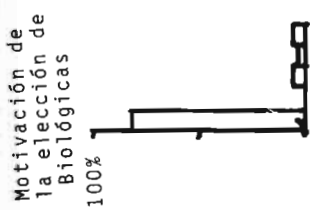
Crees coherente el actual Plan de Estudios



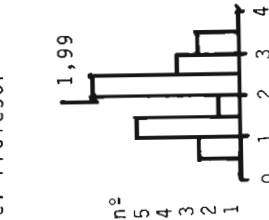
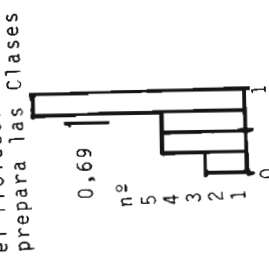
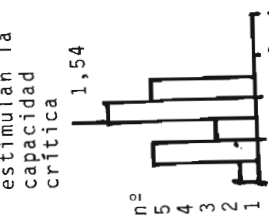
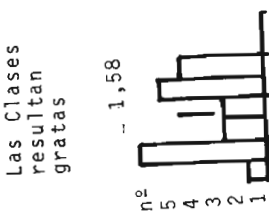
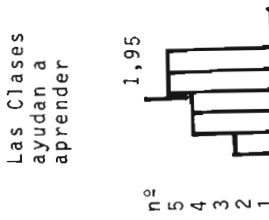
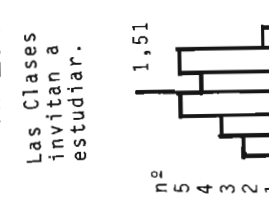
A que se debe la falta de coordinación entre Departamentos



ELECCION DE CARRERA Y SATISFACCION QUE PROPORCIONA LA MISMA

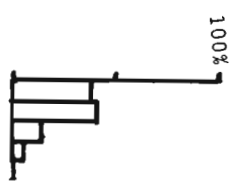


LAS CLASES

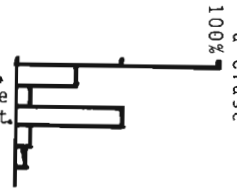


LAS CLASES Y LOS EXAMENES

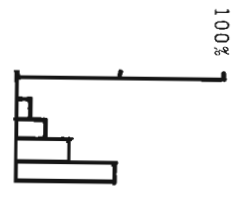
Asistencia a Clase



Motivación para asistir a Clase



Participación en la Clase



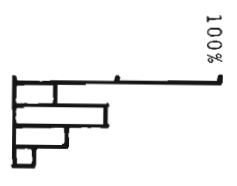
Interés por la Asign., Forma de dar la Clase, Interés por los apuntes, Costumbre, Otras razones

Otros medios de valoración que consideres mejores que los Exámenes

Mucho, Bastante, Medianamente, Poco, Nada

Grupos de trabajo, Relación Prof-Alum., Seminarios, Menos alumnos en Clase, Ninguno, Valoración continua, Trabajos personales

Razón fundamental de no participación



Profesor, Distancia Prof-Al, Yo mismo, Otras razones

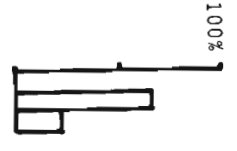
Eres partidario de Grupos de trabajo y Seminarios como alternativa a exámenes

Críticas, Dogmáticas, Otras

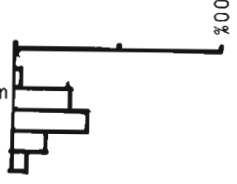
Actitud del Profesor



Creer que las Clases son



Creer que los Exámenes son.

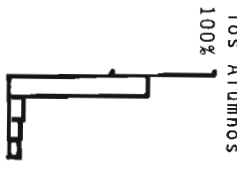


Mejor medio de valoración, Necesarios, No representativos, Mal menor, Otros

Defectos de las Clases debidos a

Masificación, Desinterés de los Al., Nivel muy alto, Desinterés del Prof., Mala Programación, Escasos medios

Creer que los Exámenes deben de controlarlos los Alumnos



Si, No, No sé, No contesta

Prácticas. Con los medios de que se dispone ¿Se podrían dar mejor?

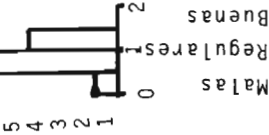
Actitud del Alumno ante las Prácticas

Prácticas

0,82

Malas
Regular
Buenas

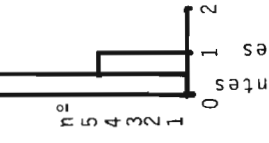
nº
5
4
3
2
1
0



0,26

Insuficientes
Suficientes
Excesivas

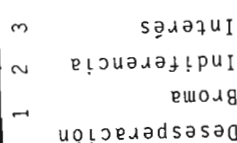
nº
5
4
3
2
1
0



1,95

Desesperación
Broma
Indiferencia
Interés

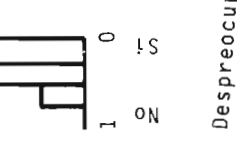
nº
5
4
3
2
1
0



0,31

No
Sí

nº
5
4
3
2
1
0



Despreocupado

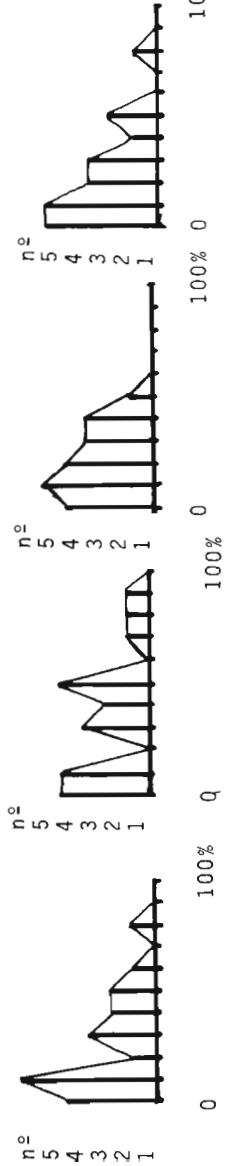
ACTITUD DEL PROFESORADO EN CADA ASIGNATURA EN % DE OPINIONES

Imperativo

Ausente

Abierto al diálogo

Preocupado



DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE BIOQUIMICA (1)

(Director: Prof. Dr. Santiago GASCON MUÑOZ)

BIOQUIMICA

El Departamento de Bioquímica fue creado en la Facultad de Ciencias en 1966 y comenzó a funcionar provisionalmente en el de Química Orgánica de la Sección de Químicas en el curso 68-69, siendo su director interino el Prof. PERTIERRA PERTIERRA debido al traslado, sin haber tenido ocasión de impartir una sola clase en Oviedo, del Prof. E. SANTIAGO CALVO, primer catedrático titular.

En el curso 1969-70 se inauguró el nuevo edificio de Biológicas-Geológicas, ubicándose Bioquímica en la 5.^a planta y pasando a ser catedrático interino encargado de la organización del Departamento el Dr. GARCÍA BAO, bajo la dirección del Dr. PERTIERRA y con la colaboración, como adjunto interino del Dr. CORREDOIRA AMENEDO.

Se impartían las asignaturas de **Bioquímica I** y **Bioquímica II** (2.^o y 3.^{er} cursos de la Licenciatura en CC. Biológicas).

En el curso 70-71 se encargó de la dirección y enseñanza el agregado interino Dr. SANCHEZ RAMOS. En este curso comenzó también a funcionar la Facultad de Medicina, provisionalmente en el edificio Geológicas-Biológicas y se impartió, en consecuencia, la asignatura de Bioquímica correspondiente a la Licenciatura de Medicina.

La línea de investigación seguida eran estudios de la acetilcolinesterasa, presentándose una comunicación en la XVII Reunión de la Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas (ver Apéndice).

En los cursos 71-72 y 72-73 fue director del Departamento el catedrático Dr. BOZAL FES, impartándose como asignatura de doctorado la de **Enzimología** y realizándose las siguientes *Tesinas de Licenciatura*:

Estudios sobre las actividades uricásica y xantinoxidásica en vísceras de bóvido y suido (SUÁREZ RENDUELES, M. P.).

Interacciones de tensoactivos sobre subtilproteasa (GONZÁLEZ FLÓREZ, M. I.).

Efecto de la temperatura y de la humedad sobre subtilproteasa (FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M. P.).

(1) Notas previas:

- El orden establecido para los 12 Departamentos o Cátedras, sigue un criterio comparable a los «niveles de organización», yendo desde el nivel molecular contemplado por la Bioquímica hasta ciencias de síntesis como la Ecología y Antropología, finalizando con una de interés común a todos: la Bioestadística.

- Las dotaciones mencionadas para los Departamentos interfacultativos son las correspondientes a la Facultad de Ciencias solamente.

Acciones de la xantinoxidasa de hígado de bóvido (CORRAL ZAPICO) y Activación de subtiloproteasa por cationes mono y divalentes (MARCOS MARTÍNEZ, A.).

En el curso 73-74 se hace cargo de la dirección del Departamento Interfacultativo (Ciencias-Medicina) de Bioquímica el Prof. Agregado Dr. GASCÓN MUÑOZ, catedrático posteriormente de dicha asignatura.

Colaboran en el Departamento los doctores GARCÍA BAO, GARCÍA-OCHOA JUANES, MORENO SANZ (Adjunto titular actualmente), RAMOS GONZÁLEZ, SÁNCHEZ LAZO, SUÁREZ RENDUELES y HERRERO, así como varios profesores ayudantes de clases prácticas.

En el curso 73-74 se imparten enseñanzas de **Bioquímica I y II, Química para biólogos** y el curso monográfico de doctorado **Mecanismo de acción de los enzimas**, en la Facultad de Ciencias.

En el 74-75, además de las anteriores, la de **Bioquímica** (2.º curso de Biológicas, plan 1973) y el curso de doctorado **Biología molecular**.

En el 75-76 el curso monográfico de doctorado desarrollado es el de **Enzimología** y en el 76-77 el de **Purificación de enzimas**, además de impartirse la **Ampliación de Bioquímica** en 4.º curso de Biológicas.

En el curso 1977-78 las asignaturas son las mismas para Medicina y en Ciencias se imparte, además, **Enzimología** (5.º curso, Sección Biológicas) y Bioquímica (5.º curso, Sección Químicas, especialidad de *Química Orgánica*).

Actualmente el Departamento ocupa la 4.ª planta del edificio destinado a Facultad de Medicina, en la Avenida Julián Clavería.

Las líneas de investigación seguidas son las siguientes:

1.-Enzimas exocelulares de levaduras.

- a) Síntesis y secreción de la invertasa.
- b) Características de la fosfatasa ácida.
- c) Regulación de la síntesis de la α -galactosidasa.

2.-Estudios sobre la hexoquinasa y la galactoquinasa de levaduras.

- a) Formas moleculares de la hexoquinasa.
- b) Regulación de la síntesis de la galactoquinasa.

3.-Estudios estructura-función de receptores de membrana.

- a) Receptor de la toxina colérica en células intestinales y su relación con la adenilato ciclasa.
- b) Efecto de la toxina tetánica sobre las membranas sinápticas.

4.-Estudios sobre la estructura y función de la toxina «Killer» de levaduras y de su receptor en la superficie de las células sensibles.

Han sido leídas las *Tesis Doctorales* de los profesores

F. MORENO.-«Formas moleculares de invertasa». Facultad de Farmacia, Universidad de Madrid. 1974.

P. S. LAZO.-«Purificación y caracterización de la α -galactosidasa de *Saccharomyces carlsbergensis*». Facultad de Ciencias, U. de Salamanca. 1975.

P. HERRERO.-«Vesículas de levaduras. Su papel en la secreción de enzimas exocelulares». Facultad de Ciencias, U. de Oviedo. 1977.

M. P. SUÁREZ RENDUELES.-«Estudio sobre la α -galactosidasa de *Saccharomyces*». Universidad de Oviedo, 1977.

F. ALVAREZ MENÉNDEZ.-«Estudio y caracterización de catalasa en levaduras». Universidad de Oviedo, 1977.

...y las *Tesinas de Licenciatura*: « α -galactosidasa de *Saccharomyces carlsbergensis*. Estudios funcionales» (A. RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1976) y «Acción del acetato de fenil mercurio sobre la α -galactosidasa de levaduras» (I. COSENT AGUÍNACO, 1977).

SINTESIS DE LA INVERTASA Y LA α -GALACTOSIDASA POR LEVADURAS

Por
F. MORENO, P. HERRERO

y
S. GASCON
Departamento Interfacultativo de Bioquímica.
Universidad de Oviedo.

INTRODUCCION

La invertasa y la α -galactosidasa presentan en la célula de levadura un mecanismo de regulación de su síntesis diferente. La invertasa es un enzima reprimible el cual solamente se sintetiza cuando los niveles de hexosas en el medio de cultivo son bajos (1), mientras que la α -galactosidasa es un enzima inducible (2) el cual solamente se sintetiza activamente cuando un inductor está presente en el medio de cultivo.

La adición de glucosa a un cultivo de células de levadura, produce la detención de la síntesis de un grupo de enzimas, fenómeno conocido como «represión catabólica» (3) pero también otro grupo de enzimas muestra un descenso en su actividad, fenómeno conocido como «inactivación catabólica» (4). Cuando nosotros estudiamos estos fenómenos en la invertasa y α -galactosidasa de levaduras, pudimos observar, que ambos enzimas sufren el fenómeno de represión catabólica pero no el de inactivación catabólica.

Hasta el momento, no se conocen con exactitud las bases moleculares que rigen la represión catabólica. Se podría suponer, que los niveles intracelulares de algún metabolito de la glucosa podrían regular la expresión de algunos genes del genoma de la levadura. En este sentido, un nivel intracelular bajo de algún metabolito de la glucosa ocasionaría un incremento en la síntesis, mientras que un nivel intracelular alto de algún metabolito de glucosa supondría un descenso en la síntesis de los enzimas sometidos a este tipo de regulación.

En el presente trabajo presentamos datos que apoyan dicha hipótesis.

MATERIALES Y METODOS

Reactivos

Glucosa oxidasa tipo V, peroxidasa tipo III, o-dianisidina, p-nitrofenil α -D-galactopiranosido, p-nitrofenol y 2-desoxi-D-glucosa se obtuvieron de Sigma Chemical Co.; el extracto de levadura de Difco y la sacarosa, glucosa y galactosa de Merck.

Microorganismos utilizados

Se han utilizado dos cepas de levadura. *Saccharomyces* 303-67 (5), diploide y homocigótico para el gen Su2. Sintetiza invertasa en grandes cantidades cuando los niveles de glucosa en el medio de cultivo son muy bajos y no hidroliza la maltosa.

Saccharomyces carlsbergensis G-517 (6), es capaz de hidrolizar los 3/3 de la rafinosa, es decir sintetiza tanto invertasa como α -galactosidasa.

Condiciones de cultivo

Las levaduras se inocularon en matraces Erlenmeyer de 500 ml que contenían 100 ml de medio, el cual estaba compuesto por 1 % de extracto de levadura y 1 % de glucosa o galactosa según el experimento. Después de 14 h. de incubación en un agitador orbital, las células se recogieron y lavaron dos veces con extracto de levadura al 1 % por centrifugación a 4000xg durante 10 min. Dichas células se utilizaron de inóculo para un medio fresco constituido por 1 % de extracto de levadura y 10 mM de glucosa o galactosa según el experimento. Alicuotas de este cultivo, se fueron recogiendo a tiempos diferentes y lavándose con agua destilada dos veces por centrifugación a 4000xg durante 10 min.

Ruptura de las células

Alicuotas de una suspensión de células en 0.05 M Tris HCl buffer, pH 7.5, con un volumen de 100 μ l se rompieron, cuando interesó determinar la actividad enzimática total, por congelación en CO₂ sólido y descongelación a 30°C. Ensayos realizados en este sentido demostraron que la repetición durante cinco veces del ciclo de congelación descongelación, produce la ruptura del 100 % de las células.

Ensayo de la invertasa y de la α -galactosidasa

Invertasa.—La invertasa se ensayó en dos etapas (7). En una primera etapa se hidrolizó la sacarosa y en una segunda se valoró la glucosa liberada. En la segunda etapa se utilizaron 1,4 U/ml de glucosa oxidasa.

Una unidad enzimática se define como la cantidad de enzima que hidroliza

1 μmol de sustrato en 1 min. a 30°C en 0,05 M acetato buffer pH 5,0 que contiene sacarosa 0,125 M.

α -Galactosidasa.—La α -galactosidasa libera p-nitrofenol cuando se incuba con p-nitrofenil α -D-galactopiranosido, que actúa como sustrato. El p-nitrofenol liberado da una coloración amarilla en medio alcalino con un máximo de absorción a 410 nm.

Una unidad enzimática se define como la cantidad de enzima que hidroliza 1 μmol de sustrato en 1 min. a 30°C en 0,25 M acetato buffer pH 4,5 y con p-nitrofenil α -D-galactopiranosido 25 mM.

Determinación de glucosa y galactosa

La glucosa se determinó utilizando la segunda etapa del ensayo de la invertasa, según se describió anteriormente (7).

La galactosa se determinó de acuerdo con el método descrito, para azúcares reductores, por SOMOGYI (8) y NELSON (9).

RESULTADOS

Efecto de la 2-desoxi-D-glucosa sobre la síntesis de la invertasa y la α -galactosidasa

La Fig. 1, muestra el efecto de diferentes cantidades de 2-desoxi-D-glucosa sobre las síntesis de la α -galactosidasa y la invertasa por células de *Saccharomyces*

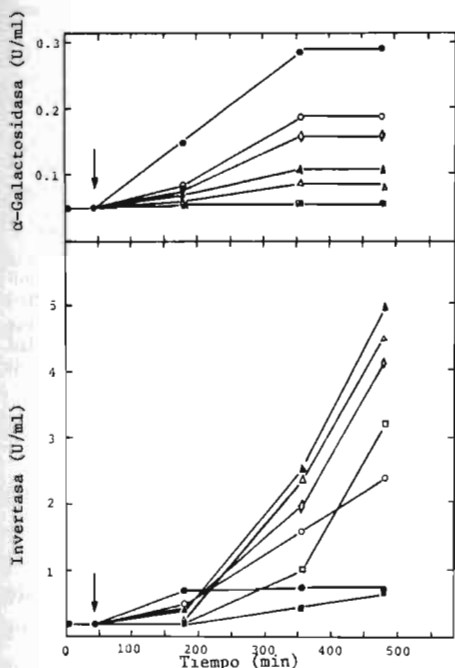


Fig. 1.—Síntesis de la α -galactosidasa y de la invertasa por *Saccharomyces carlsbergensis* G-517 con diferentes concentraciones de 2-desoxi-D-glucosa.

Las levaduras se crecieron en extracto de levadura al 1% y galactosa 10 mM, en el momento mostrado por las flechas el cultivo se dividió en varias alicuotas y se añadieron diferentes concentraciones de 2-desoxi-D-glucosa. (●—●) Control sin 2-desoxi-D-glucosa; (◊—◊) 2-desoxi-D-glucosa 0,15 mM; (▲—▲) 2-desoxi-D-glucosa 0,3 mM; (△—△) 2-desoxi-D-glucosa 0,45 mM; (◻—◻) 2-desoxi-D-glucosa 0,6 mM; (◼—◼) 2-desoxi-D-glucosa 1,2 mM; (■—■) 2-desoxi-D-glucosa 3,0 mM. Densidad celular inicial $0,6 \times 10^7$ células/ml.

ces carlsbergensis G-517, las cuales fueron crecidas en un medio que contenía galactosa como fuente de carbono.

La presencia de la 2-desoxi-D-glucosa en el medio de cultivo produce una inhibición en la síntesis de la α -galactosidasa a todas las concentraciones del desoxi-azúcar ensayadas. Se consigue una inhibición del 50 % cuando la concentración de 2-desoxi-D-glucosa es del orden de 0,3 mM y este efecto se mantiene al menos durante 8 h.

Los resultados encontrados para la síntesis de invertasa, en la misma cepa de levadura fueron diferentes a los descritos para α -galactosidasa.

La síntesis de invertasa se inhibe durante las primeras 3 horas de cultivo a todas las concentraciones de 2-desoxi-D-glucosa usadas, posteriormente la actividad enzimática sube rápidamente alcanzando a la del cultivo control para al cabo de 4 h. de cultivo, superproducirse el enzima por el hecho de existir 2-desoxi-D-glucosa en el medio de cultivo. Una concentración de 1,2 mM de 2-desoxi-D-glucosa en el medio de cultivo, produce una inhibición de la biosíntesis de invertasa durante 5 h. para después de este tiempo superproducirse el enzima. Concentraciones superiores de 2-desoxi-D-glucosa (3,0 mM) producen a todos los tiempos ensayados (hasta 8 horas) una inhibición de la síntesis de invertasa.

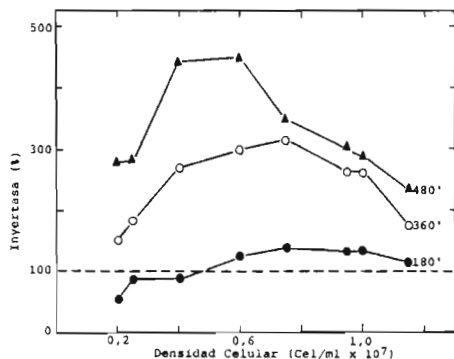


Fig. 2.-Síntesis de la invertasa a diferentes densidades celulares.

En ordenadas está representada, la relación entre la actividad de un cultivo después de diferentes tiempos de tratamiento con 0,45 mM de 2-desoxi-D-glucosa, frente a la actividad invertásica en el cultivo control al mismo tiempo expresada como el porcentaje de incremento de la síntesis de invertasa. La densidad celular está tomada del momento de la adición de la 2-desoxi-D-glucosa. (●—●) 3 h. de cultivo; (○—○) 6 horas de cultivo; (▲—▲) 8 h. de cultivo. La línea discontinua del 100 % corresponde a la actividad del cultivo control a las diferentes densidades celulares iniciales.

El grado de incremento de la síntesis de invertasa, con 0,45 mM de 2-desoxi-D-glucosa, a diferentes densidades celulares se muestra en la Fig. 2. Como se puede observar, la densidad celular óptima para conseguir un mayor incremento en la síntesis de invertasa a cualquier tiempo de cultivo es de $0,6 \times 10^7$ células/ml. Después de 8 horas de cultivo es posible obtener 4,5 veces la actividad del cultivo control.

La Fig. 3, muestra el efecto de la 2-desoxi-D-glucosa en el crecimiento y consumo de galactosa por *Saccharomyces carlsbergensis* G-517. En este experimento podemos observar que la adición a un cultivo de 2-desoxi-D-glucosa produce, después de 30 min. una menor velocidad de crecimiento en el cultivo que la contiene que en el cultivo control que no posee 2-desoxi-D-glucosa. La velocidad de consumo de la galactosa también se ve disminuida por la presencia de este desoxiazúcar en el medio de cultivo.

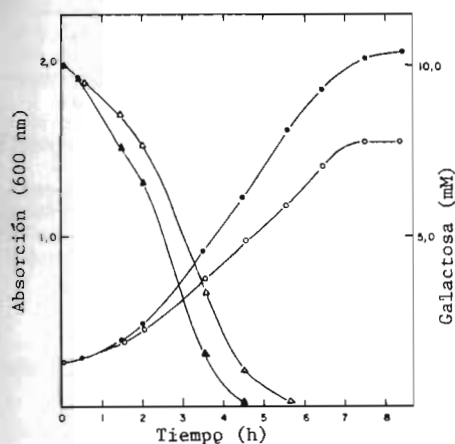


Fig. 3.—Efecto de la 2-desoxi-D-glucosa en el crecimiento y consumo de galactosa por *Saccharomyces carlsbergensis* G-517.

Las células se crecieron en un 1 % de extracto de levadura y un 1 % de galactosa durante 14 horas a 28°C. En el momento en que se recogieron, existía un 0.2 % de galactosa en el sobrenadante de cultivo. Estas células en fase exponencial de crecimiento, se usaron como inóculo de 100 ml de un medio fresco compuesto por extracto de levadura al 1 % y galactosa 10 mM, el cual después de 30 min. de incubación se dividió en dos alícuotas, a una de las cuales se les adicionó 2-desoxi-D-glucosa 0,3 mM. (●—●) crecimiento sin 2-desoxi-D-glucosa; (○—○) crecimiento con 2-desoxi-D-glucosa; (▲—▲) consumo de galactosa sin 2-desoxi-D-glucosa; (△—△) consumo de galactosa con 2-desoxi-D-glucosa.

Los resultados obtenidos para la síntesis de la invertasa externa y de la invertasa total en presencia de 2-desoxi-D-glucosa (Fig. 4) son muy similares, pero hay una diferencia importante entre ambas. Antes de las 3 horas de la adición de la 2-desoxi-D-glucosa el grado de inhibición producido es diferente, a las 2 horas de la adición, la invertasa externa tiene un 50 % de inhibición con respecto al control pero la invertasa total solo tiene un 25 % de inhibición, este resultado está de acuerdo con los datos publicados en trabajos anteriores (10) con respecto al efecto de la 2-desoxi-D-glucosa en la inhibición de la biosíntesis de la mitad de carbohidrato de la invertasa y la acumulación de formas moleculares del enzima en el interior del protoplasto.

De acuerdo con estos resultados, la presencia de 2-desoxi-D-glucosa en el medio de cultivo ocasiona una superproducción del enzima invertasa por *Saccharomyces carlsbergensis* G-517, dicho incremento en la síntesis del enzima, en un principio, se puede pensar que es debida, a que el enzima preexistente en una forma inactiva se transforma en la forma biológicamente activa o que se incrementa la síntesis de invertasa. Con el fin de establecer cuál de estas posibilidades es la que se da «in vivo», se procedió a inhibir la biosíntesis de proteínas

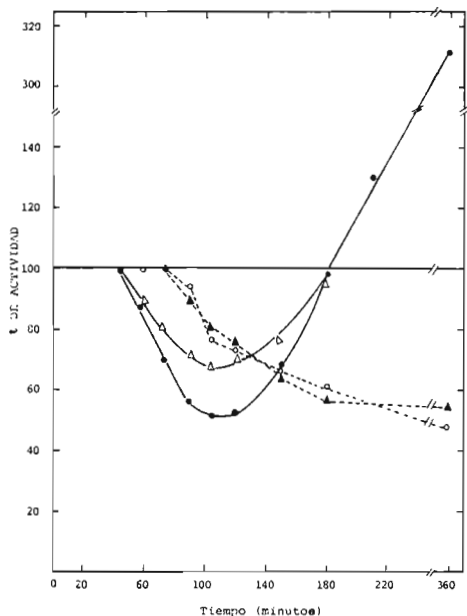


Fig. 4.-Representación comparativa del efecto de la 2-desoxi-D-glucosa sobre la síntesis de la invertasa externa y total.

En ordenadas está representada la relación entre la actividad total, o la actividad exocelular de un cultivo después de diferentes tiempos de tratamiento con 0,45 mM de 2-desoxi-D-glucosa frente a la actividad expresada como el porcentaje de incremento de la síntesis. (Δ - Δ) invertasa total; (\bullet - \bullet) invertasa exocelular; (\blacktriangle - \blacktriangle) α -galactosidasa total; (\circ - \circ) α -galactosidasa exocelular. Densidad celular inicial $0,6 \times 10^7$ células/ml.

mediante la adición del antibiótico cicloheximida cuando el enzima se estaba superproduciendo y observar si éste dejaba de sintetizarse. En la Fig. 5, se pueden observar los resultados obtenidos, la adición de $1 \mu\text{g/ml}$ de cicloheximida supone la detención del incremento de actividad invertásica casi instantáneamente, esto supone el concluir que la superproducción de invertasa ocasionada

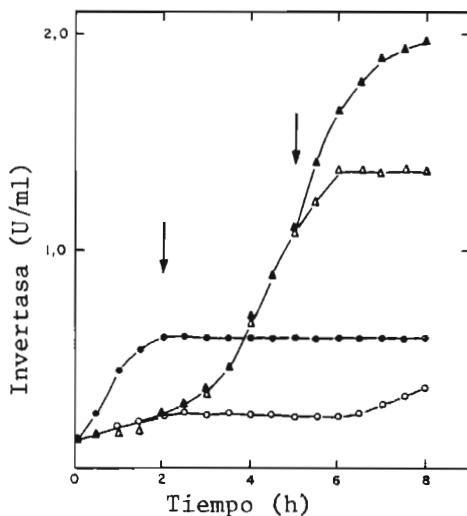


Fig. 5.-Efecto de la cicloheximida en el incremento de la síntesis de la invertasa producida por la 2-desoxi-D-glucosa.

Saccharomyces carlsbergensis G-517 se creció en un 1% de extracto de levadura y galactosa 10 mM. Densidad celular inicial $0,6 \times 10^7$ células/ml. (\bullet - \bullet) control sin adiciones; (\blacktriangle - \blacktriangle) con 0,45 mM de 2-desoxi-D-glucosa; (\circ - \circ) con 0,45 mM de 2-desoxi-D-glucosa y $1 \mu\text{g/ml}$ de cicloheximida añadido a las 2 h. de cultivo; (Δ - Δ) con 0,45 mM de 2-desoxi-D-glucosa y $1 \mu\text{g/ml}$ de cicloheximida añadido a las 5 h. de cultivo.

por la presencia de 2-desoxi-D-glucosa en el medio de cultivo es debida a una biosíntesis «de novo» del enzima.

Cuando *Saccharomyces carlsbergensis* o *Saccharomyces* 303-67 se crecieron en un 1 % de extracto de levadura y 10 mM de glucosa como fuente de carbono y se añadieron 50 $\mu\text{g/ml}$ u otra concentración de 2-desoxi-D-glucosa los resultados obtenidos, con respecto a la síntesis de invertasa fueron muy diferentes. En la Fig. 6, se puede observar como en ningún caso se superproduce el enzima. *Saccharomyces* 303-67 presenta una inhibición de la biosíntesis de invertasa a lo largo de las 8 horas del experimento y *Saccharomyces carlsbergensis* G-517 solamente después de 7 horas de cultivo se alcanzan unos niveles similares entre la actividad invertásica en el control y en el cultivo problema.

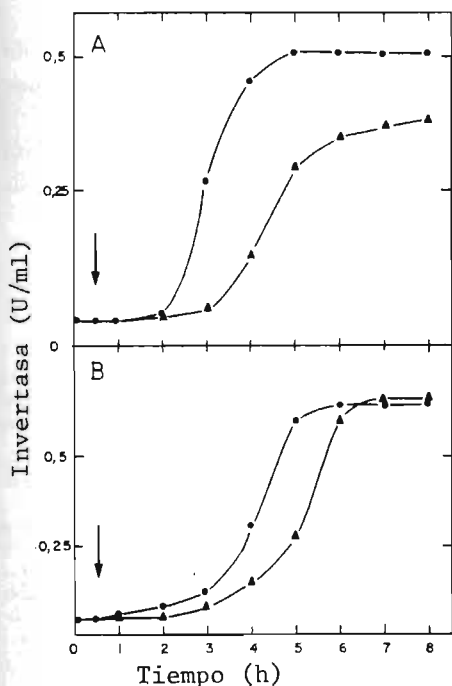


Fig. 6.—Efecto de la 2-desoxi-D-glucosa sobre la síntesis de la invertasa por *Saccharomyces* 303-67 (A) y *Saccharomyces carlsbergensis* G-517 (B) creciendo con glucosa como fuente de carbono.

Las células se crecieron en ambos casos en extracto de levadura al 1 % y glucosa al 1 % durante 14 h. a 28°C. En el momento de recoger las células quedaba un 0,2 % de glucosa en el sobrenadante del cultivo. Estas células en fase exponencial de crecimiento, se usaron para inocular dos matraces que contenían 100 ml de un medio fresco compuesto por un 1 % de extracto de levadura y glucosa 10 mM, los cuales después de 30 min. (flechas) se dividieron en dos alicuotas, a una de ellas se añadió 2-desoxi-D-glucosa a una concentración de 0,45 mM. (●—●) actividad en el cultivo control sin 2-desoxi-D-glucosa; (▲—▲) actividad en el cultivo con 2-desoxi-D-glucosa 0,45 mM. Las densidades celulares iniciales fueron de $0,6 \times 10^7$ células/ml.

Efecto de la D-xilosa sobre la síntesis de invertasa

La D-xilosa es un azúcar no metabolizable por las levaduras (11) y asimismo actúa como inhibidor competitivo de la hexoquinasa (12).

La adición de 50 mM de D-Xilosa a un cultivo de *Saccharomyces carlsbergensis* que está creciendo en extracto de levadura al 1 % y galactosa 10 mM, provoca un incremento en la síntesis de invertasa que se pone de manifiesto a los 30 minutos de la adición de la D-Xilosa al medio de cultivo.

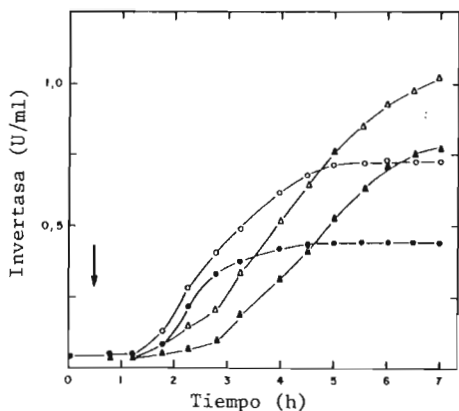


Fig. 7.—Efecto de la D-xilosa sobre la síntesis de la invertasa por *Saccharomyces carlsbergensis* G-517 usando galactosa como fuente de carbono.

Las células se inocularon a una densidad de $0,6 \times 10^7$ células/ml en un medio compuesto por extracto de levadura al 1 % y galactosa 10 mM. En el momento que señala la flecha el cultivo se dividió en varias alícuotas a las que se adicionaron D-xilosa, 2-desoxi-D-glucosa o ambos compuestos. (●-●) control sin adiciones; (▲-▲) 2-desoxi-D-glucosa 0,30 mM; (○-○) D-xilosa 50 mM; (△-△) 2-desoxi-D-glucosa 0,30 mM y D-xilosa 50 mM.

La Fig. 7 resume los resultados obtenidos, la presencia de 50 mM de D-xilosa provoca un incremento de la síntesis de invertasa similar al que produce una concentración de 2-desoxi-D-glucosa de 0,3 mM.

La presencia en un mismo cultivo de 2-desoxi-D-glucosa y de D-Xilosa produce una adición de los efectos causados por ambos azúcares sobre la síntesis de la invertasa.

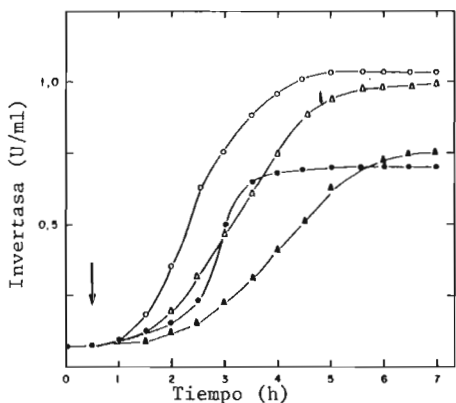


Fig. 8.—Efecto de la D-xilosa sobre la síntesis de la invertasa por *Saccharomyces carlsbergensis* G-517 usando glucosa como fuente de carbono.

El método seguido en el experimento es como el descrito en la Fig. 7, excepto que la galactosa se substituyó por glucosa a una concentración de 10 mM. (●-●) control sin adiciones; (▲-▲) 2-desoxi-D-glucosa 0,30 mM; (○-○) D-xilosa 500 mM; (△-△) 2-desoxi-D-glucosa 0,30 mM y D-xilosa.

Cuando la fuente de carbono presente en el medio de cultivo es la glucosa, tanto *Saccharomyces carlsbergensis* como *Saccharomyces* 303-67 no tienen afectada la síntesis de invertasa por la presencia de 2-desoxi-D-glucosa en el medio de cultivo, resultado que ya habíamos descrito anteriormente, sin embargo la adición de D-xilosa provoca un incremento de la síntesis de invertasa por ambas levaduras similar al descrito anteriormente, asimismo los efectos causados por 2-desoxi-D-glucosa y D-xilosa son aditivos, estos resultados están resumidos en las Figs. 8 y 9.

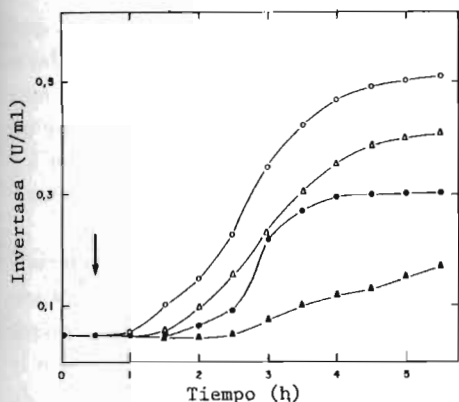


Fig. 9.—Efecto de la D-xilosa sobre la síntesis de la invertasa por *Saccharomyces 303-67* usando glucosa como fuente de carbono.

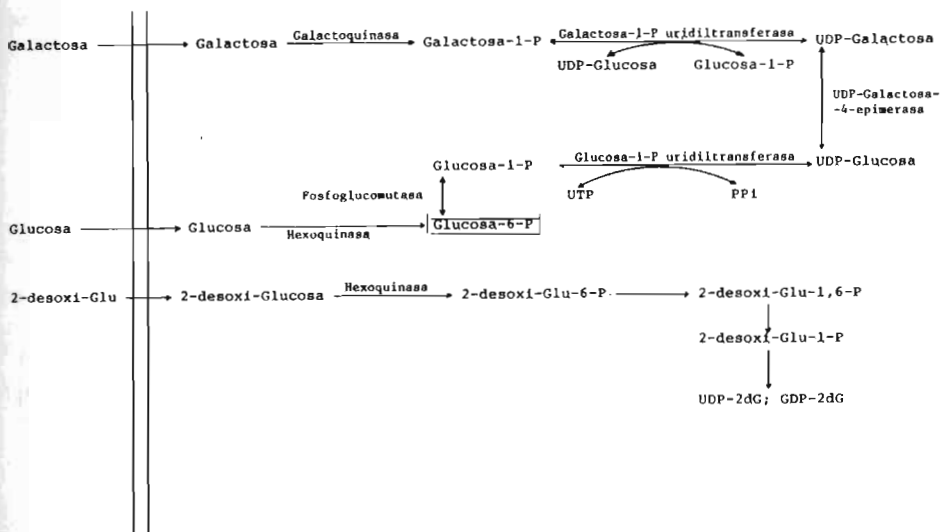
El método seguido en el experimento es como el ya descrito en la Fig. 7, excepto que la fuente de carbono utilizada fue la glucosa a una concentración 10 mM (●—●) control sin adiciones; (▲—▲) 2-desoxi-D-glucosa 0,30 mM; (○-○) D-xilosa 500 mM; (△-△) 2-desoxi-D-glucosa 0,30 mM y D-xilosa 500 mM.

DISCUSION

El esquema I resume las rutas de conversión de la galactosa y la glucosa del medio de cultivo en glucosa-6-P intracelular. Si suponemos, que la represión catabólica ejercida por estos azúcares y que afecta a la síntesis de diversas proteínas entre las que se encuentra la invertasa, viene condicionada por los niveles intracelulares de glucosa-6-fosfato u otro metabolito de la glucosa, el efecto producido por la 2-desoxi-D-glucosa sobre la síntesis de la invertasa lo

ESQUEMA I

RUTA DE CONVERSION DE LA GLUCOSA Y LA GALACTOSA DEL MEDIO EN GLUCOSA-6-FOSFATO INTRACELULAR



podríamos achacar a una inhibición de alguno o varios de los enzimas que transforman la galactosa exocelular en glucosa-6-fosfato intracelular es decir 2-desoxi-D-glucosa inhibiría algún enzima de la ruta de la galactozimasa. Por otra parte un inhibidor competitivo de la hexoquinasa tal como la D-xilosa produce un efecto similar cuando las levaduras crecen en glucosa lo cual indicaría que los niveles bajos de glucosa-6-fosfato u otro metabolito de glucosa afecta a la síntesis de la invertasa.

El hecho de que 2-desoxi-D-glucosa, no tiene el efecto descrito anteriormente sobre la síntesis de la invertasa, cuando las levaduras crecen utilizando glucosa como fuente de carbono restringe su papel a la ruta de la galactozimasa sin embargo D-xilosa ejerce un efecto similar tanto usando la galactosa como la glucosa como fuentes de carbono por lo que se podría suponer que además de inhibir hexoquinasa (12) también sería inhibidor de algún enzima de la ruta de la galactozimasa.

En otro sentido, cuando están presentes en el medio de cultivo tanto 2-desoxi-D-glucosa como D-xilosa los efectos de ambos compuestos se suman. La inhibición causada por la D-xilosa sobre la hexoquinasa no sólo se manifestaría produciendo un descenso en la velocidad de fosforilación de la glucosa o en la velocidad de síntesis de glucosa-6-fosfato a partir de galactosa sino que también produciría un descenso en la velocidad de fosforilación de la 2-desoxi-D-glucosa a 2-desoxi-D-glucosa-6-fosfato. Estos datos apoyan la idea de que es la 2-desoxi-D-glucosa el compuesto responsable del incremento de la síntesis de la invertasa y no un metabolito suyo, resultado que estaría en contraposición con los publicados por otros autores (13) en el sentido de que es la 2-desoxi-glucosa-6-fosfato el metabolito responsable de la inhibición de la biosíntesis de carbohidratos en levaduras.

REFERENCIAS

- (1) GASCÓN, S. y OTTOLENGHI, P. (1972).-C. R. Trav. Lab. Carlsberg, **39**, 15-24.
- (2) FRIIS, J. y OTTOLENGHI, P. (1959).-C. R. Trav. Lab. Carlsberg, **31**, 272-280.
- (3) MACASANIK, B. (1961).-Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol., **26**, 249-256.
- (4) HOLZER, H. (1976).-Trends Biochem. Sci., **1**, 178-181.
- (5) WINGE, Ø. y ROBERTS, C. (1957).-C. R. Trav. Lab. Carlsberg., **25**, 419-459.
- (6) GILLILAND, R. R. (1969).-Antonie van Leewenhoek, J. Microbiol. Serol., **35**, 13-23.
- (7) GASCÓN, S. y LAMPEN, J. O. (1968).-J. Biol. Chem., **243**, 1.567-1.572.
- (8) SOMOGYI, M. (1952).-J. Biol. Chem., **195**, 19-23.
- (9) NELSON, N. (1944).-J. Biol. Chem., **153**, 375-380.
- (10) MORENO, F., OCHOA, A. G., GASCÓN, S. y VILLANUEVA, J. R., (1975).-Eur. J. Biochem., **50**, 571-579.
- (11) HEREDIA, C. F., SOLS, A. y DE LA FUENTE, G. (1968).-Eur. J. Biochem. **5**, 321-329.
- (12) SOLS, A., DE LA FUENTE, G., VILLAR-PALASI, C. y ASENSIO, C. (1958).-Biochim. Biophys. Acta, **30**, 92-101.
- (13) LAMPEN, J. O., KUO, S. C., CANO, F. R. y TKACZ, J. S. (1972).-En Fermentation Technology Today (Terni, G. ed.) pp. 819-824, Society of Fermentation Technology, Japón.

ENZIMAS RESPONSABLES DE LA FOSFORILACION DE LA GLUCOSA EN *Saccharomyces carlsbergensis*

Por
P. HERRERO, F. MORENO

y
S. GASCON

Departamento Interfacultativo de Bioquímica.
Universidad de Oviedo.

INTRODUCCION

Desde que se describió la existencia de la hexoquinasa (ATP: D-hexosa-6-fosfotransferasa, EC 2.7.1.1.) (1, 2) y la glucoquinasa (ATP: D-glucosa-6-fosfotransferasa, EC 2.7.1.2.) (3, 4) en *Saccharomyces cerevisiae*, las propiedades cinéticas de estas enzimas se han estudiado extensivamente (5, 6, 7). Así mismo ha recibido una gran atención la regulación de su síntesis, aunque MAZÓN y col. (8) describieron la naturaleza constitutiva de estas enzimas en *Rhodotorula glutinis*, se conoce muy poco acerca de la regulación de los niveles de estas enzimas en levaduras. En el hígado se describió que glucoquinasa era un enzima inducible con propiedades cinéticas diferentes a las de la hexoquinasa (6).

Nosotros hemos realizado un estudio de las actividades capaces de fosforilar la glucosa en *Saccharomyces carlsbergensis*, en varios sentidos diferentes, por un lado se ha estudiado la variación de la actividad fosforiladora de la glucosa con el tiempo de cultivo y con diferentes fuentes de carbono, en otro sentido hemos identificado mediante criterios de filtración a través de geles de cambio iónico y exclusión molecular la existencia de al menos tres formas enzimáticas con actividad fosforiladora de glucosa, procediendo al estudio de algunas de las propiedades cinéticas de cada una de estas actividades, habiendo encontrado diferencias entre ellas en cuanto a la afinidad por la glucosa y también en cuanto a estabilidad.

En el trabajo precedente, se describe el efecto de la D-xilosa en la síntesis de la invertasa de levaduras y se relaciona éste, con el posible papel inhibitor del azúcar sobre la hexoquinasa. En este trabajo describimos el efecto de la D-xilosa

y la D-lixosa sobre la hexoquinasa parcialmente purificada a partir de *Saccharomyces carlsbergensis*.

MATERIALES Y METODOS

Reactivos

Se han obtenido de Sigma Chemical Co. los siguientes productos: Glucosa oxidasa tipo V; peroxidasa tipo III; o-dianisidina; adenosina 5' trifosfato y ácido etilendianino tetracético (EDTA). De Pharmacia se obtuvo el Sephadex G-100 y la Dietil aminoetil celulosa. De Difco, el extracto de levadura y de Merck la glucosa, la xilosa, la lixosa y la galactosa.

Microorganismo y su cultivo

Hemos utilizado en este trabajo la cepa de levadura *Saccharomyces carlsbergensis* G-517 (C.E.C.T. n.º 1.317) descrito por GILLILAND (9).

Las células se crecieron en un agitador rotacional a 28°C en matraces de 500 ml conteniendo 100 ml de medio con 1 % de extracto de levadura y 1 % de glucosa. Después de 16 horas, las células se recogieron y lavaron dos veces con extracto de levadura al 1 % por centrifugación a 4000xg durante 10 min.

Los extractos libres de células se obtuvieron por rotura mecánica con polvo de vidrio Ballotini suministrado por H. Mickle. Laboratory, Surrey (Inglaterra) con un diámetro medio de 0,4 mm. La proporción óptima de Ballotini con respecto a la suspensión celular ha sido descrita como del 50 % (v/v) (10). El conjunto se somete a una vibración circular de 4.000 rpm durante 1 min., asegurándonos de esta forma un 100 % de células rotas. El sistema no sufre calentamiento debido a la refrigeración proporcionada por una botella de nieve carbónica. Los extractos celulares se obtienen por centrifugación a 18.000xg durante 25 min.

Toluenización de las levaduras

Se tomaron 0,5 ml de cultivo a los tiempos que se especifican en los diferentes experimentos, añadiendo 0,3 ml de agua destilada y 0,025 ml de una mezcla que contenía tolueno, etanol y triton X-100 al 20 % en proporciones 1 : 4 : 1. Esta mezcla se agita durante un minuto añadiéndose a continuación 5 ml de tampón fosfato potásico 50 mM pH 6,8, separándose a continuación las células por centrifugación a 4.000xg durante 10 min. y resuspendiéndose el precipitado celular en 0,5 ml del mismo tampón.

Ensayo de la hexoquinasa

La hexoquinasa se determinó de acuerdo con el método descrito por A. SOLS y col. (11). Una unidad enzimática se define como la cantidad de enzima que

hidroliza 1 μ mol de sustrato en un min. a 30°C en 0,1 M de Tris-ClH pH 8,0 conteniendo 0,008 M de Cl_2Mg y 0,008 M de ATP utilizando como sustrato glucosa 0,002 M.

RESULTADOS

Producción del enzima

La Fig. 1 resume los resultados obtenidos acerca de la síntesis de la actividad fosforiladora de la glucosa cuando las levaduras utilizan glucosa o galactosa como fuentes de carbono. En ambos casos el enzima se sintetiza a una velocidad idéntica a la con que se produce el crecimiento celular, deteniéndose la síntesis cuando se detiene el crecimiento, para posteriormente cuando las levaduras comienzan a utilizar el etanol producido en la fermentación de los azúcares reanudar la síntesis de esta actividad. Estos resultados nos conducen a la conclusión de que tanto hexoquinasa como glucoquinasa de *Saccharomyces carlsbergensis* son enzimas constitutivos, no encontrándose indicios de un carácter inducible de la glucoquinasa como el descrito anteriormente (6) para el enzima hepático.

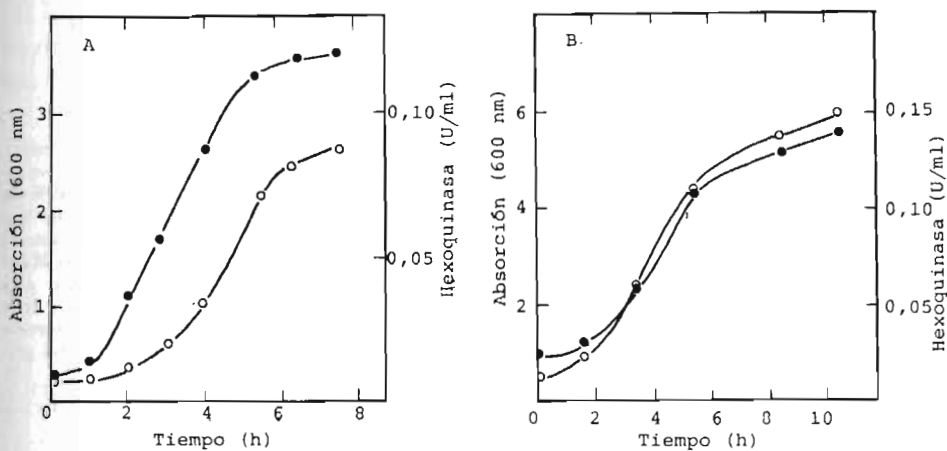


Fig. 1.—Producción de hexoquinasa por *Saccharomyces carlsbergensis*.

Las células se crecieron en un medio constituido por un 1 % de extracto de levadura y un 0,5 % de glucosa (A) o un 1 % de galactosa (B). A los tiempos señalados en la figura, se tomaron muestras de los cultivos de 3 ml y después de centrifugadas las células a $4.000 \times g$ durante 10 min. se lavaron dos veces con agua destilada y se resuspendieron en tampón fosfato 0,05 M, pH 7,0 a un volumen final de 3 ml. En dichas muestras se determinó la absorción a 600 nm y se procedió a toluenizar, según se describió en Materiales y Métodos, alícuotas de 100 μ l para ensayar las actividades fosforiladoras de la glucosa «in situ» (●—●) actividad hexoquinasa; (○—○) absorción.

Isoenzimas de la actividad fosforiladora de la glucosa

a) Cromatografía en DEAE-celulosa.

Células de *S. carlsbergensis* 1.317 se incubaron en 1 % de extracto de levadura y 1 % de glucosa, como fuente de carbono durante 16 horas, a partir de estas células se obtuvo un extracto según se describió en Materiales y Métodos, dicho extracto fue sometido a precipitación con sulfato amónico al 60 % de saturación durante 16 h. a 4°C. El precipitado se recogió por centrifugación a 18.000xg durante 30 min.

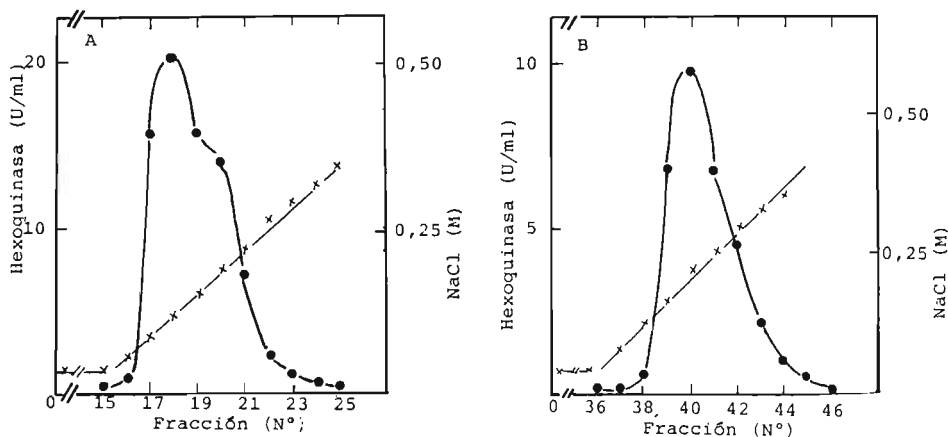


Fig. 2.—Diferencias en la carga neta de las actividades fosforiladoras de la glucosa.

Células de *Saccharomyces carlsbergensis* se crecieron durante 16 h. en un medio constituido por extracto de levadura al 1 % y glucosa al 1 %. A partir de dichas células se obtuvo un extracto, el cual se sometió durante 16 h. a una concentración de $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ del 60 % de saturación. Obteniéndose un sobrenadante y un precipitado por centrifugación a $18.000 \times g$ durante 30 min. El precipitado se resuspendió en tampón fosfato 0,05 M pH 7,0 y tanto el precipitado como el sobrenadante se dializó durante 16 h. frente a tampón fosfato 0,05 M pH 7,0. La cromatografía del precipitado de $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ en DEAE-celulosa (A) da lugar a la diferenciación de dos proteínas con diferente carga y la cromatografía del sobrenadante de la precipitación con $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ en DEAE-celulosa (B) da lugar a la separación de una tercera actividad fosforiladora de glucosa. (●—●) actividad hexoquinasa; (x—x) molaridad del gradiente lineal de NaCl. Teniendo las fracciones un volumen de 5 ml.

En la Fig. 2 A están representados los resultados obtenidos cuando cromatografiamos en DEAE celulosa el precipitado de $\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$. Se utilizó una columna de 20 cm de longitud y 2 cm de diámetro equilibrada con tampón fosfato 0,05 M pH 7,0. El volumen de la muestra introducida en la columna fue de 39 ml con una actividad de 10 U/ml, a continuación se conectó un gradiente lineal de NaCl hasta 1 M. En dicha figura representamos los picos de actividad fosforiladora de glucosa eluidos a diferentes concentraciones de ClNa. A una concentra-

ción de NaCl de 0,12 M podemos observar cómo se libera un primer pico de actividad para más tarde a 0,16 M aparecer otro máximo de actividad.

En la Fig. 2 B están representados los resultados obtenidos cuando cromatografiamos en DEAE celulosa el sobrenadante de la precipitación con sulfato amónico al 60 % de saturación. La columna cromatográfica fue de iguales características que en el caso anterior, siendo el volumen de muestra eluido 139 ml que contenía 1,0 U/ml, así mismo se conectó un gradiente lineal de NaCl hasta 1 M.

En este caso se eluye un solo máximo de actividad el cual muestra su máximo a una molaridad de 0,25 M máximo que no corresponde con los encontrados en el precipitado de $\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$ y que parece indicar que es una forma diferente a las representadas en la Fig. 2 A.

Filtración en Sephadex G-100

Los máximos de actividad fosforiladora de glucosa separados por cromatografía en DEAE-celulosa, se filtraron, después de concentrar, a través de Sephadex G-100 con el fin de observar si existían entre ellos diferencias en peso molecular al igual que poseían diferentes cargas netas dichas proteínas enzimáticas.

La columna utilizada tenía unas dimensiones de 2 cm de diámetro y una longitud de 85 cm de longitud. Como eluyente se utilizó tampón fosfato 0,05 M pH 7,0. El volumen muerto de la columna se determinó mediante la cromatografía de Azul Dextrano recogiendo fracciones de 5 ml y leyendo su absorción a 600 nm.

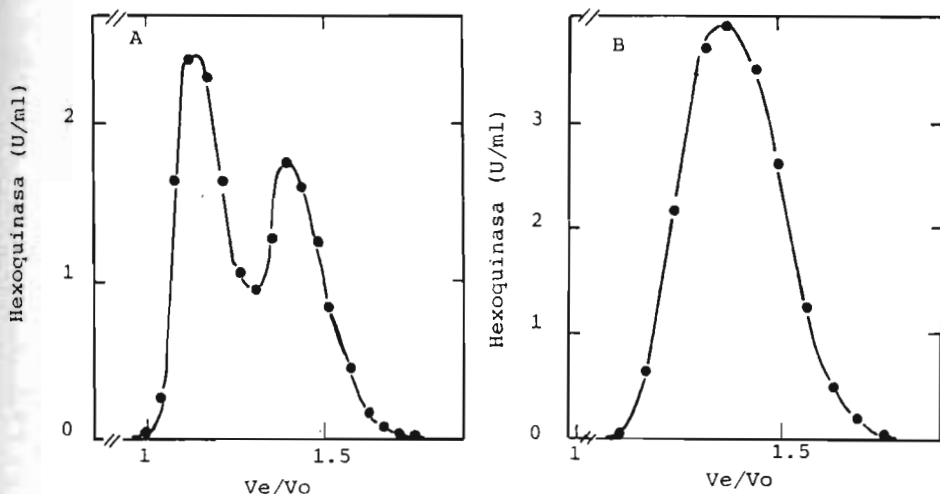


Fig. 3.—Diferencias en peso molecular de las actividades fosforiladoras de la glucosa.

Las fracciones 17 a 22 de la Fig. 2 A se recogieron y concentraron, filtrándose 182 U a través de una columna de Sephadex G-100 (A). Las fracciones 38 a 43 de la Fig. 2B se recogieron y concentraron, filtrándose 91 U a través de una columna de Sephadex G100(B).

En el primer caso (Fig. 3 A), las fracciones correspondientes a los n.º 17 a 22 se concentraron con «Aquacide 1-A» durante 16 h. La filtración de 13 ml de muestra que contenían 14 U/ml se nos resuelve en dos máximos de actividad hexoquinasa con V_e/V_o de 1,14 y 1,41; máximos que hemos llamado hexoquinasa I y II y que posteriormente hemos caracterizado cinéticamente.

La Fig. 3 B nos presenta el cromatograma de la forma que se eluía a una concentración de NaCl de 0,25 M.

Las características de la columna utilizada, fueron iguales a las descritas anteriormente.

El volumen de muestra que se cromatografió fue de 7 ml con una actividad de 13 U/ml.

El cromatograma como se observa en la Fig. 3 B se nos resuelve en un solo máximo cuyo V_e/V_o es de 1,41, volumen que coincide con la forma que denominamos hexoquinasa II pero que, como posteriormente se describe, presenta diferencias con la hexoquinasa II en estabilidad al pH y afinidad por el sustrato por lo que nosotros denominamos hexoquinasa III.

Estabilidad a diferentes pH y afinidad por la glucosa de la hexoquinasa, I, II y III

La Fig. 4 muestra que hexoquinasa II es estable en un rango de pH 6-8,5 inactivándose rápidamente cuando el pH baja de 5,5 ó sube de 8,5.

En el caso de la hexoquinasa III el enzima es estable en un rango de pH 8-9 por debajo de 8 y por encima de 9 la actividad desciende rápidamente. Estas apreciables diferencias entre hexoquinasa II y III, representan uno de los criterios utilizados para diferenciar ambas a pesar de poseer volúmenes relativos de elución en Sephadex G-100 iguales.

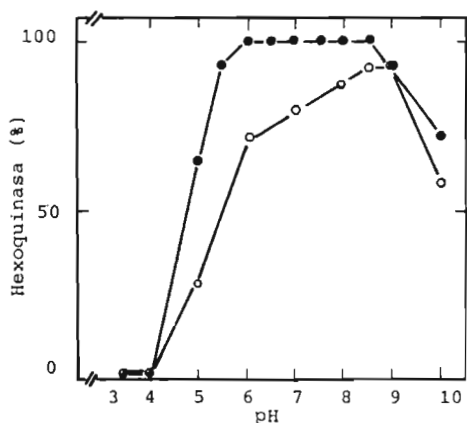


Fig. 4.—Estabilidad de las actividades hexoquinasa II y III a diferentes pH.

20 μ l de hexoquinasa II o III, parcialmente purificadas fueron tratadas con 50 μ l de un tampón universal compuesto por ácido maleico, ácido acético concentrado y Tris-hidroxi metil-amino metano a diferentes pH, durante 15 min. La actividad residual fue estimada por el método de la glucosa oxidasa. (●-●) hexoquinasa II; (o-o) hexoquinasa III.

La Tabla I muestra los valores de K_m obtenidos para las tres formas de hexoquinasa encontradas. El sustrato empleado en este estudio ha sido glucosa y los datos se han calculado a partir de las representaciones de Lineweaver-Burk.

TABLA I

Enzima	Sustrato	K_m (mM)
Hexoquinasa I	Glucosa	0,3
Hexoquinasa II	Glucosa	0,5
Hexoquinasa III	Glucosa	0,2

Efecto de la D-xilosa sobre la actividad hexoquinasa

En la Fig. 5 se pueden observar los efectos producidos sobre la actividad de la hexoquinasa en presencia de diferentes concentraciones de D-xilosa. Una concentración de D-xilosa en la mezcla de reacción cien veces superior a la concentración de sustrato proporciona un 50 % de inhibición de la actividad enzimática. Teniendo en cuenta que la D-xilosa es un azúcar no metabolizable por las levaduras y que se transporta rápidamente al interior de las células (12) estas concentraciones se alcanzan muy rápidamente «in vivo» cuando se adiciona al medio de cultivo la D-xilosa, pudiendo como se apunta en el trabajo precedente ocasionar un descenso en los niveles intracelulares de la glucosa-6-fosfato u otros metabolitos de la glucosa.

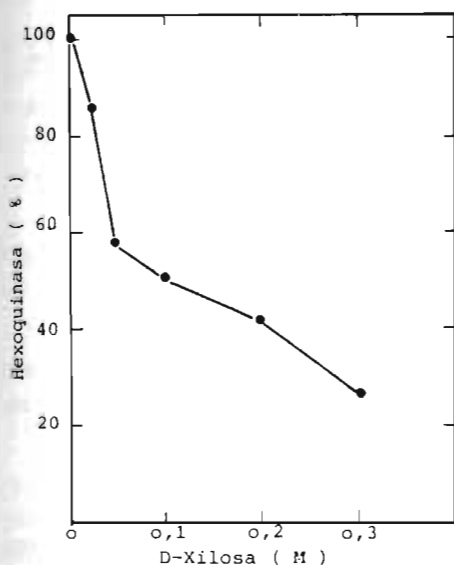


Fig. 5.-Efecto de la D-xilosa sobre la actividad hexoquinasa.

20 μ l de hexoquinasa II o III, parcialmente purificadas, se ensayaron según el método descrito anteriormente en presencia de cantidades de D-xilosa en el rango de 0 a 0,3 M. Dándose el valor de 100 % al ensayo que carecía de D-xilosa.

DISCUSION

De los resultados obtenidos en la purificación parcial, de las actividades responsables de la fosforilación de la glucosa en *Saccharomyces carlsbergensis* se puede establecer que al menos existen dos isoenzimas de hexoquinasa considerando que la tercera forma es la glucoquinasa. Estas tres actividades ha sido posible identificarlas por diferencias en la carga neta de las proteínas y aunque por criterios de peso molecular se muestran dos de ellas no separables (hexoquinasa II y III), estas se pueden diferenciar por su estabilidad al pH y por su afinidad por el sustrato.

Las actividades responsables de la fosforilación de la glucosa se muestran sensibles a la presencia de D-xilosa en la mezcla de reacción (Fig. 5) actuando la D-xilosa como un inhibidor competitivo (13).

REFERENCIAS

- (1) LAZARUS, N. R., RAMEL, A. M., RUSTUN, Y. M. y BARNARD, E. A. (1966).-*Biochemistry*, **5**, 4.003-4.016.
- (2) SCHULZE, I. T. y COLOWICK, S. P. (1969). *J. Biol. Chem.*, **244**, 2.306-2.316.
- (3) MAITRA, P. K. (1970).-*J. Biol. Chem.*, **245**, 2.423-2.431.
- (4) RAMEL, A. H., RUSTUN, Y. M., JONES, J. G. y BARNARD, E. A. (1971).-*Biochemistry*, **10**, 3.499-3.508.
- (5) COLOWICK, S. P. (1973).-En *the Enzymes* (Boyer, P. D., ed). Tercera Edición. Vol. 9 pp. 1-48, Academic Press, New York.
- (6) Purich, D. L., Fromm, H. J. y Rudolph, F. B. (1973).-En *Advances in Enzymology* (Meister, A. ed.), vol. 39, pp. 249-326, John Wiley and Sons, New York.
- (7) BARNARD, E. A. (1975).-En *Methods in Enzymology* (Wood, W. A. ed), vol. 42, pp. 6-25, Academic Press, New York.
- (8) MAZÓN, M. J., GANCEDO, J. M. y GANCEDO, C. (1975).-*Arch. Biochem. Biophys.*, **167**, 452-457.
- (9) GILLILAND, R. R. (1969).-*Antonie van Leeuwenhoek, J. Microbiol. Serol.*, **35**, 13-23.
- (10) SALTON, M. R. T. y HORNE, R. W. (1951).-*Biochem. Biophys. Acta*, **7**, 177-181.
- (11) SOLS, A., DE LA FUENTE, G. VILLAR-PALASI, C. y ASENSIO, C. (1958).-*Biochim. Biophys. Acta*, **30**, 12-101.
- (12) HEREDIA, C. F., SOLS, A. y DE LA FUENTE, G. (1968).-*Eur. J. Biochem.*, **5**, 321-329.

INHIBICION DE LA α -GALACTOSIDASA DE *Saccharomyces* POR REACTIVOS -SH

Por
M. P. SUAREZ RENDUELES, I. COSSENT
y
S. GASCON
Departamento Interfacultativo de Bioquímica.
Universidad de Oviedo.

INTRODUCCION

La α -galactosidasa ha sido descrita por FRIIS y OTTOLENGHI (1) como uno de los enzimas que se pueden localizar extracelularmente en levaduras.

Anteriormente, ADAMS (2) había encontrado α -galactosidasa en preparaciones purificadas de invertasa de levaduras. Así mismo, DE LA FUENTE y SOLS (3) postulan que la melibiosa, sustrato natural del enzima, es un disacárido que necesita de una hidrólisis previa en sus dos componentes, glucosa y galactosa antes de ser incorporado a la célula. Esto exige la presencia de un enzima capaz de catalizar su hidrólisis en la superficie celular, es decir, situado fuera de la membrana plasmática.

La α -galactosidasa de *Saccharomyces carlsbergensis* 1317, purificada y caracterizada por LAZO (4) es un enzima exocelular de naturaleza glicoprotéica, que contiene aproximadamente un 60 % de carbohidrato y un 40 % de proteína.

Por otra parte, la α -galactosidasa de *Saccharomyces carlsbergensis* es un enzima inducible (5), cuya síntesis sólo tiene lugar de manera activa cuando en el medio de cultivo está presente un inductor apropiado.

Este trabajo resume los resultados obtenidos al estudiar la influencia que ejercen determinados reactivos de grupos -SH sobre la cinética de la reacción catalizada por la α -galactosidasa purificada de *Saccharomyces carlsbergensis* 303-49.

MATERIALES Y METODOS

Productos químicos

Los siguientes productos químicos han sido obtenidos de Sigma Chemical Company: p-nitrofenil- α -D-galactósido, melibiosa, glucosa oxidasa, peroxidasa, o-dianisidina, o-iodosobenzoato, p-hidroximercuribenzoato, acetato de fenil mercurio, ditiotreitól y cloruro mercúrico. La D-galactosa es un producto Merck y el medio base de Nitrógeno procede de Difco.

Microorganismo utilizado

Como microorganismo productor de la α -galactosidasa se utilizó la cepa 303-49 de *Saccharomyces carlsbergensis* (C.E.C.T. n.º 1.323), aislada y caracterizada por WINGE y ROBERTS (6). Esta cepa es portadora de los genes *Me* y *gs*, siendo por tanto capaz de hidrolizar la melibiosa y de fermentar lentamente la galactosa.

Preparación enzimática

La α -galactosidasa se purificó a partir de un sobrenadante de cultivo de *S. carlsbergensis* en un medio base de nitrógeno que contenía D-galactosa como fuente de carbono y energía, así como de inductor de la síntesis del enzima.

El método utilizado en la purificación del enzima es el descrito por LAZO (4).

La preparación enzimática utilizada en los ensayos de inhibición tenía una actividad específica de 355 U/mg proteína.

Ensayo de actividad

La actividad enzimática se midió de las siguientes formas:

a) Acción sobre el p-nitrofenil- α -D-galactósido: La reacción se lleva a cabo a 30°C en tampón acetato 0,2 M pH 4,5 produciéndose la hidrólisis del p-nitrofenil- α -D-galactósido 0,1 M. La reacción se detiene por adición de carbonato sódico 0,1 M y el color desarrollado por el p-nitrofenol liberado se mide a 410 nm.

b) Acción sobre la melibiosa: En este caso el ensayo se hace en dos etapas. La primera se lleva a cabo en tampón acetato 0,2 M pH 4,5 produciéndose la hidrólisis de la melibiosa 0,1 M. En la segunda, se valora la glucosa liberada mediante un sistema enzimático constituido por glucosa oxidasa, peroxidasa y o-dianisidina (7).

La unidad de actividad enzimática se define en ambos casos como la cantidad de enzima capaz de catalizar la hidrólisis de un micromol de sustrato por minuto a 30°C, en tampón acetato 0,2 M pH 4,5 y con sustrato 25 mM.

RESULTADOS Y DISCUSION

1.-Inhibición de la α -galactosidasa por *o*-iodosobenzoato

La acción primaria del *o*-iodosobenzoato consiste en oxidar a los grupos -SH al estado de disulfuro sin introducir nuevos grupos o cadenas laterales en la superficie del enzima.

La mayoría de los enzimas que poseen grupos -SH en, o cerca de su centro activo son inhibidos por el *o*-iodosobenzoato.

Se ha estudiado el efecto del citado oxidante sobre la actividad hidrolítica de la α -galactosidasa purificada, utilizando como sustrato el *p*-nitrofenil- α -D-galactósido.

a) *Influencia de la concentración de inhibidor y del tiempo de contacto previo.* El *o*-iodosobenzoato inhibe la actividad hidrolítica del enzima. El grado de inhibición depende de la concentración del reactivo y del tiempo de contacto previo entre el enzima y el oxidante.

Cuando el tiempo de preincubación es de 60 minutos se observa una ligera disminución de actividad para concentraciones de *o*-iodosobenzoato comprendidas entre 10^{-4} M y 10^{-3} M, y se produce un brusco descenso de la misma cuando la concentración del oxidante es superior a 10^{-3} M.

Los resultados obtenidos al estudiar el efecto del tiempo de preincubación sobre la inhibición causada por una concentración 4 mM de *o*-iodosobenzoato se encuentran esquematizados en la Fig. 1.

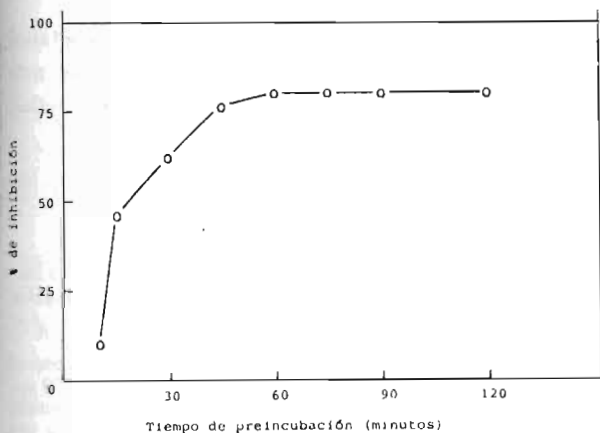


Fig. 1
*Influencia del tiempo de preincubación en la inhibición de la α -galactosidasa por el *o*-iodosobenzoato.*

Se mantiene al enzima en contacto con *o*-iodosobenzoato 4 mM durante los períodos de tiempo indicados en la figura. Se añade a continuación el sustrato y se determina la actividad.

La curva obtenida muestra tres fases perfectamente determinadas. En la primera la velocidad de inhibición es muy rápida (45 % de inhibición a los 15 minutos), encontrándose a continuación una segunda fase en la que el grado de inhibición aumenta mucho más lentamente con el tiempo de contacto. Final-

mente, a partir de 60 min. de preincubación la velocidad de inhibición se hace constante.

b) *Efecto de la cisteína y del β -mercaptoetanol.* La cisteína y el β -mercaptoetanol protegen a la α -galactosidasa de la inhibición producida por el o-iodosobenzoato cuando se añaden a la mezcla de reacción previamente a la adición de inhibidor, como se observa en la Fig. 2, debido a que poseen grupos -SH en su molécula susceptibles de ser oxidados por el o-iodosobenzoato, reduciendo así su concentración efectiva. Se comprobó que ni la cisteína ni el β -mercaptoetanol afectaban por sí mismos a la actividad del enzima.

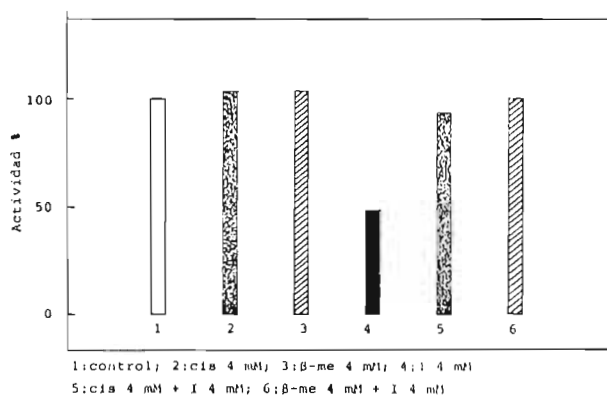


Fig. 2
Protección de la α -galactosidasa por cisteína y β -mercaptoetanol. Se preincuba el enzima con la cisteína y el β -mercaptoetanol durante 60 minutos. Transcurrido este tiempo se adiciona o-iodosobenzoato y se prosigue la preincubación 15 minutos más. A continuación se añade el sustrato y se determina la actividad, comparándola con la de un control que no ha sufrido adiciones.

Se estudió la reactivación producida por la cisteína y el β -mercaptoetanol sobre la α -galactosidasa inhibida por el o-iodosobenzoato, consiguiéndose una reactivación de un 40 % al adicionar los mencionados tioles al enzima que había estado en contacto con el inhibidor durante 60 min. (Fig. 3).

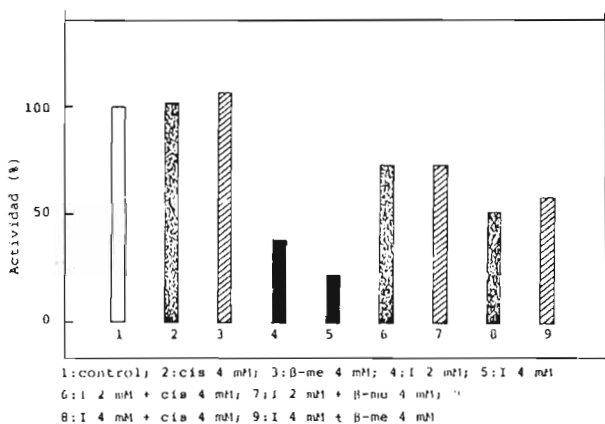


Fig. 3
Reversión por cisteína y β -mercaptoetanol de la inhibición de la α -galactosidasa por o-iodosobenzoato. Se preincuba el enzima con el o-iodosobenzoato durante 60 minutos. Transcurrido este tiempo, y sin eliminar el inhibidor del medio se adiciona cisteína o β -mercaptoetanol y se prosigue la preincubación durante 15 minutos adicionales. Se añade entonces el sustrato y se ensaya actividad.

2.-Inhibición de la α -galactosidasa por mercuriales

El p-hidroximercuribenzoato y el acetato de fenil mercurio son mercuriales orgánicos monofuncionales capaces de formar mercáptidos al reaccionar con una sustancia que posea grupos $-SH$.

Se ha estudiado el efecto de los citados mercuriales sobre la actividad de la α -galactosidasa utilizando melibiosa como sustrato.

La hidrólisis de la melibiosa catalizada por la α -galactosidasa es inhibida por concentraciones de p-hidroximercuribenzoato superiores a 10^{-6} M (Fig. 4) consiguiéndose un 50 % de inhibición con una concentración de mercurial de $2,5 \times 10^{-5}$ M aproximadamente.

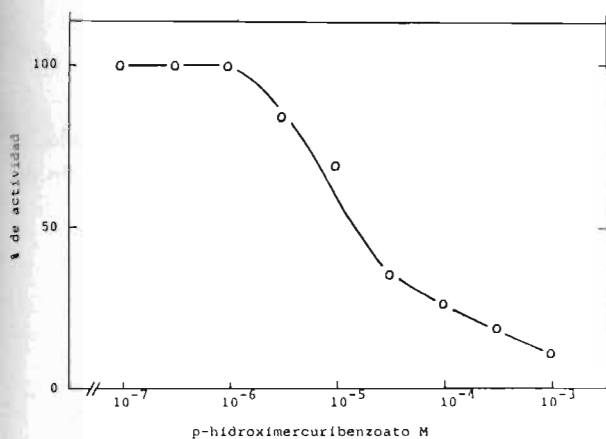


Fig. 4
Influencia de la concentración del p-hidroximercuribenzoato sobre la actividad de la α -galactosidasa.

El ensayo se realiza en tampón acetato 0,2 M de pH 4,5 a 30°C y sin preincubación del enzima con el mercurial. Los tantos por ciento de actividad se calculan frente a un control al que no se adicionó el p-hidroximercuribenzoato.

Al utilizar acetato de fenil mercurio como inhibidor el 50 % de inhibición se consigue con una concentración de mercurial de 3×10^{-6} M.

Para la α -galactosidasa de *Diplococcus pneumoniae*, se ha descrito una fuerte inhibición de la actividad (80 %) por p-hidroximercuribenzoato 10^{-4} M (8). Con una α -galactosidasa de procedencia vegetal (9, 10) las inhibiciones citadas son más débiles y se interpretan como reacciones del mercurial con grupos histidina más que con grupos $-SH$, basándose en el hecho de que el citado enzima no es afectado por otros reactivos específicos de grupos $-SH$.

La inhibición de la actividad enzimática provocada por los citados mercuriales es perfectamente reversible por diálisis y por acción de tólos tales como el ditiotreitól (DTT). En la Fig. 5 se puede observar la reversión obtenida al añadir DTT al enzima previamente inhibido por el acetato de fenil mercurio.

Con ambos reactivos la inhibición es de naturaleza competitiva. El valor de K_i calculado por los métodos de Lineweaver-Burk y Dixon a pH 4,5 y 30°C es de

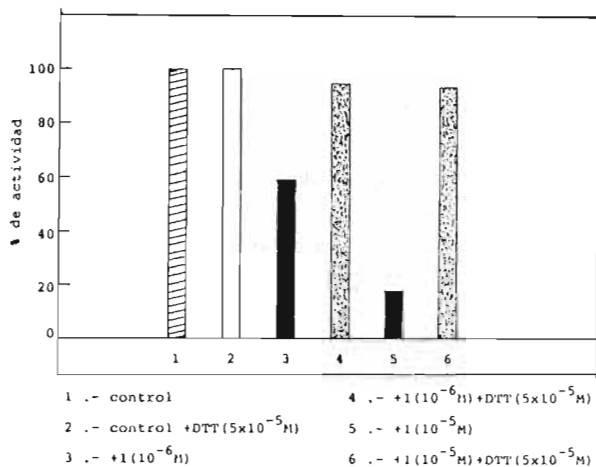


Fig. 5
Reversión por ditioneitol (DTT) de la inhibición de la α -galactosidasa por el acetato de fenil mercurio.

Se mantuvo el enzima en contacto con el acetato de fenil mercurio hasta conseguir un grado de inhibición constante (15 min.). A continuación y sin eliminar el mercurial del medio se añade ditioneitol. Se preincuba otros 15 min. y se determina la actividad.

$3,3 \times 10^{-6} M$ para el primer mercurial (Fig. 6) y de $2 \times 10^{-7} M$ para el segundo, lo que indica que la α -galactosidasa muestra una mayor afinidad por el acetato de fenil mercurio que por el p-hidroximercuribenzoato.

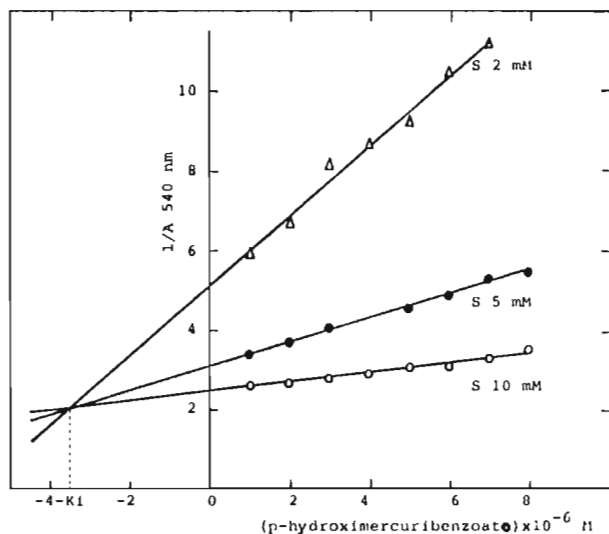


Fig. 6
Determinación del tipo de inhibición y cálculo de K_i para el sistema melibiosa/p-hidroximercuribenzoato.

La actividad enzimática se determinó en tampón citrato-fosfato 0,2 M, pH 4,5 con melibiosa como sustrato a 30°C.

(o-o) melibiosa 10 mM
(●-●) melibiosa 5 mM
(Δ-Δ) melibiosa 2 mM

Se ha estudiado el efecto del pH sobre la actividad de la α -galactosidasa que no ha sufrido ninguna adición y sobre la actividad del enzima inhibido por los mercuriales (Fig. 7-8).

Puede observarse que el enzima tiene un rango de pH óptimo que va desde

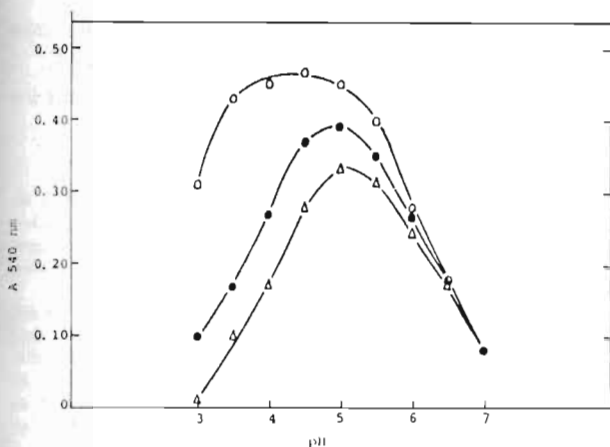


Fig. 7
Influencia del pH en la inhibición de la α -galactosidasa por *p*-hidroximercuribenzoato. Se ensaya la actividad de la α -galactosidasa (control) y del enzima adicionado de *p*-hidroximercuribenzoato a los diferentes pH proporcionados por un tampón citrato-fosfato 0,2 M. (o) control (●) *p*-MB $2,5 \times 10^{-5}$ M (Δ) *p*-MB 5×10^{-5} M.

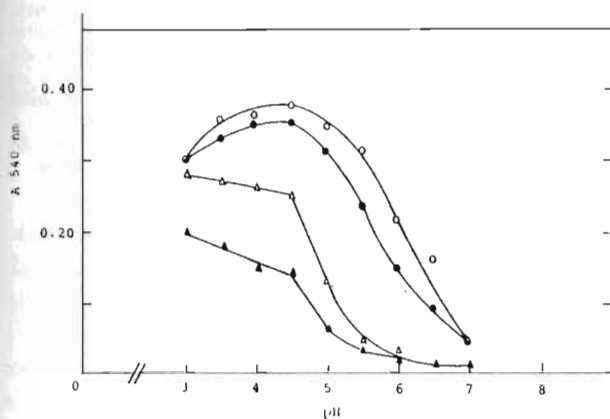


Fig. 8
Influencia del pH en la inhibición de la α -galactosidasa por acetato de fenilmercurio. Se determina la actividad de la α -galactosidasa (control) y del enzima adicionado de acetato de fenilmercurio a los diferentes pH. (o) control acetato de fenilmercurio (●) 10^{-6} M (Δ) 5×10^{-6} M (▲) 10^{-5} M.

pH 4,0 a pH 5,0, disminuyendo la actividad de manera gradual a valores de pH más ácidos o más alcalinos.

Se comprueba que el pH afecta al grado de inhibición producido por ambos mercuriales, si bien los efectos son contrarios. Con el *p*-hidroximercuribenzoato se observa una disminución de la inhibición con el pH en el intervalo comprendido entre 3,5 y 6,5, mientras que con el acetato de fenilmercurio se produce un fuerte aumento de la inhibición en el mismo intervalo de pH.

El comportamiento frente al pH sugiere que la presencia de grupos cargados en la molécula de inhibidor juega un papel importante en la inhibición, debido probablemente a la existencia de grupos ionizables en el centro activo del enzima o próximos a él.

Se ha estudiado la estabilidad a la temperatura del enzima purificado y el efecto que sobre esta estabilidad tiene la adición de mercuriales.

En la Fig. 9 están representados los resultados obtenidos al determinar la actividad del enzima a 30°C después de que ha permanecido 30 minutos de

preincubación a las distintas temperaturas. La α -galactosidasa muestra una gran estabilidad a la temperatura conservando toda su actividad hasta los 50°C. A partir de esta temperatura la actividad va disminuyendo gradualmente hasta los 70°C en la que la desnaturalización del enzima es total.

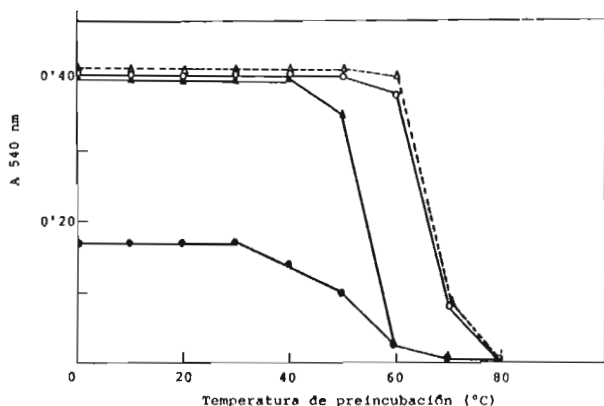


Fig. 9
Influencia de la temperatura de preincubación en la inhibición de la α -galactosidasa por acetato de fenil mercurio. Reversión con ditiotreitól.

Se preincuba al enzima (control) y al enzima adicionado de acetato de fenil mercurio a las distintas temperaturas durante 30 minutos. Transcurridos estos se colocan las muestras a 30° y se determina la actividad.

En un ensayo paralelo se determina la reversión con ditiotreitól de la inhibición alcanzada a cada temperatura.

(o) control (●) acetato de fenil mercurio.

(Δ) ditiotreitól (▲) acetato de fenil mercurio + ditiotreitól.

La adición del acetato de fenil mercurio no afecta a la estabilidad del enzima hasta los 30°C, produciéndose una gran disminución de la misma para temperaturas de preincubación superiores. Los resultados obtenidos con el p-hidroximercuribenzoato son similares.

El efecto del inhibidor sobre la estabilidad del enzima a la temperatura es revertido por acción de los tólos como el ditiotreitól.

La actividad hidrolítica de la α -galactosidasa es asimismo inhibida por concentraciones de Hg^{2+} superiores a 10^{-8} M, correspondiendo el 50 % de inhibición a una concentración de Hg^{2+} de 5×10^{-7} M.

Estos resultados parecen indicar la presencia de grupos activos, probablemente grupos -SH, en la molécula enzimática, implicados en la actividad y que causan una fuerte pérdida de la misma cuando se bloquean.

REFERENCIAS

- (1) FRIS, J. y OTTOLENGHI, P. (1959 b).—Compt. Rend. Trav. Lab. carlsberg., **31**, 272.
- (2) ADAMS, M., RICHTMER, N. K. y HUDSON, C. S. (1943).—J. Am. Chem. Soc., **65**, 1.369.
- (3) DE LA FUENTE, G. y SOLS, A. (1962).—Biochim. Biophys. Acta, **56**, 49.
- (4) LAZO, P. S., G. OCHOA, A. y GASCÓN, S. (1977).—Eur. J. Biochem. **77**, 375-382.
- (5) LINDEGREN, C. C., SPIEGELMAN, S. y LINDEGREN, G. (1944).—Proc. Nat. Acad. Sci. U. S., **30**, 346.
- (6) WINGE, O. y ROBERTS, C. (1957).—Compt. Rend. Trav. Lab. carlsberg. Ser. Physiol., **25**, 419.
- (7) KESTON, A. S. (1956).—Abstr. A., Chem. Soc. 129th Meet. 31 c.
- (8) LI, Y., LI, S. C. y SHETLAR, M. R. (1963).—Arch. Biochem. Biophys., **103**, 436.
- (9) DEY, P. M. y PRIDHAM, J. B. (1969).—Biochem. J., **115**, 47.
- (10) DEY, P. M. (1969).—Biochim. Biophys. Acta, **191**, 644.

FOSFATASA ACIDA DE LEVADURAS

Por
M. P. FERNANDEZ, M. P. SUAREZ
y
S. GASCON
Departamento Interfacultativo de Bioquímica.
Universidad de Oviedo.

INTRODUCCION

La mayoría de las levaduras contienen al menos dos fosfatasa no específicas, denominadas fosfatasa ácida (E.C. 3.1.3.2.) y fosfatasa alcalina (E.C. 3.1.3.1.) (1) que catalizan la hidrólisis de los enlaces fosfomonoéster de una extensa variedad de moléculas a pH ácido y alcalino respectivamente (2).

Ambas fosfatasas no específicas poseen una localización distinta en la célula, mientras que la fosfatasa alcalina es intracelular, la fosfatasa ácida está localizada en el exterior de la membrana plasmática (3, 4, 5).

La fosfatasa ácida, aun siendo un enzima exocelular, raramente es segregado al medio de cultivo durante el crecimiento activo (3). Sin embargo, cuando la pared celular se somete a lisis enzimática y se obtienen protoplastos, la actividad fosfatásica se libera al medio de preparación de los mismos (6, 7). Asimismo, bajo condiciones apropiadas, los protoplastos segregan al medio de cultivo la mayoría de los componentes presentes en la pared celular y entre ellos la fosfatasa ácida.

La síntesis del enzima se reprime cuando en el medio de cultivo está presente el fosfato inorgánico, el cual actúa además como inhibidor competitivo de la actividad fosfatásica (8).

La fosfatasa ácida de *Saccharomyces cerevisiae*, aislada y purificada por BOER y STEYN-PARVÉ (9) ha resultado ser una glicoproteína que contiene aproximadamente un 50 % de manano y un 50 % de proteína.

En este trabajo se resumen los resultados obtenidos en el estudio de la fosfatasa ácida de *Candida utilis* (C.E.C.T. 1061) en cuanto a la síntesis, localización, existencia de formas moleculares y aspectos cinéticos de la reacción catalizada por el enzima.

MATERIALES Y METODOS

Productos químicos

De Sigma Chemical Company han sido obtenidos los siguientes productos: p-nitrofenil-fosfato, glucosa oxidasa, peroxidasa y o-dianisidina. El Sephadex G-200, el DEAE-Sephadex A-50 y el azul dextrano proceden de Pharmacia (Uppsala). El jugo intestinal de caracol *Helix pomatia* es un producto de los Laboratorios Endo (New York).

Microorganismo y condiciones de cultivo

A lo largo del trabajo se ha utilizado la cepa de levadura *Cándida utilis* n.º 1.061 de la Colección Española de Cultivos Tipo.

Las células se crecen en un agitador rotacional a 28°C en matraces que contienen 1/5 de su volumen del medio descrito por KITAZUME YKAS y VINCENT (10) con cantidades variables de fosfato monopotásico y glucosa, en tampón citrato 0,05 M pH 5. El medio se esteriliza por filtración mediante filtros Seitz.

Obtención de protoplastos

Para eliminar la pared de las células se utilizó como agente lítico el jugo intestinal del caracol *Helix pomatia*, cuyo nombre comercial es glusulase y como estabilizador osmótico sorbitol 1 M.

Después de 60 minutos a 30°C se ha obtenido un 100 % de protoplastos de acuerdo con los criterios que para los mismos han sido definidos (11).

Ensayo de fosfatasa

La fosfatasa se ensaya midiendo la absorción debida al p-nitrofenol liberado por acción del enzima sobre el p-nitrofenilfosfato 40 mM, utilizándose como tampón, acetato 0,2 M cuando se determina la actividad a pH 4,5 y tris-clorhídrico 0,2 M cuando se determina a pH 7,5.

Una unidad de actividad enzimática se define como la cantidad de fosfatasa que libera un μmol de p-nitrofenol por minuto a 30°C en tampón 0,2 M y con p-nitrofenil fosfato 40mM como sustrato.

Separación de isoenzimas de fosfatasa

Los isozimas de fosfatasa se separan mediante filtración de extractos libres de células por una columna de Sephadex G-200 (80 × 2,5 cm) equilibrada con tampón acetato 0,05 M pH 5 a 4°C.

Para obtener los extractos libres de células se ha realizado la ruptura de las mismas, utilizando un método mecánico en el que el agente abrasivo es el

polvo de vidrio «Ballotini» con un diámetro de partícula entre 450 a 500 μ . Los aparatos utilizados han sido o bien el Braun Melsungen (Alemania) o el Vibrogen.

Determinación de glucosa y fosfato

La glucosa presente en el medio de cultivo se determinó utilizando el método de Keston (12) que consiste en un sistema enzimático acoplado de glucosa oxidasa y peroxidasa y como agente cromógeno la o-dianisidina.

El fosfato inorgánico se determinó de acuerdo con el método de FISKE y SUBBAROW (13) utilizando fosfato monopotásico 1 mM como standard.

RESULTADOS Y DISCUSION

1.-Síntesis y localización de la fosfatasa ácida de *Candida utilis*

Para estudiar la síntesis de fosfatasa ácida es necesario utilizar un medio de cultivo deficiente en fosfato, que favorece la síntesis de fosfatasa ácida.

En la Fig. 1 se ha representado el crecimiento y la actividad fosfatásica de un cultivo del citado microorganismo en un medio sintético (10) con glucosa al 2% como fuente de carbono y deficiente en fosfato. En estas condiciones la síntesis del enzima es inmediata, si bien la división celular no va más allá de dos generaciones y media, debido precisamente a la ausencia de fosfato.

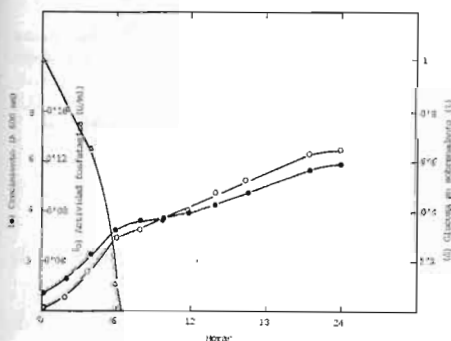


Fig. 1.-Síntesis de fosfatasa ácida a lo largo del crecimiento en un medio deficiente en fosfato.

Se inoculan células de *Candida utilis* que han crecido durante 12 h. en un medio rico en fosfato. Se sacan muestras de los tiempos indicados y con ellas se determina: (●) crecimiento, (○) actividad fosfatásica, (Δ) glucosa en sobrenadantes.

Cuando la levadura crece en el citado medio pero adicionado de diversas concentraciones de fosfato, la síntesis del enzima se encuentra totalmente reprimida mientras exista fosfato en el medio de cultivo y sólo cuando éste desaparece la síntesis enzimática comienza, siempre y cuando no haya agotado también la fuente de carbono suministrada. Esto ocurre cuando la disponibilidad de fosfato es mayor, en este caso aunque ya no exista fosfato en el medio, como tampoco dispone de glucosa, la síntesis enzimática o está notablemente disminuida o es nula. En la Fig. 2 se puede comprobar que el crecimiento de la levadura en el medio con una concentración de glucosa del 2% y cantidades variables de

ortofosfato es óptimo para una concentración de fosfato 0,6 mM o superior, sin embargo, en la Fig. 3 se puede ver que precisamente a concentraciones superiores a 0,6 mM en fosfato la síntesis enzimática se va reprimiendo de forma ostensible.

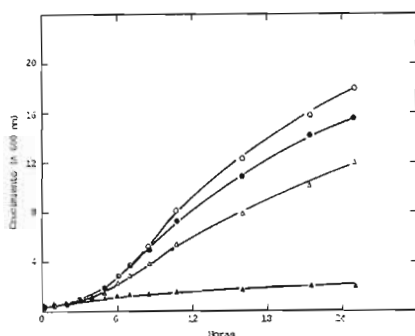


Fig. 2.—Crecimiento de la levadura *Candida utilis* en el medio sintético en distintas concentraciones de fosfato.

Se inoculan células de *C. utilis* en el medio sintético (10) conteniendo las concentraciones de fosfato siguientes: (▲) control, (△) 0,2 mM, (●) 0,4 mM, (○) 0,6 mM, 0,8 mM, 1 mM, 2 mM y 4 mM.

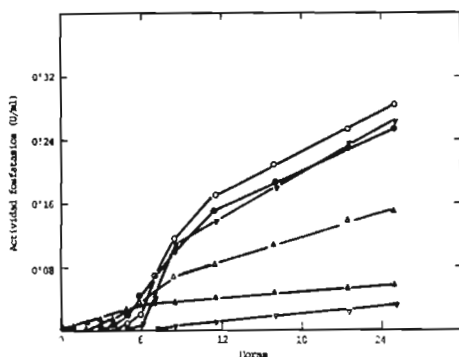


Fig. 3.—Efecto de la concentración de fosfato en el medio de cultivo sobre la síntesis de fosfatasa ácida.

Se determina la actividad fosfatásica en los distintos cultivos conteniendo las diferentes concentraciones de fosfato siguientes: (▲) control, (△) 0,2 mM, (●) 0,4 mM, (○) 0,6 mM, (▼) 1 mM, (◒) 2 mM.

La actividad fosfatásica no se segrega al medio de cultivo en ninguno de los casos estudiados.

La actividad fosfatásica detectada en células enteras, presenta un perfil de pH óptimo con un máximo bien definido a pH 4,5 y una apreciable actividad a pH alcalino.

Se ha observado el mismo grado de represión por fosfato al ensayar la actividad de las células tanto a pH 4,5 como a pH 7,5.

El hecho de que la actividad se detecte en células enteras es una prueba indirecta del carácter exocelular del enzima. Se ha comprobado que la mayoría de la actividad fosfatásica de *C. utilis* está localizada entre la membrana citoplásmica y la pared celular. En efecto, al obtener protoplastos a partir de células que se encontraban en fase de crecimiento activo la mayor parte de la actividad se detecta en el sobrenadante del medio de obtención de protoplastos.

En la tabla I se encuentra esquematizada la distribución celular de la actividad fosfatásica de *C. utilis*, mostrándose la naturaleza exocelular de la misma.

TABLA I
Distribución de actividad fosfatásica (U/ml)

pH de ensayo	4,5	7,5
Células intactas	0,71	0,21
Protoplastos	0,06	0,06
Enzima liberado durante la formación de protoplastos*	0,76	0,26
Protoplastos lisados	0,17	0,35

* Estos valores están corregidos para la actividad fosfatásica del enzima de caracol.

2.-Formas moleculares de fosfatasa ácida, en *Candida utilis*

Cuando se someten a filtración a través de Sephadex G-200 extractos libres de células de *Candida utilis* y se analiza la actividad fosfatásica en los eluidos, se puede apreciar la presencia de dos máximos bien definidos de actividad enzimática. Estos máximos corresponden a dos formas moleculares del enzima, con diferente peso molecular (Fig. 4).

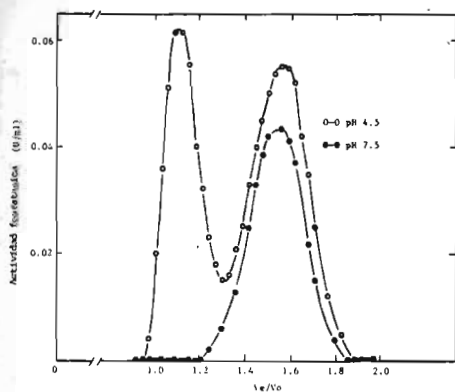


Fig. 4.-Filtración en Sephadex G-200 de un extracto libre de células. (Fase estacionaria).

5 ml de extracto libre de células (5 U) se cargaron en una columna (80 × 2,5 cm) equilibrada con tampón acetato 0,05 M pH 5. En las fracciones eluidas se determinó la actividad fosfatásica.

El isozima pesado tiene un volumen relativo de elución de 1,1 y sólo tiene actividad a pH 4,5. La forma ligera de fosfatasa tiene un V_e/V_o de 1,5 y presenta actividad a pH 4,5 y pH 7,5, si bien la actividad detectada a pH alcalino es siempre menor que la encontrada a pH ácido.

Ambas formas moleculares de fosfatasa tienen localización exocelular, como se demostró al someter a filtración por Sephadex G-200 un sobrenadante de

obtener protoplastos. En la Fig. 5 están representados los resultados obtenidos, observándose la presencia de las dos formas moleculares de fosfatasa con unos volúmenes relativos de elución que coinciden con los encontrados para extractos libres de células. En la misma gráfica está representado el perfil de elución de la actividad fosfatásica existente en la preparación enzimática de *Helix pomatia* utilizada en la obtención de los protoplastos.

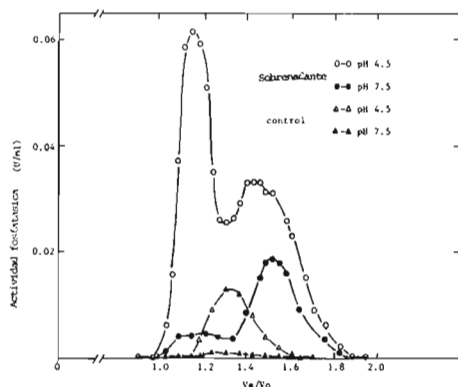


Fig. 5.-Filtración en Sephadex G-200 de un sobrenadante de obtener protoplastos.

Células crecidas en medio sintético con 2 % de glucosa y 0,6 mM de fosfato se han convertido en protoplastos y el sobrenadante de preparación de los mismos se ha filtrado a través de una columna utilizando como eluyente tampón acetato 0,05 M pH 5.

La síntesis de las dos formas moleculares de fosfatasa de *C. utilis*, es reprimida en igual grado por la presencia de fosfato en el medio de cultivo, como se comprobó al someter a filtración por Sephadex G-200 diversos extractos libres de células, correspondientes a cultivos con concentraciones crecientes de fosfato.

Las formas pesada y ligera de fosfatasa ácida no se separan por filtración a través de DEAE-Sephadex- A-50. Cuando se filtran extractos libres de células de *candida utilis* a través de éste intercambiador catiónico la actividad fosfatásica queda ligada al gel y se eluye con un gradiente de cloruro sódico. Al ensayar actividad fosfatásica en el eluido de la columna después de conectado el gradiente, se observa un único máximo de actividad que eluye a una concentración de cloruro sódico de 0,2 M (Fig. 6).

En este único máximo se encuentran las dos formas moleculares de fosfatasa, como se comprobó al filtrar por Sephadex G-200 las fracciones correspondientes al máximo de actividad en DEAE Sephadex A-50 una vez concentradas y dializadas.

3.-Caracterización cinética de las formas moleculares de fosfatasa ácida de *Candida utilis*

Se han determinado diferentes parámetros de tipo cinético en las formas pesada y ligera de fosfatasa ácida de *C. utilis*.

Se han calculado las constantes de Michaelis y Menten frente al p-

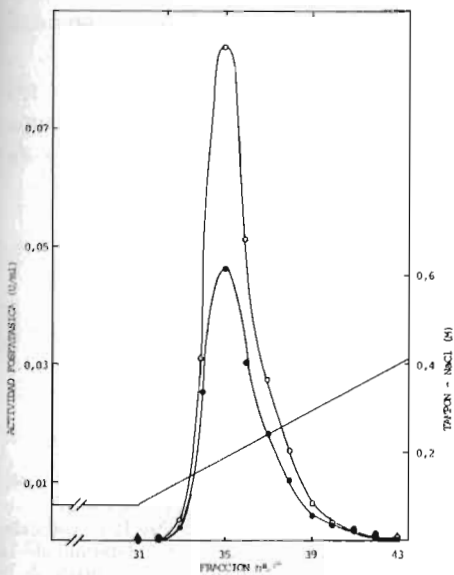


Fig. 6.-Cromatografía en DEAE-Sephadex A-50 de un extracto libre de células.

5 ml de extracto libre de células (5 U) se cargaron en una columna (40 × 2,5 cm) equilibrada con tampón acetato 0,05 M pH 5. Se aplicó un gradiente de ClNa hasta 1 M en el mismo tampón, con un volumen total de 600 ml. Se determinó la actividad de las fracciones eluidas (●) actividad fosfatásica a pH 7,5 (○) actividad fosfatásica a pH 4,5, (-) concentración de ClNa.

nitrofenil-fosfato a 30°C y pH 4,5, de ambas formas moleculares del enzima, obteniéndose valores de 2 mM para la fosfatasa pesada y 0,8 mM para la forma ligera del enzima.

Al estudiar el pH óptimo de las dos formas moleculares de fosfatasa se encontraron los resultados representados en la Fig. 7. Puede observarse que el enzima pesado tiene un perfil de pH óptimo con un máximo bien definido a pH 4,5, siendo completamente nula su actividad a valores de pH superiores a 7.

La forma ligera de fosfatasa muestra, sin embargo, un perfil de pH óptimo más amplio con un máximo en la zona de pH 4,5 pero presenta una apreciable

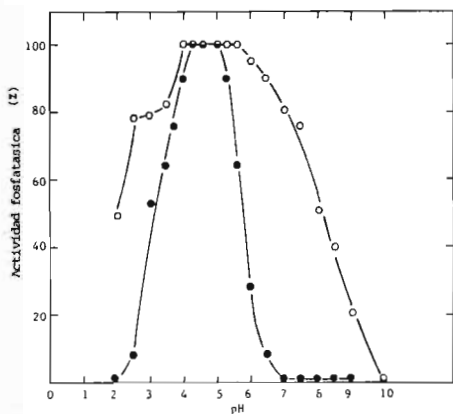


Fig. 7.-Efecto del pH en la actividad fosfatásica.

Se ha ensayado actividad fosfatásica a los distintos pH, que se han conseguido con la mezcla acetato-maleato-trihidroximetilaminometano. (●) actividad fosfatásica de la forma pesada, (○) actividad fosfatásica de la forma ligera.

actividad a pH alcalino, siendo a pH 7,5 aproximadamente el 80 % de la actividad que posee a pH 4,5.

Ambas formas moleculares de fosfatasa difieren en su estabilidad al pH (Fig. 8). Mientras que la forma ligera tiene un rango de estabilidad máxima comprendido entre pH 4 y 7, la forma ligera del enzima tiene un rango de estabilidad más amplio que va desde pH 5 a pH 9.

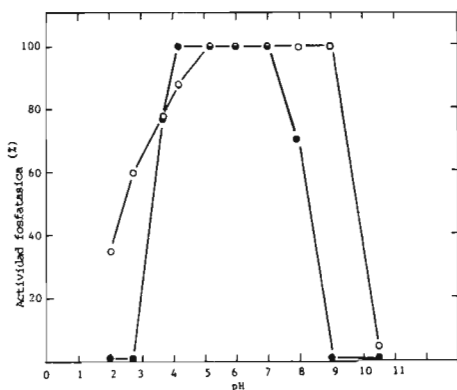


Fig. 8.—Estabilidad frente al pH de la actividad fosfatásica.

Muestras del isozima pesado y el ligero se han mantenido en contacto con los diversos pH durante 12 h. y al cabo de este tiempo se ha determinado la actividad fosfatásica de la forma pesada, (●) actividad fosfatásica de la forma ligera.

Las diferencias encontradas al estudiar la estabilidad frente a la temperatura de ambas formas moleculares, no son muy señaladas, si bien es de notar que mientras la forma pesada conserva un 50 % de actividad después de haber permanecido durante 60 minutos a 60°C, la forma ligera conserva tan solo el 10 % de su actividad después de idéntico tratamiento.

REFERENCIAS

- (1) SUOMALAINEN, H., LINKO, M. y OURA, E. (1960).—*Biochi. Biophys. Acta*, **37**, 482.
- (2) BERGMAYER, H. U. (1963).—*Methods of enzymatic analysis*. Academic Press, New York and London.
- (3) SCHMIDT, G., BARTSCH, G., LAUMONT, M. C., HERMAN, T. y LISS, M. (1963).—*Biochemistry*, vol. 2, n.º 1, 127.
- (4) HEREDIA, C. F., YEN, F. y SOLS, A. (1963).—*Biochemical and Biophysical Research Communications*, vol. 10, n.º 1, 14.
- (5) TONINO, G. J. M. y STEYN-PARVÉ, E. (1963).—*Biochim. Biophys. Acta*, **67**, 453.
- (6) MC LELLAN, N. L. y LAMPEN, J. O. (1963).—*Biochim. Biophys. Acta*, **67**, 324.
- (7) VAN RIJN, H. J. M., BOER, P. y STEYN-PARVÉ, E. (1972).—*Biochim. Biophys. Acta*, **268**, 431.
- (8) MILDNER, P., RIES, B., GOLUBIC, Z. y POTO, E. (1972).—*Journal of General Microbiology*, **72**, 403.
- (9) BOER, P. y STEYN-PARVÉ, E. (1966).—*Biochim. Biophys. Acta*, **128**, 400.
- (10) KITAZUME, Y., YCAS, M. y VINCENT, W. S. (1962).—*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **48**, 265.
- (11) VILLANUEVA, J. R. y GARCÍA ACHA, I. (1971).—En «*Methods in Microbiology*», p. 665, vol. 4, Ed. por G. Booth, Academic Press. London y New York.
- (12) KESTON, A. S. (1956).—*Abstracts American Chemical Society*, 129th Meeting 31C.
- (13) FISKE, C. H. y SUBBAROW, Y. (1925).—*J. Biol. Chem.*, **66**, 375.

DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE GENETICA

(Director: Prof. Dr. Julián RUBIO CARDIEL)

GENETICA

El Departamento de Genética se creó en el año 1970, primero en que se impartió la asignatura en la Facultad de Ciencias, encargándose el doctor E. ANADÓN, catedrático de Zoología de dicha Facultad, de su enseñanza.

En 1972 se incorporó el primer catedrático de Genética y actual titular, doctor Julián RUBIO y en dicho año el Departamento pasa a ser Interfacultativo Ciencias-Medicina. Actualmente está dotado con una Cátedra, una Agregación de Citogenética (vacante) y una Adjuntía ocupada interinamente por el Dr. Miguel A. COMENDADOR.

Asimismo, dependen del Departamento las enseñanzas de **Biología General**, que cuenta con dos Adjuntías, cubierta una en propiedad por el Dr. Juan Luis MARTÍNEZ ALVAREZ y otra interinamente.

Las asignaturas impartidas en Biológicas son las de **Genética General** (3.^{er} curso), **Genética Evolutiva** (optativa) y **Ampliación de Genética** (obligatoria en 5.º curso de la Rama Fundamental). Se han desarrollado los Cursos Monográficos de Doctorado **Genética de Poblaciones** (1974), **Ampliación de Genética** (1975) y **Citogenética** (1976) en la Facultad de Ciencias y se ha colaborado o impartido los siguientes:

Biología del Desarrollo (1975), en colaboración con el Departamento de Anatomía y Antropología.

Citogenética y Pediatría (1975), en colaboración con el Departamento de Pediatría.

Didáctica de la Genética (1976), en colaboración con el ICE de la Universidad de Córdoba.

Genética de Poblaciones y Evolución (1978), en la Facultad de Ciencias de Santiago de Chile.

Como líneas de investigación del Departamento pueden señalarse cuatro:

1.-*Variabilidad interna y diversificación genética* en poblaciones animales asturianas. Esta línea se comenzó, y está ya adelantada, en poblaciones de *Drosophila* de diversas especies; actualmente se realizan las observaciones preliminares para ampliarla a *Cepaea* y a especies de coleópteros endémicos.

2.-*Genética de caracteres cuantitativos* numérico-espaciales y caracteres componentes de eficacia biológica: Se analizan a varios niveles, tales como incidencia de mutantes y

variación en poblaciones naturales, respuestas a la selección, fenómenos de canalización y arquitectura genética del carácter.

3.-*Genética del comportamiento sexual* de mutantes de visión en *Drosophila*, para definir la relación causal entre genes mutantes y comportamiento.

4.-*Toxicología genética*: Efecto mutagénico y reductor de la eficacia biológica del formaldehído, que es un componente frecuente de ambientes contaminados por acción del hombre.

Los resultados han sido presentados en una serie de *Tesinas de Licenciatura y Tesis Doctorales*:

Componentes de eficacia biológica en poblaciones de diferente origen geográfico. Julio GARCÍA GARCÍA (1974).

Competencia sexual entre mutantes de *Drosophila*. Graciela MEJICA INFANZON (1974).

Análisis del mutante ex-70 aparecido en una línea de selección direccional de *Drosophila*. José A.º SÁNCHEZ PRADO (1974).

Depresión endogámica y heterosis en diversos caracteres en una población natural de *Drosophila*. Emilia VÁZQUEZ MENÉNDEZ (1974).

Estudio de la falta de sinapsis en cromosomas politénicos. Agustín ROCA MARTÍNEZ (1974).

Competencia interespecífica entre *D. simulans* y diferentes cepas de *D. melanogaster*. M.ª Luisa SÁNCHEZ SEGURA (1976).

Comprobación experimental de la selección y equilibrio para dos *loci* independientes. Gloria BLANCO LIZANA (1976).

Efecto de la densidad y frecuencia relativa en la competencia interespecífica. Carmen CARRACEDO CABANAS (1977).

Estudio de variabilidad enzimática en poblaciones experimentales de *Drosophila*. Rafael PIÑEIRO BELLOSO (1977).

Heterogeneidad genética en un carácter cuantitativo de *Drosophila melanogaster*. Jesús ALBORNOZ PONS (1977).

Tesis Doctorales:

M.ª D. OCHANDO GONZÁLEZ.-«Estudios sobre una población polimorfa de *Drosophila* localizada en Vallecas (Madrid)». Sobresaliente «cum laudem». 1974.

M. A. COMENDADOR GARCÍA.-«Estudio comparativo de los niveles de variación genética existentes en cinco poblaciones asturianas de *Drosophila melanogaster*». Tesis leída en 1977 y calificada con Sobresaliente «cum laudem».

De esta última tesis procede el trabajo que sigue a continuación:

FRECUENCIA DE LETALES Y VARIABLES AMBIENTALES EN POBLACIONES NATURALES DE *Drosophila melanogaster*

Por

MIGUEL ANGEL COMENDADOR

Departamento Interfacultativo de Genética.
Universidad de Oviedo

RESUMEN

Se analiza la letalidad contenida en el segundo cromosoma, en cinco poblaciones naturales de *D. melanogaster* capturadas en la región central de Asturias (España). Se discuten las relaciones entre letalidad y algunas variables ambientales.

Se detecta una correlación significativa y positiva entre la frecuencia de cromosomas letales y semiletals y la pluviosidad media anual de las localidades en las que las poblaciones han sido capturadas. Sin embargo, parece difícil dar un sentido biológico causal a tal correlación. Por otra parte, se ha encontrado una relación directa entre la frecuencia de cromosomas letales y semiletals y el nivel de contaminación, al que están expuestas las poblaciones. Los resultados apoyan la importancia de este factor ambiental en el problema de la variación de las poblaciones naturales.

SUMMARY

Analysis of second chromosome lethality were carried out in five wild populations of *D. melanogaster* collected in the central area of Asturias (Spain). The relationships between lethality and certain environmental variables are discussed.

A positive and significant correlation appears between the frequency of lethal and semilethal chromosomes and the mean annual rainfall of the localities where the populations had been collected. It appears, however, difficult to give a biologically causal meaning to such correlation. And the other hand, a direct relation is found between the frequency of lethal and semilethal chromosomes and the level of industrial pollution to which populations had been exposed. The results favouring the relevance of this environmental factor to the problem of natural populations variation.

INTRODUCCION

La variación genética de las poblaciones naturales en la viabilidad, ha sido estudiada en poblaciones de diferentes especies de *Drosophila*: *D. pseudoobscura* (DOBZHANSKY y SPASSKY, 1963), *D. willistoni* (KRIMBAS, 1959) y *D. melanogaster*

(GREENBERG y CROW, 1960), y han sido varios los intentos de relacionar esta variabilidad con las condiciones ambientales en las que viven las poblaciones.

En *D. melanogaster* se han presentado pruebas de una correlación negativa entre la frecuencia de letales y semiletales y la gama de temperaturas existente antes de la captura de las moscas (BAND e IVES, 1961, 1963; BAND, 1964). Asimismo se ha podido detectar correlación positiva entre la frecuencia de letales y semiletales y la pluviosidad en los meses anteriores a la captura de las poblaciones (BAND e IVES, 1968). Sin embargo no siempre aparecen estas relaciones (MINAMORI et al., 1973) y se han descrito otras posibles asociaciones entre la frecuencia de letales y variables ambientales; ALAHOTIS (1976) ha encontrado una relación inversa entre la frecuencia de letales y la riqueza en levaduras del medio de cultivo y MINAMORI et al. (1973) han descrito una posible asociación entre la frecuencia de letales y semiletales y el incremento de la contaminación debida al consumo de carburantes de tipo industrial y derivados del petróleo.

En el presente artículo se presentan los resultados obtenidos del análisis de la letalidad contenida en el cromosoma 2 de *D. melanogaster*, de cinco poblaciones naturales de Asturias, y se discuten estos resultados bajo el punto de vista de las condiciones ambientales de esas poblaciones.

MATERIAL Y METODOS

Las poblaciones fueron capturadas en cinco localidades de la región central asturiana, escogidas de tal modo que éstas pudieran distinguirse al menos por una variable ambiental muy aparente, tal como altitud sobre el nivel del mar, grado de contaminación, temperatura media anual, pluviosidad, etc.

Las cinco localidades de captura señaladas en el mapa (Fig. 1) son las siguientes:

La población *Proaza* fue capturada en una zona situada junto al camino de Proaza a Linares, en una de las fincas que lo bordean. En el momento de la captura, la finca estaba sembrada de patatas en su mayor parte y en las proximidades se encontraban numerosos frutales (manzanos y cerezos sobre todo). La altitud de la zona es de 290 m. y dista del mar 35 Km. Según el testimonio del dueño de la finca, sólo muy excepcionalmente ha sido tratada con plaguicidas. Se puede considerar que la población tiene una influencia humana media.

La población *La Felguera* fue capturada en una franja de terreno comprendida entre la factoría siderúrgica ENSIDESA y la carretera de La Felguera a Pajomal. Es un área sometida a intensa contaminación debido a la gran cantidad de humos y partículas sólidas que, procedentes de la factoría mencionada, se depositan sobre la zona de captura. La vegetación es la de un jardín, con un seto de 20 m. de longitud de *Laurus nobilis* muy espeso sobre el cual fueron colocadas las trampas. Hay además dos higueras, siendo muy variada el resto de la vegeta-

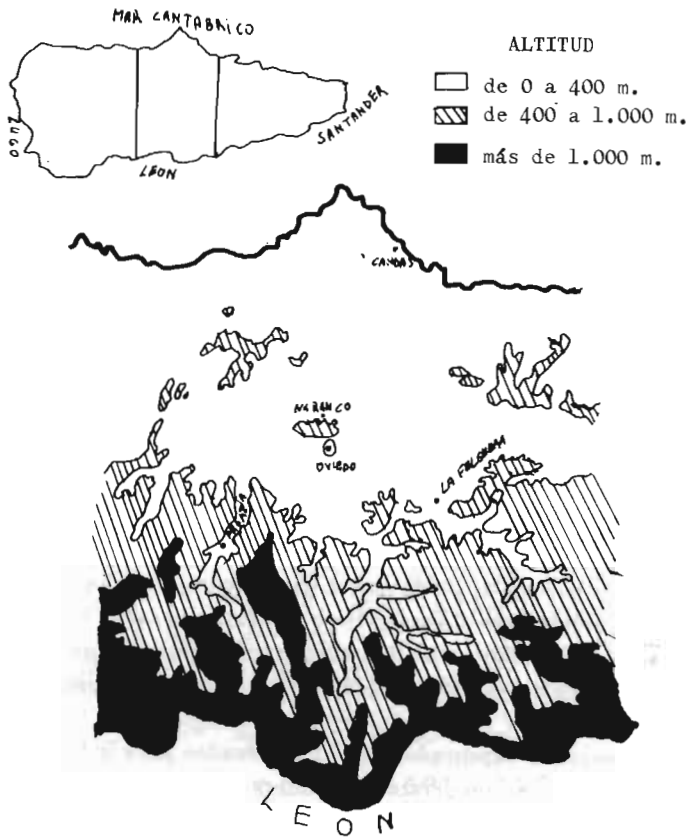


Fig. 1.-Mapa de la región central asturiana en el que se indican las localidades en las que se han efectuado las capturas.

ción, sin predominio de ninguna especie determinada. Esta zona se encuentra a una altura sobre el mar de 240 m. y a 26 Km. de la costa.

La población *Urbana* procede de la periferia de la ciudad de Oviedo, en el límite de la zona urbanizada con la rural; en concreto, se capturó en un bloque de viviendas próximo a la carretera de Oviedo a León; limita con huertos donde hay un establo. Otra peculiaridad de esta zona es que, en determinadas circunstancias climatológicas, recibe los humos procedentes de la central térmica de Soto de Ribera, situada a unos cinco kilómetros de la zona de captura. Su distancia al mar es de 24 Km. y su altitud de 220 m. Por todas estas características se la puede considerar como población sometida a una influencia humana considerable, más por el conjunto de factores que coinciden que por destacar alguno de ellos en especial.

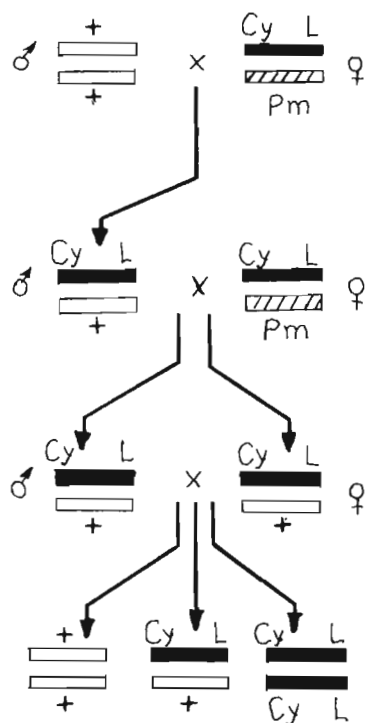
La población *Naranco* fue capturada en la ladera norte del monte Naranco, en la zona comprendida entre los pueblos de La Pedrera y Quintana, en una mancha de bosque mixto de castaño y roble que bordea el río Nora; en la época de captura estaba muy desarrollado el helecho *Pteridium aquilinum*. Las trampas fueron colocadas en uno de los bordes de la mancha. La altitud de la zona es de 190 m. y su distancia a la costa de 19 Km. Se puede considerar que, entre las cinco localidades, ésta es la de menor influencia humana ya que no existen zonas habitadas próximas y además este bosque no es explotado, a excepción de esporádicos cortes de helechos.

La zona en que ha sido capturada la población *Candás*, es costera; está situada en el límite entre los concejos de Carreño y Gozón, en el interior de una finca dedicada principalmente a fines ganaderos. Las trampas para la captura fueron colocadas sobre un seto de arbustos constituido fundamentalmente por *Sambucus nigra* y *Hedera helix*. El resto de la vegetación son manzanos y pratenses, y en zonas más alejadas se encuentran cultivos de maíz y tomate. La distancia a la costa no sobrepasa los 500 m. y su altura sobre el nivel del mar es de 20 m.

En todos los casos, las poblaciones han sido capturadas mediante trampas construidas con botes de vidrio de boca ancha, en cuyo fondo hay plátano machacado, cuya fermentación se estimula con levadura de pan. Estas trampas se mantuvieron durante siete días consecutivos, extrayendo diariamente los individuos.

Todos los machos capturados fueron analizados para la letalidad contenida en su segundo cromosoma mediante cruzamientos con la cepa *Curly Lobe/Plum*, siguiendo la técnica de BONNIER (1957). En esquema, el método utilizado fue el siguiente (Fig. 2). Cada macho capturado se cruzó con una hembra *Cy L/Pm*; un macho *Cy L* descendiente de este cruzamiento se retrocruzó con una hembra *Cy L/Pm* para obtener en la descendencia, entre otros tipos, machos y hembras heterocigóticos de fenotipo *Cy L* portadores de copias de un mismo cromosoma del macho que se está analizando. El cruzamiento de estos hermanos produce una descendencia en que aparecerán moscas de fenotipo normal sólo si el cromosoma salvaje analizado está libre de letales. Si el cromosoma salvaje analizado tiene viabilidad normal, la proporción esperada de adultos de fenotipo normal es del 33,33 %; la clasificación de viabilidades empleada es la generalmente admitida (DOBZHANSKY, 1970).

Los datos climatológicos utilizados están elaborados a partir de los de las siguientes estaciones meteorológicas: La Cadellada, Proaza, Gijón, Sama de Langreo y Posada de Llanera; por su proximidad, sirven como indicadores de la climatología de las localidades en las que han sido capturadas las poblaciones *Urbana*, *Proaza*, *Candás*, *La Felguera* y *Naranco*, respectivamente. Asimismo han sido utilizados los mapas termométricos (MATEO GONZÁLEZ, 1959) y pluviométricos (MATEO GONZÁLEZ, 1956) de la región asturiana.



cigotos	0.25	0.50	0.25
adultos	0.33	0.66	—

Fig. 2.—Esquema de los cruzamientos realizados para la determinación de la viabilidad de los cromosomas II, a partir de los machos capturados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis de la viabilidad de los cromosomas 2 de las cinco poblaciones, se muestran en la Tabla 1; en la Tabla 2 se dan las viabilidades medias de las cinco poblaciones, estimadas considerando todos los cromosomas 2, y considerando sólo los cromosomas que no contienen letales. Como se puede apreciar, la población *La Felguera* muestra una viabilidad media muy baja, cuando se consideran todos los cromosomas 2, y la viabilidad va aumentando en *Naranco*, *Urbana*, *Proaza* y *Candás*, sucesivamente. Sin embargo, cuando únicamente se considera la viabilidad media de los cromosomas no letales, las

TABLA 1

Frecuencias, en %, de los diferentes tipos de cromosomas detectados en las cinco poblaciones. (Entre paréntesis se dan los números de cromosomas de cada tipo. *Supervitales: spv, normales: n, subvitales: sv, semiletales: sle, letales: le.*)

	spv	n	sv	sle	le
La Felguera	0,00 (0)	18,39 (16)	12,64 (11)	14,94 (13)	54,02 (47)
Urbana	5,40 (5)	20,65 (19)	17,39 (16)	18,47 (17)	38,04 (35)
Naranco	0,00 (0)	22,50 (18)	27,50 (22)	15,00 (12)	35,00 (28)
Proaza	4,16 (4)	27,08 (26)	18,75 (18)	18,75 (18)	31,25 (30)
Candás	0,00 (0)	44,18 (38)	16,27 (14)	9,30 (8)	30,23 (26)

TABLA 2

Viabilidad media de las cinco poblaciones. A la izquierda viabilidad media global y a la derecha viabilidad media excluyendo los cromosomas letales.

	Viabilidad media	
	Todos los cromosomas	Cromosomas no letales
La Felguera	0,2964	0,6439
Urbana	0,4409	0,7166
Naranco	0,4354	0,6700
Proaza	0,4772	0,7109
Candás	0,5909	0,8257

diferencias entre las cinco poblaciones se reducen, si bien se sigue manteniendo que los valores extremos correspondan a *La Felguera* y *Candás* respectivamente. Las razones por las que las diferencias entre poblaciones son menores cuando se considera la viabilidad de los cromosomas no letales, hay que buscarlas en las distintas distribuciones de viabilidades que se presentan en cada una de las poblaciones.

En la Fig. 3 se muestra la distribución de cromosomas según sus viabilidades (izquierda de la gráfica) y agrupados por su clasificación como letales, semiletales, etc. (parte derecha); las diferencias entre poblaciones son manifiestas. A la vista de la distribución de cromosomas según sus viabilidades, la baja viabilidad media de la población *La Felguera* se puede atribuir esencialmente a

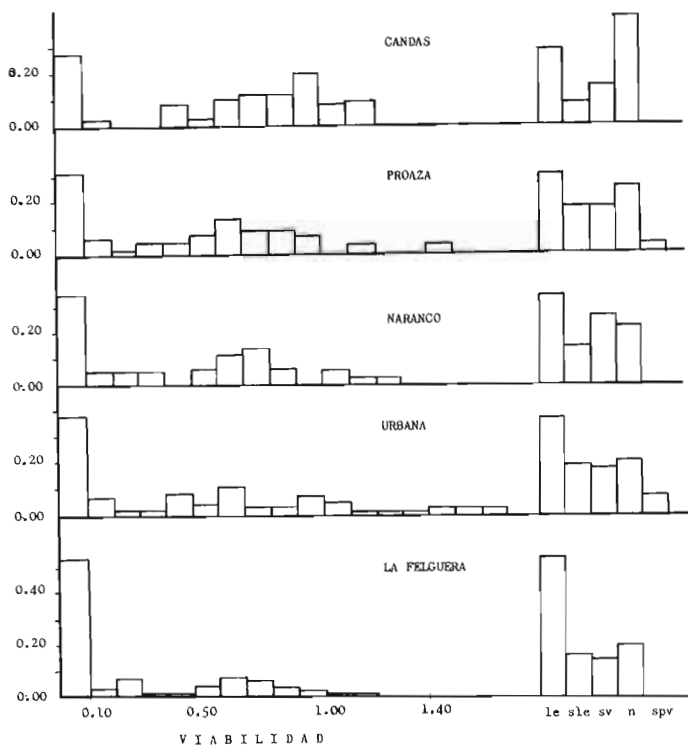


Fig. 3.-Distribución de cromosomas según sus viabilidades (izquierda) y según que hayan sido clasificados como letales, semilaterales, etc. (derecha).

que la mayoría de sus cromosomas tienen viabilidades comprendidas entre 0,00 y 0,10. Desde *La Felguera* a *Candás*, se observa una disminución de cromosomas con baja viabilidad y un aumento progresivo de la proporción de cromosomas con más altas viabilidades; así en *Candás*, la población con mayor viabilidad media, hay una alta proporción de cromosomas con viabilidades comprendidas entre 0,70 y 1,20 (nótese que en ella no hay cromosomas con viabilidad mayor de 1,20) y están ausentes los cromosomas con viabilidades comprendidas entre 0,20 y 0,40. La parte derecha de la Fig. 3 es consecuencia de lo anterior, pero refleja más claramente el desplazamiento de las gráficas hacia la derecha desde *La Felguera* a *Candás*.

La población *Urbana* merece un comentario especial. Es cierto que la viabilidad media de una población depende de la proporción de letales, pero es obvio que no exclusivamente. La viabilidad media global de *Urbana* es muy semejante a la de *Naranco* y *Proaza*, pero sin embargo su frecuencia de letales

más semiletales es significativamente mayor que la de estas poblaciones. La relativamente alta proporción de cromosomas con viabilidad mayor de 1,20, especialmente de supervitales (5,40 %), es la razón por la que *Urbana*, a pesar de la alta proporción de letales más semiletales, tiene una viabilidad media semejante a la de aquellas otras poblaciones.

Si se relaciona la proporción de cromosomas letales y semiletales de nuestras poblaciones con la pluviosidad de las localidades utilizadas como referencia, cabe establecer una relación bastante clara. Se ha visto que las poblaciones *La Felguera* y *Candás* representan los extremos de frecuencia de cromosomas letales y semiletales, mientras que las otras tres poblaciones se encuentran en una posición intermedia y son más similares entre sí. Esta misma relación se encuentra entre las pluviosidades de las cinco localidades de origen de las poblaciones, como muestra la Fig. 4; la correlación entre la proporción de letales más semiletales y pluviosidad anual resulta ser positiva y significativa (coeficiente de correlación de Spearman $r_s = 0,9$, $p < 0,05$).

BAND e IVES (1968) examinando una población de *D. melanogaster* de South Amherst (EE. UU.) a lo largo de un considerable número de años, han probado que en esa población existe una correlación positiva y significativa entre la pluviosidad total de los tres meses de verano anteriores a la captura de las moscas

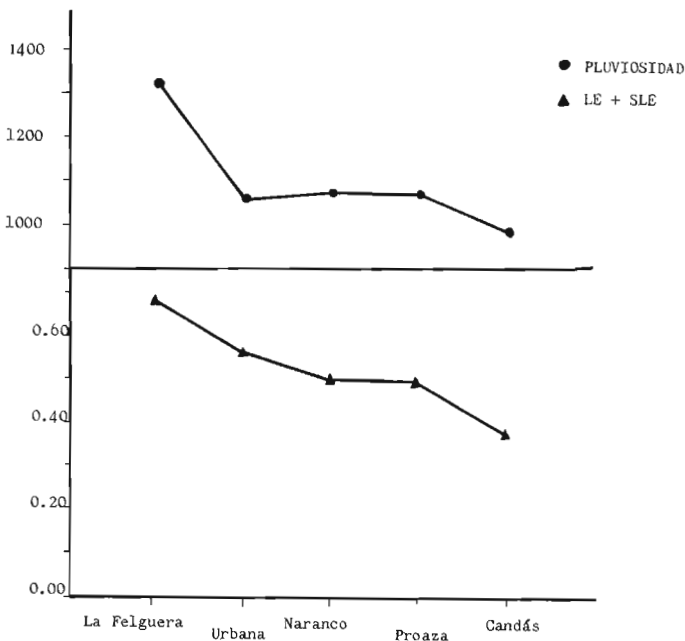


Fig. 4.-Relación entre la pluviosidad anual (en mm) de las localidades de captura y la frecuencia de letales más semiletales de las poblaciones correspondientes.

y la frecuencia de letales más semiletal. Como señalan estos autores, la posible explicación de esta asociación pluviosidad-viabilidad debe ser indirecta.

Se sabe que poblaciones experimentales de *D. melanogaster*, que reciben alimento fresco con frecuencia, son más productivas que aquéllas que lo reciben más espaciadamente (AYALA, 1967). Aun cuando en estas poblaciones más productivas, el tamaño no aumenta grandemente por tener el espacio restringido, en poblaciones naturales, sin esta limitación, cabe esperar que el tamaño de la población aumente significativamente.

BAND e IVES (1968) dan como posible explicación de la correlación entre pluviosidad y frecuencia de letales, el que la lluvia caída en el habitat de las poblaciones produzca una mayor abundancia y variedad de recursos alimenticios disponibles para el desarrollo de los individuos, y que este incremento de alimento constituya una situación ambiental más favorable para un aumento del tamaño de la población. Esta situación más favorable permitiría mayor acumulación de diversidad genética y en definitiva, toleraría un aumento de la frecuencia de letales.

Sin embargo, ALAHIOTIS (1976) en poblaciones experimentales de *D. melanogaster*, encuentra mayor frecuencia de letales en poblaciones en que el medio alimenticio era restrictivo, que en aquellas otras que se desarrollan en un medio favorable, e incluso la frecuencia de letales resultaba ser mayor en las poblaciones de menor tamaño.

Independientemente de los resultados de ALAHIOTIS (1976), aunque en nuestros resultados también se aprecia una relación entre pluviosidad y frecuencia de letales y semiletal del mismo tipo que la encontrada por BAND e IVES (1968), no parece probable que su explicación sea suficiente, al menos tal y como la formulan, y ello por una razón: los niveles de pluviosidad son muy elevados en todas las localidades de captura de nuestras poblaciones, aunque haya diferencias entre ellas, y la vegetación es en todas abundante, por lo que no parece que se pueda hablar de diferencias en cantidad de alimento en estas poblaciones como causa de diferencias en el tamaño de las poblaciones.

Por otra parte, en las poblaciones aquí estudiadas, no ha sido posible establecer ninguna relación coherente entre la frecuencia de letales y semiletal y variables climatológicas referidas a la temperatura, tal como las obtenidas por algunos autores (BAND e IVES, 1961, 1963; BAND, 1964).

MINAMORI et al. (1973) sugieren que el aumento en la frecuencia de letales que ellos observan en una población natural japonesa durante el período 1961-1971, pudiera ser debido a la presencia en el ambiente de agentes contaminantes industriales. Parten del hecho de que en no pocas poblaciones diferentes, observadas durante un período largo de años, se constata una tendencia al incremento en la frecuencia de letales, así como una disminución en la frecuencia de alélismo de esos letales; tratándose de poblaciones de diferente origen y composición genética, hay que buscar una causa común como responsable de esa tendencia

común. Por eso sugieren la contaminación, debida al creciente uso de combustibles del tipo de gasolina, gas-oil, fuel-oil y keroseno, ocurrido en los últimos años en los países industrializados.

Su razonamiento es el siguiente: el número efectivo de individuos de una población que repite cambios estacionales, depende de cuál sea el número mínimo de individuos durante el año, más que del número máximo (DUBININ, 1946; citado por MINAMORI et al., 1973). En el invierno es cuando las poblaciones alcanzan su número mínimo y el factor más importante para que haya individuos que sobrevivan ese período es probablemente la temperatura que se alcance en los lugares de resguardo invernal de las moscas. El consumo de combustibles puede incrementar las temperaturas de los alrededores del microhabitat de las moscas, facilitándoles así el período invernal; esto repercutiría en definitiva en que aumentarían los tamaños efectivos durante el período de máxima expansión y consiguientemente en que las poblaciones admitieran una mayor presencia de letales. Ciertamente, no es ésta la única explicación posible para relacionar el grado de contaminación y la frecuencia de letales y semiletals, ya que podrían existir otras alternativas, sobre todo teniendo en cuenta los resultados ya mencionados de ALAHOTIS (1976); la más obvia sería un aumento de la frecuencia de mutación. En cualquier caso se necesitan más pruebas para decidirse por una u otra.

Sea cual sea la explicación, nuestros datos confirman el hecho de esa asociación entre aumento de contaminación y proporción de letales. La proporción de letales más semiletals es significativamente mayor en *La Felguera y Urbana*; *La Felguera* ha sido capturada en una localidad con intensa contaminación industrial y *Urbana* en una zona con contaminación media, mientras que las demás poblaciones, aunque estén sometidas a influencia humana en mayor o menor grado, ésta no es de tipo industrial. Es decir, que es claro que en las dos poblaciones sometidas a contaminación de tipo industrial, la proporción de cromosomas letales y semiletals es significativamente mayor que en aquellas otras que no lo están.

REFERENCIAS

- ALAHOTIS, S. (1976).—Genetic variation and the ecological parameter «food medium» in cage populations of *Drosophila melanogaster*. Can. J. Genet. Cytol., **18**: 379-383.
- AYALA, F. J. (1967).—Dynamics of populations. II. Factors controlling population size in *Drosophila pseudoobscura* and *D. melanogaster*. Ecology, **48**: 67-75.
- BAND, H. T. (1964).—Genetic structure of populations. III. Natural selection and concealed genetic variability in a population of *Drosophila melanogaster*. Evolution, **18**: 384-404.
- BAND, H. T. y P. T. IVES (1961).—Correlated changes in environment and lethal frequency in a natural population of *Drosophila melanogaster*. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., **47**: 180-185.
- (1963).—Comparison of lethal and semilethal frequencies in second and third chromosomes from a natural population of *Drosophila melanogaster*. Can. J. Genet. Cytol., **5**: 351-357.
- (1968).—Genetic structure of populations. IV. Summer environmental variables and lethal and semilethal frequencies in a natural population of *Drosophila melanogaster*. Evolution, **22**: 633-641.

- BONNIER, G. (1957).—*CyL* versus *CyLIPm* technique in *Drosophila melanogaster*. *Evolution*, **11**: 369-371.
- DOBZHANSKY, Th. (1970).—Genetics of evolutionary process. Columbia University Press. New York.
- DOBZHANSKY, Th. y B. SPASSKY (1963).—Genetics of natural populations. XXXIV. Adaptive norm, genetic load and genetic elite in *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*, **48**: 1.467-1.485.
- GREENBERG, R. y J. F. CROW (1960).—A comparison of the effect of lethal and detrimental chromosomes from *Drosophila* populations. *Genetics*, **45**: 1.154-1.168.
- KRIMBAS, C. (1959).—Comparison of concealed variability in *Drosophila willistoni* with that in *D. prosaltans*. *Genetics*, **44**: 1.359-1.369.
- MATEO GONZÁLEZ, P. (1956).—Pluviometría de Asturias. Servicio Meteorológico Nacional. Publ. Ser. A. n.º 28. Madrid.
- (1959).—Termometría de Asturias. Servicio Meteorológico Nacional. Publ. Ser. A. n.º 312. Madrid.
- MINAMORI, S., K. ITO, A. NAKAMURA, Y. ANDO y H. SHIOMI (1973).—Increasing trend in frequencies of lethal and semilethal chromosomes in a natural population of *Drosophila* population of *Drosophila melanogaster*. *Jap. J. Genet.*, **48**: 41-51.

SELECCION ESTABILIZADORA DE UN FENOTIPO DISTINTO DEL NORMAL EN MACROQUETAS DE *Drosophila*

Por

JULIAN RUBIO

Departamento Interfacultativo de Genética
Universidad de Oviedo

RESUMEN

Se ha practicado selección artificial estabilizadora en tres poblaciones de *Drosophila*, incluyendo con igual intensidad el criterio selectivo tanto el número (dos) como la localización de las quetas extra dorsocentrales y escutelares. La respuesta a la selección ha sido positiva en las tres líneas, aunque se pueden observar algunas interesantes diferencias. Estos resultados se interpretan de acuerdo con la hipótesis de que la selección artificial puede producir canalización de un fenotipo de quetas extra a un nivel distinto del normal, aunque tal posibilidad se ve limitada de algún modo por la localización que tengan las quetas extra en el nuevo fenotipo.

SUMMARY

Stabilizing selection was applied to three different *Drosophila* populations, so that selection pressure was directed primarily to both number (two) and position of extra dorsocentral and scutellar bristles. Selection has been effective in all three lines, although there are some interesting differences in response between them. These results are taken as supporting the hypothesis that artificial selection can produce canalisation of the extra bristles phenotype at a level other than the wild-type, but this ability is somewhat limited by the position of the extra bristles in the new phenotype.

La selección natural actúa más a menudo manteniendo estados adaptativos que provocando cambios direccionales sistemáticos. En caracteres cuantitativos, si la eficiencia biológica de los fenotipos decrece al alejarse del valor fenotípico modal de la población, la selección natural actúa como estabilizadora (WRIGHT, 1935; MATHER, 1953; ROBERTSON, 1956; SINGH y LEWONTIN, 1966, etc.).

Existen en la naturaleza caracteres cuantitativos que parecen ser resultado de una selección estabilizadora tan eficaz que sólo por excepción aparecen individuos con fenotipo algo desviado del típico de la especie. Sin embargo esa tipificación del fenotipo no significa ausencia total de variación genética en los indivi-

duos; WADDINGTON (1942) propuso la teoría de la canalización del desarrollo para explicar este particular efecto estabilizador (selección canalizadora). La hipótesis ha tenido algunas comprobaciones experimentales (WADDINGTON, 1960; SCHARLOO, 1964; RENDEL, 1967; RUBIO, 1971) pero no se ha podido demostrar en todos los caracteres en que se esperaba. Tampoco se ha podido comprobar en sus detalles qué mecanismo produce esa estabilidad fenotípica con latente variabilidad genética, que puede ser explotada por la selección direccional cuando por una u otra causa se expresa fenotípicamente (ver, por ejemplo, FRASER, 1963).

El presente trabajo se limita a analizar la selección estabilizadora definida operacionalmente por el criterio con que se eligen los genitores (un valor fenotípico intermedio) y por su efecto reductor de la varianza fenotípica alrededor de ese valor fenotípico.

Por otra parte, en los trabajos antes citados se trata de *restaurar* la estabilización natural del fenotipo normal en poblaciones que la hayan perdido por la presencia de un mutante. En cambio, aquí se pretende investigar en qué condiciones se puede *producir* estabilización de un fenotipo cuantitativo diferente del normal en la especie. RENDEL y SHELDON (1960), en una cepa *scute* de *Drosophila melanogaster* canalizaron el carácter «número de macroquetas escutelares». en un fenotipo nuevo (dos quetas) que es intermedio dentro de la gama variable de esa cepa mutante.

Entre todas las macroquetas de *Drosophila*, las de las regiones dorsocentral y escutelar son tan estables, en número y localización, que pueden considerarse modelo de constancia fenotípica y de canalización. Lo normal son cuatro quetas en cada una de esas regiones; y en ambas se hallan localizadas según un patrón muy preciso de distribución, con simetría bilateral y antero-posterior. Se presentan anomalías fenotípicas por supresión de alguna(s) queta(s) normal(es) y por adición de quetas extra, más o menos próximas a las normales. La localización de las anomalías dentro del patrón normal de distribución, no parece ser al azar. Pueden deberse a una mutación que, al alterar de modo drástico el sistema genético, destape variabilidad genética oculta; o pueden ser simples desviaciones que aparecen a veces en las poblaciones normales como expresión de esa variabilidad genética que de ordinario está encubierta por la canalización del fenotipo. En ambos casos, esa variación genética así expresada en fenotipos anómalos responde a la selección.

Nuestro trabajo difiere del de RENDEL y SHELDON en aspectos que parecen importantes para la problemática de la selección estabilizadora y para el conocimiento genético del carácter macroquetas en particular. En primer lugar aquí se selecciona en poblaciones naturales, donde la variación fenotípica es escasa, mucho menor que la de una cepa mutante y de características distintas a las de ésta. Más importante, su método combina dos presiones selectivas, la selección familiar directa para la reducción de varianza y la selección individual para el fenotipo nuevo; aquí sólo se aplica la selección individual para el fenotipo anó-

malo, porque según la teoría de la selección estabilizadora esta presión selectiva debe ser suficiente para reducir la varianza fenotípica. Añadirle la otra presión selectiva puede dificultar la interpretación de los resultados. Además, RENDEL y SHELDON prescinden de la posición de las quetas seleccionadas dentro del patrón de distribución espacial, siendo como es una importante característica del carácter normal canalizado en la naturaleza; aquí realizamos selección para un número anómalo de quetas con localización concreta: la que tienen con más frecuencia las quetas anómalas en las poblaciones donde se realiza la selección. Incluye, pues selección para número y localización definida, que es simétrica, de las quetas.

Desde la observación reiterada, en poblaciones naturales y seleccionadas, que las quetas extra escutelares aparecen más a menudo en la posición anterior, se ha llegado a probar por diversos datos y métodos de análisis experimental, que las localizaciones escutelares anterior y posterior manifiestan cierta independencia de regulación genética y que el fenotipo normal está más firmemente canalizado en la localización anterior que en la posterior (FRASER, 1963; RUBIO, 1966; SCOWCROFT, GREEN y LATTER, 1968; LATTER y SCOWCROFT, 1970). Es decir, que el fenotipo normal, numérico y posicional, debe definirse como «una queta por localización» y no como número global de quetas en el área escutelar (ROBERTSON, 1965). Sólo así se explica haya tenido éxito la selección direccional para quetas extra en localizaciones específicas.

En el presente trabajo se combinan dos aportaciones que se encuentran por separado en los anteriores: la posibilidad de selección estabilizadora a nivel fenotípico distinto del normal y la independencia genética de las posiciones escutelares anterior y posterior. Como contraste se seleccionan también en otra línea paralela, quetas extra dorsocentrales, ya que el problema posicional en el área dorsocentral está poco estudiado, aunque ya se han señalado algunas diferencias con la escutelar en poblaciones que presentan afectadas las macroquetas de ambas áreas (RUBIO, 1966).

MATERIAL Y METODOS

El fenotipo, distinto del normal, que se intenta estabilizar es dos quetas extra (además de las normales) dorsocentrales o escutelares. Las poblaciones iniciales son dos, de distinta especie y procedencia geográfica. En ambas la selección se inició con las moscas con alguna queta extra que aparecen con baja frecuencia en las poblaciones naturales. Pero en cada una se obtuvieron de modo diferente las primeras moscas con dos quetas extra en posición simétrica.

1. En una población de *Drosophila melanogaster*, de Aravaca, sometida a selección para aumentar el número total de quetas dorsocentrales y escutelares, se observó desde las primeras generaciones que aparecían más quetas extra escutelares que dorsocentrales. Además en la generación seis ya era llamativa la frecuencia de moscas con dos quetas extra escutelares anteriores simétricas.

CUADRO N.º 1
Amplitud de las clases, en probits, en líneas seleccionadas
 (Valores medios de las 15 primeras generaciones)

	Clases (N.º de quetas extra)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Línea C-25	0,78	0,85	0,61	0,55	0,61	0,56	0,43		
Línea H-25	0,89	0,55	0,50	0,54	0,42	0,44	0,47	0,59	0,80

En el Cuadro 1 se cuantifica esa mayor amplitud de la clase dos en esta línea (C-25), y se contrasta con los datos de otra línea (H-25), de distinto origen geográfico pero seleccionada de modo idéntico donde no se observó el fenómeno. La mayor amplitud de una clase, en probits, indica acumulación preferente de individuos, y se interpreta como indicio de nuevo umbral o nivel de canalización (RENDEL, 1967). Este dato motivó el derivar de la línea C-25 una línea estabilizadora (C-C) por selección de moscas con dos quetas extra escutelares en posición anterior simétrica. Sólo en las cuatro primeras generaciones fue inevitable (dado el criterio de la selección previa en C-25) emplear genitores que tuvieran además alguna queta extra dorsocentral; de no hacerlo así el tamaño efectivo de la naciente línea C-C hubiera sido demasiado pequeño. La Fig. 1 sirve para contrastar la evolución general de los valores fenotípicos medios de las tres líneas de *D. melanogaster*: Las C-25 y H-25, ambas de selección direccional pero distintas en respuestas, y C-C estabilizadora.

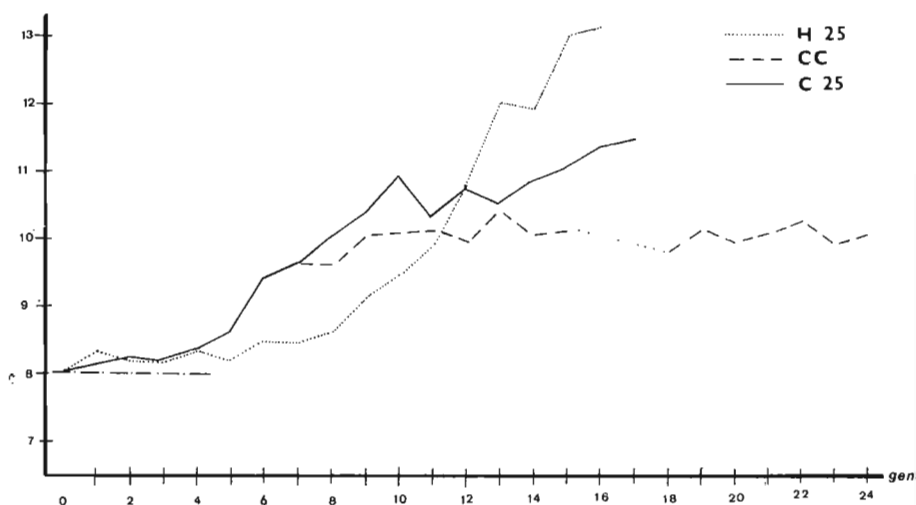


Fig. 1.—Respuesta, en número medio de quetas dorsocentrales y escutelares (ordenadas), en líneas de selección direccional (C-25 y H-25) y de selección estabilizadora (C-C).

2. En la población de *Drosophila pseudoobscura*, de Davis, se examinaron 40 líneas isomaternas derivadas de hembras fecundadas en la naturaleza (entre dos y cuatro generaciones de endogamia). En ocho de ellas había bastantes moscas con quetas extra; dado que predominaban las dorsocentrales en unas líneas y las escutelares en otras, se agruparon según ese criterio para formar las poblaciones base de las dos líneas de selección EDC (extras dorsocentrales) y ESC (extras escutelares). Los genitores seleccionados tenían sólo dos quetas extra simétricas. La localización a seleccionar no ofrecía duda en la línea escutelar ESC por lo ya dicho (Introducción) sobre las posiciones anterior y posterior escutelares; se seleccionó la anterior. En la línea dorsocentral EDC, ante la ausencia de referencias y la imprecisión de las localizaciones, se optó por seleccionar la posición más frecuente en la población, la intermedia entre las normales anterior y posterior.

En las tres líneas, C-C, EDC y ESC no se pretendió mantener un determinado diferencial de selección en todas las líneas y generaciones, pues interesaba ante todo desarrollar al máximo las líneas. Por la misma razón el tamaño de las descendencias contadas fue muy alto en las primeras generaciones (500 de cada sexo como mínimo). Luego se redujo a 200 de cada sexo, cuando se comenzó a mantener cada línea mediante ocho cultivos, cada uno con seis genitores vírgenes de cada sexo, en sistema rotatorio de cruzamientos. La selección es individual, pero de hecho contribuyen (aunque no por igual) todos los cultivos a la generación siguiente. Las condiciones de alimento y temperatura ($22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$) fueron las mismas, excepto con ocasión de un traslado de laboratorio, período en que tampoco se practicó selección.

RESULTADOS

Línea escutelar C-C de *D. melanogaster*

En las hembras el número medio de quetas extra (Cuadro 2) llega pronto al valor seleccionado (dos quetas) sin duda por efecto de la selección previa, y se mantiene muy próximo a él, sin aumentar por la continuada selección, que ya sólo acumula individuos en la clase 2. Disminuye significativamente (al 5 %) la primera vez que se relaja la selección (gener. 8-11), pero no la segunda (gener. 17-27).

Es normal el dimorfismo sexual encontrado para el valor fenotípico medio; pero es significativo que disminuya con la selección, porque las hembras no pueden rebasar el valor medio de dos quetas extras. Aunque no desaparece (porque los machos tampoco rebasan el valor 1,65) su disminución sugiere la efectividad estabilizadora de la selección para el nuevo nivel fenotípico; ya que es típico de la canalización natural (a nivel de cuatro quetas escutelares) la ausencia de dimorfismo sexual, y también lo es que el dimorfismo aparezca cuando se

CUADRO N.º 2

*Número medio de quetas extra y coeficientes de variación.
Línea C-C de selección escutelar.*

Generac.	Machos		Hembras	
	\bar{X}	C.V.	\bar{X}	C.V.
1	0,875 ± 0,096	0,986 ± 0,078	1,580 ± 0,102	0,620 ± 0,046
2	1,191 ± 0,061	0,726 ± 0,036	2,021 ± 0,073	0,497 ± 0,026
3	1,244 ± 0,048	0,732 ± 0,028	2,062 ± 0,042	0,402 ± 0,015
4	1,180 ± 0,039	0,687 ± 0,019	2,103 ± 0,043	0,416 ± 0,014
5	1,259 ± 0,042	0,665 ± 0,018	1,936 ± 0,038	0,398 ± 0,016
6	1,656 ± 0,031	0,429 ± 0,013	2,390 ± 0,035	0,332 ± 0,010
7	1,444 ± 0,045	0,517 ± 0,022	2,063 ± 0,043	0,331 ± 0,014
8	1,646 ± 0,039	0,366 ± 0,017	2,091 ± 0,039	0,286 ± 0,013
11	-	-	1,787 ± 0,038	0,331 ± 0,015
12	-	-	2,200 ± 0,037	0,263 ± 0,012
13	-	-	1,964 ± 0,028	0,301 ± 0,008
14	-	-	2,040 ± 0,033	0,283 ± 0,010
15	-	-	2,025 ± 0,031	0,291 ± 0,011
16	1,587 ± 0,052	0,413 ± 0,023	1,925 ± 0,034	0,221 ± 0,012
17	1,675 ± 0,049	0,370 ± 0,021	2,019 ± 0,044	0,275 ± 0,015
27	-	-	1,988 ± 0,032	0,307 ± 0,010

No figuran datos de los machos en las generaciones en que sólo se contaron las hembras, aunque se siguió seleccionando en ambos sexos.

rompe esa canalización. Otro dato también lo sugiere: aunque en esta línea C-C aparecen individuos con más de dos quetas extras, como efecto remanente del tipo de selección practicado en la línea de origen (C-25), su número desciende lentamente con la selección estabilizadora.

Se ha reducido la varianza fenotípica, como muestran (Fig. 2) las distribuciones de frecuencias fenotípicas al principio y al final de la selección estabilizadora. La diferencia notable entre los sexos es coherente con el dimorfismo señalado para los valores medios.

En el Cuadro 2 se ve que la selección va reduciendo el coeficiente de variación hasta un grado significativo (el 62 % en los machos y el 56 % en las hembras) y que este efecto se ha alcanzado prácticamente ya en la generación ocho.

Interesa reflejar la respuesta a la selección en función de la frecuencia de la clase seleccionada, dos quetas extra (Fig. 3). Su frecuencia inicial es ya sustancial y demuestra la intensidad de la aparición espontánea de este fenotipo incluso cuando la selección previa no lo favorecía ni directa ni exclusivamente (ver Material y Métodos). Este hecho es coherente con la rápida respuesta obtenida en las primeras ocho generaciones de selección estabilizadora, y con la ausencia de disminución significativa cuando se relaja dicha selección. También existe y se mantiene cierto dimorfismo sexual en la respuesta.

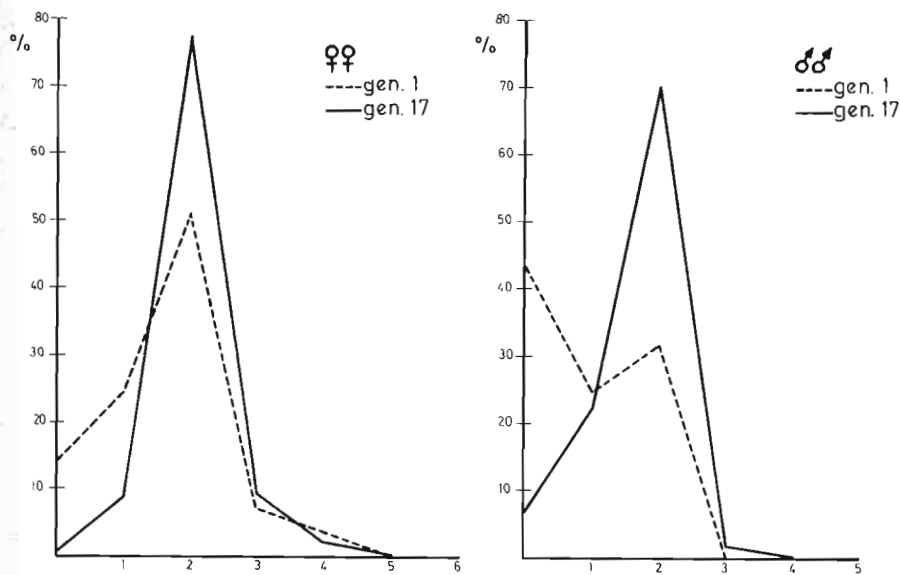


Fig. 2.-Distribución de frecuencias por número de quetas extra escutelares (abscisas) en las generaciones inicial y final de la selección estabilizadora en la línea C-C.

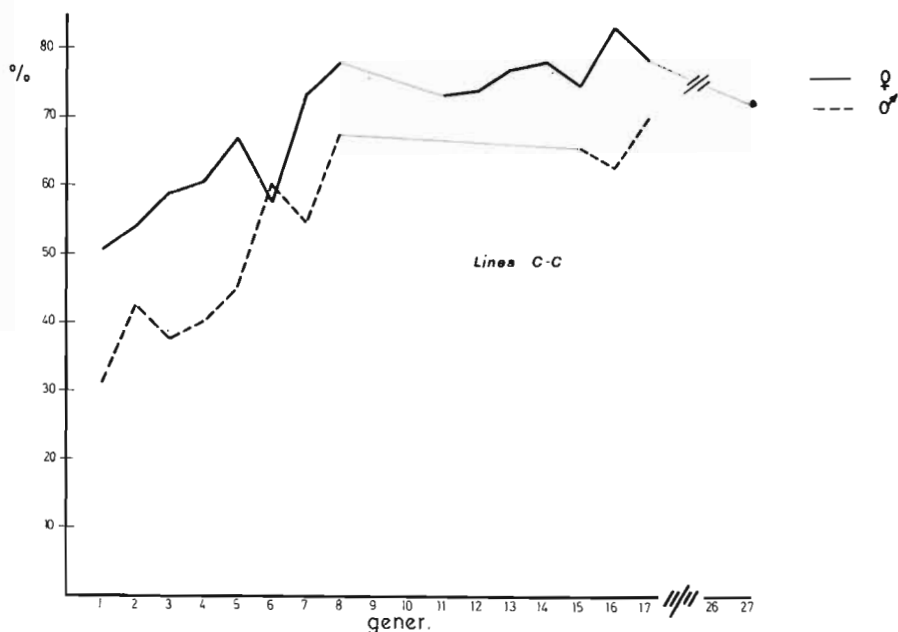


Fig. 3.-Cambios en la proporción de individuos de fenotipo anómalo seleccionado, producidos por la selección estabilizadora en la línea C-C. En las generaciones 8 a 11 y 17 a 27 no se practicó selección. Los datos de machos no se tomaron con continuidad por su evidente paralelismo con los de las hembras, aunque se seleccionaran (gener. 11 a 15).

En todos los resultados anteriores, tras una rápida respuesta significativa, aparece un tope o límite a la misma.

La respuesta a la selección desde el punto de vista de la localización anterior y simétrica bilateral, sólo se estudia en las moscas con dos quetas extra por razones obvias. Distinguimos la simetría numérica (una queta extra a cada lado en cualquier posición) y la simetría posicional dentro de la numérica (las dos anteriores o las dos posteriores, aunque esto último es muy raro). La presencia de quetas intermedias, entre las normales anterior y posterior, hace difícil clasificar

CUADRO 3
Respuesta a la selección en simetría bilateral (%)

Generac.	Simetría numérica				Posicional			
	Asimétricas		Asimétricas		Simétricas		Dudosas	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
3	4,87	2,26	2,65	0,75	58,41	63,91	34,07	33,08
4	3,05	1,20	1,69	2,45	62,37	71,08	32,86	25,30
5	0,70	1,14	2,47	4,54	60,78	59,66	36,05	34,66
6	1,95	1,90	1,32	0,63	63,24	63,49	33,44	33,96
7	1,50	0,00	1,05	0,68	72,10	71,34	25,26	27,89
8	0,50	0,00	0,53	1,23	70,74	70,73	28,19	28,39
11	0,57	0,00	1,14	0,87	80,57	72,34	17,71	26,78
17	1,58	0,00	0,79	0,00	69,05	79,46	28,57	20,54

con exactitud un cierto número de casos; para evitar apreciaciones subjetivas, incluso con mediciones tediosas, se les considera dudosas (Cuadro 3). Aún así, es evidente que puede obtenerse incremento de simetría numérica y posicional cuando la selección se suma a la espontánea frecuencia de aparición de este fenotipo.

En las primeras generaciones seguían apareciendo quetas extra dorsocentrales debidas al origen de la línea (ver Material y Métodos). No se consideró necesario contarlas; pero era evidente su progresiva disminución hasta desaparecer.

Líneas escutelar ESC y dorsocentral EDC de *D. pseudobscura*

En estas líneas, pese a la diferencia de especie y del modo de obtener los primeros genitores, la respuesta a la selección es comparable a la de la línea C-C.

El Cuadro 4 presenta los cambios en número medio de quetas extra; en ningún caso llega al valor fenotípico seleccionado, sin duda por ser muy bajos los valores iniciales. Esta debe ser la causa de que el dimorfismo sexual presente en la línea escutelar ESC no ha disminuido con la selección, que ni siquiera el valor

CUADRO N.º 4

Número medio de quetas extra y coeficientes de variación

Línea ESC de selección escutelar

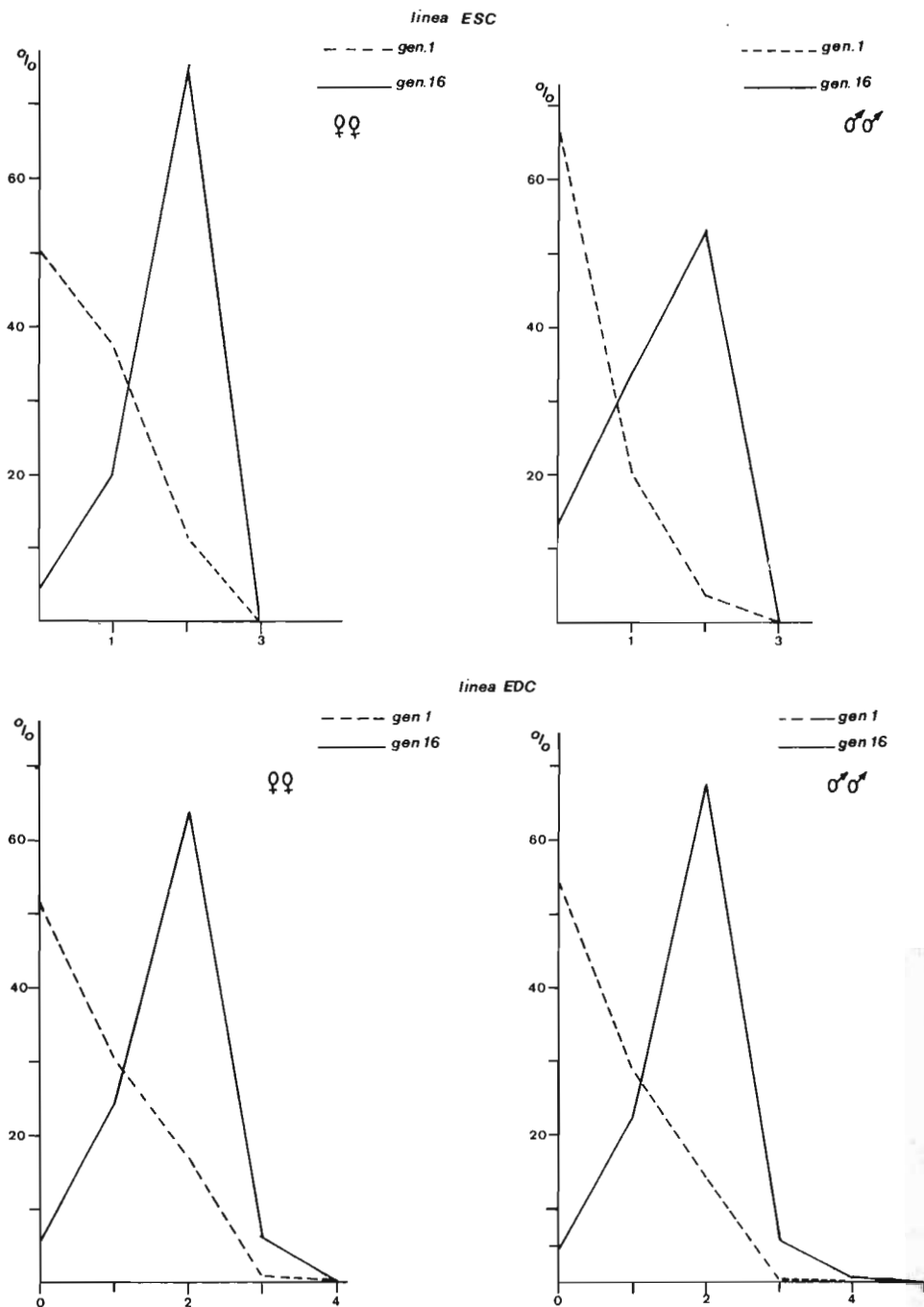
Generac.	Machos		Hembras	
	\bar{X}	C.V.	\bar{X}	C.V.
1	0,277 ± 0,017	1,899 ± 0,044	0,623 ± 0,023	1,116 ± 0,026
2	0,316 ± 0,025	1,803 ± 0,052	0,645 ± 0,034	1,122 ± 0,035
3	0,280 ± 0,024	1,950 ± 0,061	0,722 ± 0,031	1,081 ± 0,031
4	0,512 ± 0,031	0,377 ± 0,021	1,190 ± 0,033	0,669 ± 0,021
5	0,750 ± 0,045	1,068 ± 0,042	1,562 ± 0,034	0,414 ± 0,016
6	1,088 ± 0,031	0,751 ± 0,021	1,610 ± 0,022	0,376 ± 0,010
10	1,038 ± 0,035	0,768 ± 0,024	1,390 ± 0,030	0,505 ± 0,017
11	1,058 ± 0,033	0,718 ± 0,022	1,728 ± 0,024	0,305 ± 0,009
12	1,246 ± 0,034	0,625 ± 0,020	1,709 ± 0,023	0,303 ± 0,010
15	1,436 ± 0,042	0,470 ± 0,021	1,769 ± 0,029	0,254 ± 0,012
16	1,401 ± 0,038	0,506 ± 0,019	1,708 ± 0,028	0,320 ± 0,011

Línea EDC de selección dorsocentral

1	0,591 ± 0,022	1,243 ± 0,027	0,677 ± 0,023	1,167 ± 0,024
2	0,682 ± 0,033	1,095 ± 0,035	0,758 ± 0,035	1,022 ± 0,032
3	0,838 ± 0,035	0,974 ± 0,027	0,876 ± 0,036	0,968 ± 0,029
4	1,019 ± 0,031	0,831 ± 0,022	1,087 ± 0,029	0,762 ± 0,019
5	1,380 ± 0,048	0,552 ± 0,018	1,444 ± 0,046	0,504 ± 0,023
6	1,077 ± 0,053	0,817 ± 0,035	1,398 ± 0,054	0,647 ± 0,027
10	1,376 ± 0,034	0,547 ± 0,018	1,324 ± 0,036	0,619 ± 0,019
11	1,526 ± 0,032	0,477 ± 0,015	1,359 ± 0,035	0,572 ± 0,018
12	1,704 ± 0,031	0,387 ± 0,013	1,535 ± 0,034	0,497 ± 0,015
15	1,826 ± 0,047	0,397 ± 0,018	1,676 ± 0,046	0,442 ± 0,020
16	1,752 ± 0,034	0,363 ± 0,014	1,730 ± 0,037	0,401 ± 0,015

medio de las hembras ha llegado al tope de la selección. En cambio, en la línea dorsocentral EDC el ligero dimorfismo sexual existente en la primera generación desaparece en las siguientes y llega a cambiar de signo desde la generación 10, con diferencias significativas. Parece que esta falta de claro dimorfismo sexual para el número de quetas extra es típico de la región dorsocentral (RUBIO, 1971 y datos sin publicar). En cambio en la región escutelar ese dimorfismo ha sido señalado por numerosos autores, y aquí lo encontramos en las líneas ESC y C-C.

Se constatan otras diferencias entre las líneas ESC y EDC, más relevantes para entender la selección estabilizadora. Las Figs. 4 y 5 muestran la reducción de variación producida en ambas líneas. Pero mientras en la línea escutelar ESC no se rebasa nunca la clase 2 (excepto en las hembras de la generación 11 y los machos de la 12 y sólo el 0,4 % en cada descendencia) en la línea dorsocentral EDC aparece la clase 3 en todas las generaciones y en ambos sexos con tendencia



Figs. 4 y 5.—Distribución de frecuencias por número de quetas extra (abscisas) en las generaciones inicial y final de las líneas escutelar ESC (arriba) y dorsocentral EDC (abajo).

a aumentar, y a partir de la generación 10 aparece también la clase 4. En las generaciones 15 y 16 los individuos con más de dos quetas extras llegan al 9,59 % y el 6,38 %. Es decir, la capacidad de estabilización, o, si se prefiere, el umbral entre las clases 2 y 3 quetas, es notablemente inferior en la región dorsocentral que en la escutelar.

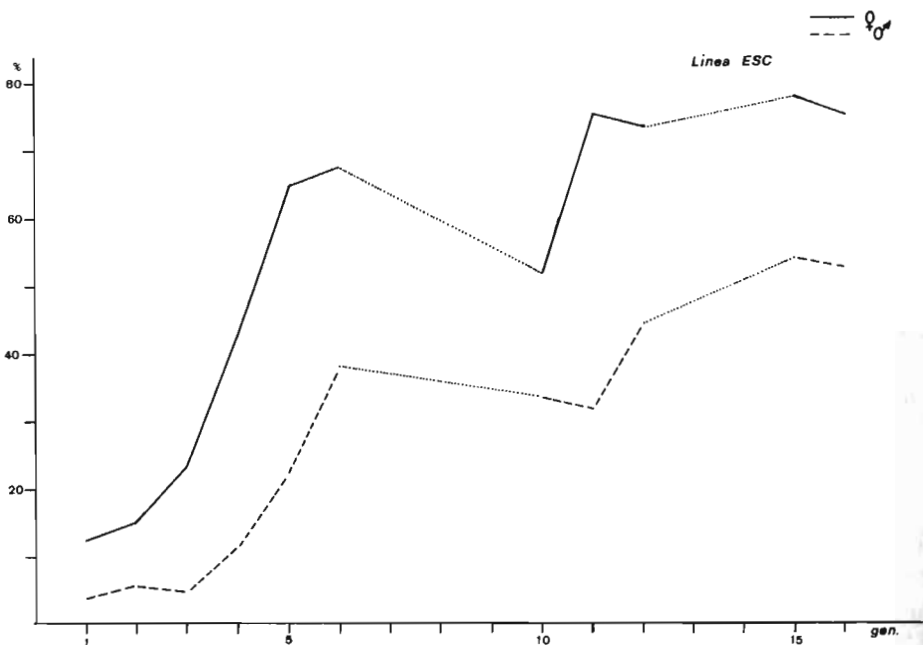
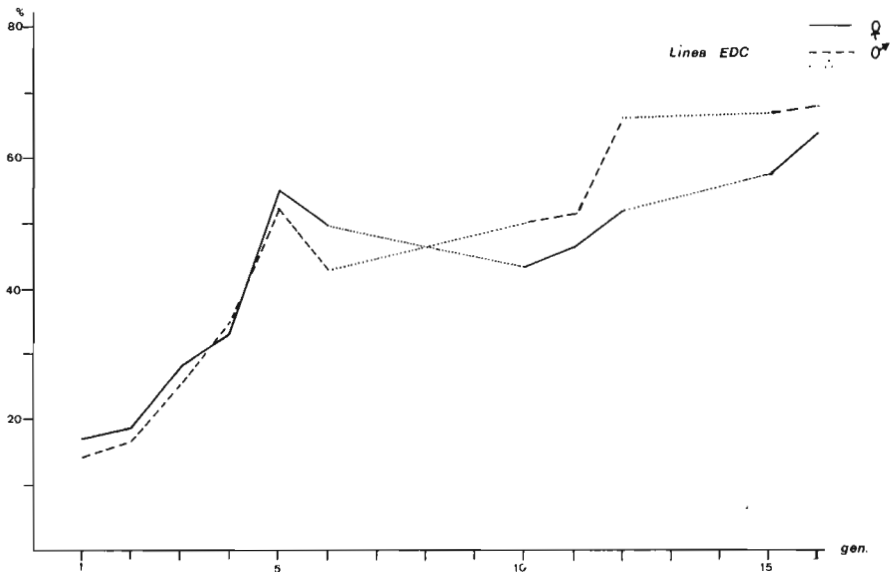
Sin embargo en las dos líneas ha disminuido en grado notable el coeficiente de variación, entre el 65 % y el 73 % según línea y sexo (Cuadro 4). No sólo por reducción de las clases con menos de dos quetas extras, sino también por aumento de la clase seleccionada (Figs. 6 y 7). En la línea dorsocentral EDC este aumento es más continuado, sin verse afectado por la relajación de selección (generaciones 7-9) como ocurre en la línea ESC, y más similar en ambos sexos; pero en conjunto el nivel final es igual al nivel final medio de los dos sexos en la línea escutelar ESC donde la selección incluso exagera la diferencia inicial entre los sexos.

En ninguna de estas dos líneas parece haberse llegado a un plateau en la respuesta; esta diferencia respecto a la línea C-C puede ser debida a que las líneas de *D. pseudoobscura*, por no haber estado sometidas a selección direccional previa, parten de un nivel más lejano en todos estos parámetros.

La diferencia más notable entre las dos líneas de estabilización escutelar, la C-C de *D. melanogaster* y la ESC de *D. pseudoobscura*, se refiere a la simetría numérica y posicional en los individuos con dos quetas extra. La proporción de individuos asimétricos de uno y otro tipo en la línea ESC no supera el 5 % ni siquiera en las primeras generaciones.

No parece razonable apelar a peculiaridades de especies diferentes, a menos que no hubiera otra explicación. Esta podría ser el origen de la línea ESC, a partir de unas pocas líneas isomaternas escogidas precisamente porque mediante endogamia entre hermanos, sus descendencias presentaban solo quetas extra escutelares y éstas preferentemente en posición anterior. Además, desde el principio se seleccionó para esa localización. En cambio la línea C-C derivó de una población seleccionada para aumento de quetas extra prescindiendo de su localización, por lo cual es verosímil que sus iniciadores tuvieran mayor variación genética para el patrón de distribución espacial que los de la línea ESC.

En ambas líneas, EDC y ESC, se cuantificó la aparición de quetas extra en la región torácica no seleccionada. En ninguna de las líneas hay respuesta correlacionada, aunque en la mayoría de las generaciones aparecen algunas moscas con esas quetas: el porcentaje medio por generación es el 1,08 en la línea EDC (con valores extremos 0 y 3,95 %) y el 0,44 en la línea ESC (con valores extremos 0 y 2,00 %); su incidencia fluctúa sin ninguna tendencia que pueda relacionarse con la selección.



Figs. 6 y 7.—Cambios en la proporción de individuos con el fenotipo anómalo seleccionado, producidos por la selección estabilizadora en las líneas escutelar ESC (arriba) y dorsocentral EDC (abajo). En las generaciones 7 a 9 no se practicó selección; desde la 12 a la 15 hubo selección, aunque no se contaron descendencias.

DISCUSION

Diseñamos la selección estabilizadora dorsocentral como contraste con la escutelar, y sus diferencias en respuesta lo justifican. Pero hay que destacar también que éste es el primer caso en que, a partir de la escasa variabilidad espontánea de un fenotipo canalizado en una misma y limitada muestra populacional, se identifican individuos con variación genética bien diferenciada por regiones, y se logra por selección separar factores genéticos con especificidad de área sin que se presenten respuestas correlacionadas en la otra área. Este hecho, y las demás diferencias observadas entre las líneas dorsocentral y escutelares, muestran que hay suficiente independencia en el control genético de los procesos de desarrollo de ambas regiones del tórax, tal como sugerían anteriores resultados (RUBIO, 1971). Parece, pues, que ya no es posible considerar del todo común el proceso de desarrollo en que aparecen las quetas dorsocentrales y escutelares. Otros datos sólo prueban que lo sea en parte (GIBSON, 1968).

RUBIO (1966) demuestra que la selección estabilizadora para restaurar el fenotipo normal es más eficaz si tiene en cuenta también la posición y no sólo el número de las quetas, apoyando así experimentalmente la hipótesis de ROBERTSON (1965) sobre el enfoque correcto para definir y analizar el fenotipo macroquetas de *Drosophila*. Los resultados de este trabajo, sobre todo en las líneas escutelares, no sólo corroboran la validez de ese enfoque para la estabilización de un fenotipo distinto del normal; sugieren además que también el fenómeno de umbral (y por tanto de posible canalización) hay que definirlo a nivel de localización, y que hay un nuevo umbral para cada nueva queta que se añade por localización. La exacta simetría bilateral de las quetas cuando existe canalización hace pensar que ésta sólo puede lograrse (restaurada o producida de nuevo) si se alcanza el mismo umbral en las dos localizaciones simétricas. Por otra parte entra en juego también la independencia entre zona anterior y posterior del escutelo. En conclusión parece posible distinguir y predecir sucesivos niveles de canalización a medida que se llegue a cada nuevo umbral o en una sola de esas zonas (anterior o posterior) o en ambas. Serían los niveles de seis, ocho, diez, etc., quetas, si los designásemos por su número total de quetas escutelares.

Se ha confirmado la predicción de que la selección reduciría la variación fenotípica. Tratándose de un carácter muy canalizado, al forzar por selección un aumento del valor fenotípico medio se está desplazando el sistema genético fuera de la zona donde la canalización natural es efectiva; lo cual hace esperar un aumento de la varianza, porque se está provocando la manifestación de variación antes inexpresada. Así ocurre en toda selección direccional. La selección aquí practicada es desde luego direccional (para llevar el número medio de quetas extra desde 0 en la población inicial hasta cerca de 2) pero al mismo tiempo es muy limitada porque se intenta estabilizar un fenotipo muy próximo al normal (sólo debe aumentar una queta extra y sólo en dos de las varias localizaciones

posibles). Por un lado destaca variabilidad y por otro la reprime casi inmediatamente. En el otro experimento publicado de producción de canalización para fenotipo diferente del normal (RENDEL y SHELDON, 1960) la selección practicada no tiene nada de direccional ya que sólo precisa reducir la varianza de una población que ya tiene abundante variación fenotípica expresada por ser mutante. Y además la presión selectiva se ejercía directamente sobre esa varianza. Nuestros resultados en valores fenotípicos medios y en reducción del coeficiente de variación demuestran la preponderancia del efecto tope (estabilizador) por encima del efecto direccional de una selección dirigida sólo al valor fenotipo que se quiere estabilizar. La explicación más razonable es que el fenotipo numérico seleccionado (dos quetas, en lugar de una, por localización) representa un umbral donde puede ser retenida variabilidad genética inexpresada. Es clara la similitud de esta situación con lo que ocurre para este mismo carácter cuando se restaura la canalización del fenotipo normal (RENDEL, 1969; RUBIO, 1971). Que todo eso ocurra en las localizaciones escutelares anteriores sin afectar a las posteriores, es consecuencia de lo dicho ya sobre la independiente regulación genética de esas localizaciones que hace definir como unidad del fenotipo la localización y no el conjunto del escutelo.

No puede excluirse que esa reducción de la varianza fenotípica se deba en parte a disminución de la varianza aditiva por homocigosis. Pero resulta difícil concebir cómo la homocigosis sola pueda fundamentar dos niveles tan próximos de estabilización de un carácter poligénico cuantitativo (0 y 1 queta extra por localización). FRASER (1962) demuestra, mediante experimentos de simulación, que la mera selección de un fenotipo modal no puede causar ninguna reducción significativa de la frecuencia de las clases extremas si no se le añade algún mecanismo o factores de canalización; porque la selección estabilizadora que actúe sólo sobre la variación genética aditiva es muy poco eficiente y por tanto hay que esperar que el sistema mantenga bastante heterocigosis (a menos que esa selección vaya acompañada de endogamia, FRASER et al., 1965). Este sería el caso de nuestra línea dorsocentral EDC. Pero si el claro resultado de la línea escutelar ESC fuera debido a homocigosis (dado el origen y tamaño populacional de la línea seleccionada) no habría explicación para su diferencia con la línea dorsocentral EDC, de igual origen y tamaño. El evidente contraste entre ambas apunta a que sea más fácil lograr canalización en el área escutelar que en la dorsocentral, debido a diferentes características intrínsecas de la regulación del desarrollo en cada una de ellas. Por otra parte, si lo que está determinado genéticamente es cada localización, anterior o posterior, con cierta independencia («una localización-una queta»), en la línea ESC al seleccionar las localizaciones anteriores queda bien fijado el criterio de selección: «tal localización-dos quetas». Si en la región dorsocentral existe también esa suficiente independencia entre localizaciones anterior y posterior, al seleccionar quetas extras intermedias que quizás tienen una relación ambigua con dichas localizaciones, quizás ha ido variando de

unas moscas a otras la localización seleccionada para producir dos quetas. Aunque con nuestros datos actuales no puede decidirse esta cuestión, sin embargo las diferencias regionales en simetría inicial y en sus cambios por la selección apoyan esa interpretación de diferencias regionales en capacidad de canalización, porque la simetría es una expresión de la regulación del desarrollo con la que debe estar relacionada la canalización (RUBIO, 1971).

En definitiva el proceso canalizador es parte integrante del desarrollo de un área u órgano determinado; en la medida en que dos áreas tengan independencia en el desarrollo, pueden tener también diferencias en su canalización. Y nuestros datos aportan pruebas de suficiente independencia en el desarrollo de las regiones dorsocentral y escutelar.

BIBLIOGRAFIA

- FRASER, A. S. (1962).-*J. Theoret. Biol.*, **2**: 329-346.
FRASER, A. S. (1963).-*Genetics*, **48**: 497-514.
FRASER, A. S., W. SCOWCROFT, R. NASSAR, H. ANGELES y G. BRAVO (1965).-*Aust. J. Biol. Sci.*, **18**: 619-641.
GIBSON, J. B. (1968).-*Nature*, **217**: 188-190.
LATTER, B. D. H. y W. SCOWCROFT (1970).-*Genetics*, **66**: 685-694.
MATHER, K. (1953).-*Symp. Soc. Exper. Biol.*, **7**: 66-95.
RENDEL, J. M. (1959).-*Evolution*, **13**: 425-439.
RENDEL, J. M. (1967).-Canalisation and gene control. Logos Press. London.
RENDEL, J. M. y B. L. SHELDON (1960).-*Aust. J. Biol. Sci.*, **13**: 36-47.
ROBERTSON, A. (1956).-*J. Genetics*, **54**: 236-249.
ROBERTSON, A. (1965).-*Am. Natur.*, **99**: 19-24.
RUBIO, J. (1966).-Ph. D. thesis. London University.
RUBIO, J. (1971).-Selección estabilizadora y canalización en las quetas de *Drosophila*. Public. Universidad de Barcelona, 46 pp.
SCHARLOO, W. (1964).-*Genetics*, **50**: 553-562.
SCOWCROFT, W., M. M. GREEN y B. D. H. LATTER (1968).-*Genetics*, **60**: 373-388.
SINGH, M. y R. C. LEWONTIN (1966).-*Proc. Nat. Acad. Sci.*, **56**: 1.345-1.348.
WADDINGTON, C. H. (1942).-*Nature*, **150**: 563-565.
WADDINGTON, C. H. (1960).-*Gen. Res.*, **1**: 140-150.
WRIGHT, S. (1935).-*J. Genetics*, **30**: 243-256.

DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE MICROBIOLOGIA Y PARASITOLOGIA

(Director: Prof. Dr. Carlos HARDISSON RUMEU)

MICROBIOLOGIA

Como otros Departamentos, el de Microbiología se creó en 1966 y se constituyó en interfacultativo en 1972, integrando las disciplinas de Microbiología, Parasitología, Bacteriología, Virología y Microbiología Industrial.

Su actividad docente se inició en el curso 1969-70, siendo profesor encargado el doctor RODRÍGUEZ NORIEGA. En el curso 70-71 se incorporó la actual titular de la Adjuntía de Microbiología, doctora MENDOZA FERNÁNDEZ.

En diciembre de 1971 gana el concurso-oposición el que sería catedrático y director del Departamento, doctor HARDISSON RUMEU.

Durante los cursos siguientes se fue creando la infraestructura mínima indispensable para iniciar los trabajos de investigación y fueron incorporándose al Departamento becarios y profesores ayudantes, con lo que, a partir de 1973, la actividad del Departamento deja de ser meramente docente para desarrollar dos líneas de investigación centradas sobre los temas siguientes:

- Diferenciación celular en Actinomicetos.
- Factores de resistencia a antibióticos en bacterias.

En la actualidad se mantienen contactos regulares con universidades y centros de investigación extranjeros que trabajan en líneas de investigación próximas: hay un programa común con la doctora Ryter, del Departamento de Biología Molecular del Instituto Pasteur, de París, y varios miembros de nuestro Departamento han recibido becas para realizar trabajos en centros como el Instituto Pasteur (Dr. MANZANAL SIERRA), el John Innes Institute de Norwich (Dr. SUÁREZ FERNÁNDEZ) o el Instituto Politécnico de Zurich (Dr. SÁNCHEZ MARTÍN).

Los importantes resultados obtenidos han sido publicados en las revistas de mayor nivel científico y difusión de la especialidad, tales como «Journal of Bacteriology», «Journal of General Microbiology», «Chemotherapy», «Archives of Microbiology», «Current Microbiology», etc. Destaquemos la inclusión, en el libro «*Spores VII*», que reúne los mejores trabajos publicados sobre el tema, del trabajo realizado en nuestro Departamento «Early stages of arthrospore maturation in *Streptomyces*».

Han sido realizadas hasta el momento las Tesis Doctorales y Tesinas de Licenciatura siguientes:

Tesis Doctorales:

M. B. MANZANAL SIERRA.—«Ultraestructura de la esporulación y la germinación en *Streptomyces*». Marzo 1977.

M.^a E. ARIAS FERNÁNDEZ.—«Aportaciones a la sistemática del gen. *Streptomyces*». Diciembre 1977.

J. SÁNCHEZ MARTÍN.—«Estudios sobre inducción y represión de β -galactosidasa». Diciembre 1977.

J. E. SUÁREZ FERNÁNDEZ.—«Diferenciación celular en *Streptomyces* y *Micromonospora*». Febrero 1978.

Tesinas:

M. B. MANZANAL SIERRA.—«Estudios sobre las artrosporas de *Streptomyces antibioticus*». Diciembre 1974.

J. LLANEZA LLANEZA.—«Acción de la fosfomicina sobre distintas cepas de *Pseudomonas aeruginosa*». Diciembre 1974.

J. A. SALAS FERNÁNDEZ.—«Acción de varios agentes sobre la germinación y la respiración de artrosporas de *Streptomyces antibioticus*». Febrero 1976.

M.^a R. RODICIO RODICIO.—«Obtención de protoplastos bacterianos por tratamiento con fosfomicina». Febrero 1976.

A. HUMARA GARCÍA.—«Ultraestructura de la esporulación en dos cepas de *S. scabies*». Febrero 1978.

P. MORALEDA PIÑUELA.—«Ultraestructura de la esporulación. Aplicación a la taxonomía de *Streptomyces*». Febrero 1978.

A. FERNÁNDEZ BRAÑA.—«Localización de polisacáridos en esporas germinantes de *Streptomyces* mediante técnicas citoquímicas de microscopía electrónica». Febrero 1978.

M. A. BLANCO LÓPEZ.—«Transferencia de la multiresistencia a drogas de un aislado clínico de *Serratia marcescens* a otras enterobacterias». Diciembre 1978.

Se han presentado, además, ponencias y comunicaciones en Congresos nacionales e internacionales y el propio Departamento organizó en Oviedo (junio de 1976) la III Reunión Científica de la Sociedad Española de Microbiología, dentro de la cual tuvo lugar un Symposium Internacional sobre «Morfogénesis y Diferenciación Microbiana», con participación de notables investigadores españoles, franceses e ingleses.

Mencionemos, para terminar, en lo que se refiere a docencia, las asignaturas impartidas en el Departamento:

Microbiología, Ampliación de Microbiología, Microbiología Industrial, Bacteriología y Microorganismos Eucariotas y Microbiología Aplicada.

En cuanto a Cursos Monográficos de Doctorado, se desarrollaron los de «**Genética de Microorganismos**» (1971-72), «**Microbiología del Suelo**» (73-74) y «**Diferenciación celular en Microorganismos**» (74-75), todos a cargo del Dr. HARDISSON.

UTILIDAD TAXONOMICA DE LA DETERMINACION DE ACTIVIDADES ENZIMATICAS EN *Streptomyces*

Por
M.^a E. ARIAS, J. SANCHEZ
y

C. HARDISSON

Departamento Interfacultativo de Microbiología.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se ha investigado la presencia de una serie de actividades enzimáticas en 25 especies del *G. Streptomyces*. Algunas de éstas, como la hipuricasa, y los enzimas que intervienen en la degradación del p-hidroxibenzoato a β -cetoadipato, ofrecen un gran interés taxonómico, al no encontrarse presente en todas las especies. La existencia de la vía del ácido β -cetoadípico se pone de manifiesto por primera vez en *Streptomyces*, en este trabajo.

INTRODUCCION

La clasificación del *G. Streptomyces* presenta en la actualidad grandes dificultades y, siendo muy elevado el número de especies descritas, se están llevando a cabo numerosas investigaciones destinadas a la búsqueda de aquellos criterios que permitan una mejor caracterización de las mismas y su posterior agrupación. Estos microorganismos se caracterizan por poseer un equipo enzimático que les capacita para la utilización de un gran número de sustratos resultando muy difícil elegir aquellas pruebas que permitan una mejor clasificación de las especies.

Seleccionamos para este trabajo la investigación en 25 especies de *Streptomyces* de algunas actividades enzimáticas ya descritas en el género (catalasa, amilasas, proteasas, hipuricasa y producción de melanina) y ensayamos la presencia de otras que no se habían descrito hasta ahora como de interés taxonómico dentro de este género: β -galactosidasa y degradación de compuestos aromáticos a través de la vía del ácido β -cetoadípico.

MATERIAL Y METODOS

Determinación de actividades catalasa, amilasa y proteolítica.—Estas actividades se determinaron por los métodos clásicos, KUSTER (1972) y WILLIAMS & CROSS (1971).

Determinación de actividad hipuricasa.—Esta determinación enzimática se llevó a cabo en el medio agar-hipurato de THIRST (1957), tras 10 días de incubación a 28°C.

Ensayo de producción de melanina.—Se emplearon dos medios de cultivo: agar-peptona-hierro y agar-tirosina (SHINOBU, 1958), recomendados para este fin por el ISP (Proyecto Internacional de Streptomyces, 1966). El ennegrecimiento de ambos medios a los seis días de incubación confirmó esta propiedad.

Determinación de actividad β -galactosidasa.—Para la determinación de esta actividad enzimática se partió de un inóculo (suspensión concentrada de esporas en agua destilada estéril) que se añadió a matraces conteniendo el siguiente medio de cultivo: glicerol, 10 g; asparragina, 1 g; extracto de levadura, 0,25 g; PO_4HK_2 , 0,5 g; SO_4Mg , 0,5 g; SO_4Fe , 0,01 g; agua destilada, 1.000 ml. A las 30 horas de incubación a 28°C y 200 rpm, se tomaron 3 ml de cada cultivo que sirvieron de inóculo a nuevos matraces con nuevo medio salino adicionado de lactosa, galactosa o glicerol. El medio salino tenía la siguiente composición: asparragina, 1 g; $\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$, 1 g; $\text{SO}_4\text{Mg}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,5 g; $\text{Cl}_2\text{Ca}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,2 g; $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$, 0,69 g; $\text{PO}_4\text{HNa}_2\cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 1,8 g; $\text{SO}_4\text{Mn}\cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; $\text{SO}_4\text{Fe}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; $\text{SO}_4\text{Cu}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; $\text{Mo}_4\text{Na}_2\cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g y agua destilada 1.000 ml. La determinación cualitativa de la actividad se llevó a cabo en células enteras incubadas en presencia del posible inductor (lactosa o galactosa) y en células incubadas en glicerol (actividad basal) utilizando el método de Lederberg (1950).

Determinación del ácido β -cetoadípico.—Se determinó la presencia de este cetoácido siguiendo el método descrito por HOSOKAWA (1970). Se empleó el siguiente medio de cultivo: $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$, 1 g; $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$, 0,68 g; $\text{PO}_4\text{HNa}_2\cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 1,79 g; $\text{SO}_4\text{Mg}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 g; $(\text{SO}_4)_3\text{Fe}_2\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,002 g; $\text{SO}_4\text{Fe}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; $\text{SO}_4\text{Mn}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; $\text{MoO}_4\text{Na}_2\cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; $\text{SO}_4\text{Cu}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; agua destilada, 1.000 ml. Como fuentes de carbono se emplearon p-hidroxibenzoato sódico 15 mM y protocatecato sódico 8 mM. La prueba se llevó a cabo en células enteras, células rotas y sobrenadante del medio de cultivo. Como controles se utilizaron medio de cultivo sin inocular y solución enzimática más reactivos, omitiendo el sustrato (protocatecato sódico).

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinación de actividades catalasa, amilasa y proteasa

El ensayo de la presencia de estas actividades enzimáticas en las 25 especies de *Streptomyces* dio resultado positivo en todos los casos, pudiendo deducirse que su determinación no es un criterio útil para fines taxonómicos, puesto que al menos cualitativamente no encontramos diferencias de comportamiento entre las distintas especies.

Determinación de actividad hipuricasa

De las especies ensayadas, únicamente 9 (36 %) produjeron cambio de color (de amarillo a rosa) en el medio de cultivo, según las observaciones realizadas a los 10 días de incubación frente a controles sin inocular. Las especies que presentaron esta capacidad hidrolítica fueron las siguientes: *S. violaceus*, *S. cinnamonensis*, *S. fradiae*, *S. erythraeus*, *S. venezuelae* RA, *S. griseus* GM, *S. violascens*, *S. aureofaciens* y *S. coelicolor* A3 (2). Esta prueba confirmó su utilidad en taxonomía de *Streptomyces*, criterio compartido con ZIEGLER & KUTZNER (1972).

Ensayo de producción de melanina

La confirmación de esta prueba se puso de manifiesto en las siguientes especies: *S. scabies*, *S. antibioticus*, *S. violascens*, *S. colerensis* y *S. glaucescens*, presentando pigmento pardo sobre agar-peptona-hierro y ennegrecimiento sobre agar-tirosina a los 10 días de incubación. Otras especies (*S. lavendulae*, *S. griseus* GM y *S. viridochromogenes*) produjeron pigmento únicamente sobre agar-peptona-hierro pero no sobre agar-tirosina. La formación de pigmentos únicamente sobre agar-peptona-hierro puede ser debida a la formación de pigmentos de naturaleza no melanoide, como propusieron ARAI & MIKAMI (1971) o bien a tratarse de especies productoras de SH₂ que, al combinarse con el hierro, provocaría el ennegrecimiento.

Determinación de actividad β-galactosidasa

De las 25 especies ensayadas, únicamente 9 (36 %) presentaron débil actividad basal. En el caso de células incubadas sobre lactosa y galactosa se intensificó grandemente la actividad, aunque la naturaleza del inductor influyó grandemente en la respuesta según la especie ensayada. Basándonos en esta diferente respuesta al inductor agrupamos las especies del siguiente modo: 1.º) Especies que presentaron mayor actividad en lactosa: *S. antibioticus*, *S. bambergensis*, *S. griseus*, *S. griseus* GM, *S. venezuelae* RA, *S. lavendulae*, *S. viridochromogenes* y *S. erythraeus*. 2.º) Especies que presentaron mayor actividad en galactosa: *S. albus*, *S. ambofaciens*, *S. aureofaciens*, *S. flaveolus*, *S. violaceus*, *S.*

colerensis, *S. scabies*, *S. violascens*, *S. glaucescens*, *S. acrimycini* y *S. coelicolor* A3 (2). 3.^o) Especies que no presentaron diferencias según el inductor utilizado: *S. cinnamomensis*, *S. fradiae*, *S. flavovirens*, *S. fluorescens*, *S. coelicolor* CBS y *S. rimosus*.

Determinación de ácido β -cetoadípico

En células enteras no obtuvimos resultados positivos, concluyendo que las especies de *Streptomyces* no son permeables al sustrato, a pesar de la adición de tolueno. La aplicación del método en el sobrenadante del medio de cultivo dio resultado positivo a partir de las 48 horas de incubación en las seis especies que presentaron crecimiento en ambas fuentes de carbono (p-hidroxibenzoato y protocatecato). La prueba en el extracto libre de células dio positiva a las 24 y 48 horas de incubación y negativa a partir de este tiempo. Las especies que dieron positiva esta prueba fueron las siguientes: *S. violaceus*, *S. griseus*, *S. antibioticus*, *S. aureofaciens*, *S. coelicolor* A3 (2) y *S. scabies*.

Esta prueba no había sido aplicada hasta ahora en estudios sistemáticos de *Streptomyces*, probando los resultados obtenidos por nosotros su gran utilidad taxonómica puesto que únicamente seis de las especies fueron capaces de asimilar el p-hidroxibenzoato a través de la ruta del β -cetoadípico, que coincide con la ya descrita en otros géneros bacterianos como *Pseudomonas* (ORNSTON & STANIER, 1966), *Azotobacter* (HARDISSON et al., 1969; SALA-TREPAT y EVANS, 1971), *Alcaligenes* (JOHNSON & STANIER, 1971) y entre los actinomicetos en *Nocardia* (RANN & CAIN, 1969).

BIBLIOGRAFIA

- (1) ARAI, T. y MIKAMI, Y. (1971).—Appl. Microbiol., **23**: 402.
- (2) HARDISSON, C., SALA-TREPAT, J. M. y STANIER, R. Y. (1969).—J. Gen. Microbiol., **59**: 1.
- (3) JOHNSON, B. J. y STANIER, R. Y. (1971).—J. Bact., **107**: 468.
- (4) KUSTER, E. (1972).—Int. J. Syst. Bacteriol., **22**: 139.
- (5) LEDERBERG, J. (1950).—J. Bacteriol., **60**: 381-392.
- (6) ORNSTON, L. N. y STANIER, R. Y. (1966).—J. Biol. Chem., **241**: 3.766.
- (7) RANN, D. L. y CAIN, R. D. (1969).—Biochem. J., **114**: 77.
- (8) SALA-TREPAT, J. M. y EVANS, W. C. (1971).—Eur. J. Biochem., **20**: 400.
- (9) SHINOBU, R. (1966).—Int. J. System. Bacteriol., **16**: 313.
- (10) WILLIAMS, S. T. y CROSS, T. (1971).—Methods in Microbiology, **4**: 295-334.
- (11) ZIEGLER, T. y KUTZNER, H. J. (1972).—Jg. Heft., **3**, 123.

CICLO DE DESARROLLO DE *Streptomyces* y *Micromonospora*

Por

C. BARBES, A. FERNANDEZ, M. B. MANZANAL,
P. MORALEDA, J. A. SALAS, J. E. SUAREZ

y

C. HARDISSON

Departamento Interfacultativo de Microbiología.
Universidad de Oviedo.

INTRODUCCION

Los actinomicetos son bacterias de morfología compleja y cuya característica común es la formación de hifas en algún estado de su ciclo de desarrollo. Dentro de este grupo existen microorganismos que poseen ciclos de diferenciación que varían según las especies. Así, existen microorganismos con un desarrollo muy próximo al de las eubacterias como es el caso de *Actinomyces* donde el micelio se forma de una manera transitoria y se reproducen por escisión. Otros como *Micromonospora* ya poseen un desarrollo miceliar estable durante todo su ciclo y se reproducen mediante esporas. El mayor grado de complejidad lo alcanza el *G. Streptomyces* que posee dos tipos de micelio; un micelio sustrato con funciones vegetativas que formará un segundo tipo de micelio, el aéreo, con funciones reproductoras y que originará las esporas. Estas esporas, en condiciones favorables, germinarán dando lugar al micelio sustrato y cerrando el ciclo.

Pese a las características tan peculiares de estos microorganismos, es aún escasa la información que se posee sobre su desarrollo. En el presente trabajo realizamos un estudio detallado sobre las variaciones a nivel de ultraestructura que tienen lugar durante el ciclo de desarrollo de dos especies típicas de los actinomicetos como son *Micromonospora chalcea* y *Streptomyces antibioticus*.

MATERIAL Y METODOS

Microorganismos.—Se utilizaron las cepas *Streptomyces antibioticus* ATCC 11891 y *Micromonospora chalcea* ATCC 12542. Para el estudio de la esporogéne-

sis y germinación los microorganismos se cultivaron en las condiciones descritas previamente. (HARDISSON and MANZANAL, 1976; HARDISSON et al., 1978).

Microscopía electrónica.—Las muestras se fijaron con OsO_4 según el método de RYTER and KELLENBERGER (1958). La deshidratación se realizó en acetona y las muestras se incluyeron en Epon. Los cortes se obtuvieron en un ultramicrotomo L.K.B. y se examinaron en un microscopio Philips EM-300 a un voltaje de 60-80 kv. Para observación de polisacáridos se utilizó la técnica descrita por THIÉRY (1967).

RESULTADOS Y DISCUSION

Ciclo de desarrollo de Streptomyces antibioticus

HOPWOOD en 1960 observó que el micelio aéreo de *S. coelicolor* se origina por ramificación del micelio sustrato, manteniendo una ultraestructura similar a la de éste. En estudios posteriores, pudo comprobarse que el micelio aéreo poseía algunas características que lo diferenciaban del micelio sustrato tales como el mayor diámetro de sus hifas, la presencia de una vaina fibrosa exterior a la pared y un mayor número de ramificaciones. (KALAKOUTSKII and AGRE, 1976).

En *S. antibioticus*, junto con las características ya mencionadas, hemos comprobado la existencia de variaciones en la ultraestructura de ambos tipos de hifas que afectan a la pared celular, región nuclear, distribución de mesosomas y ramificaciones. Así, en el micelio sustrato, la pared celular posee un grosor de 25-30 nm y no presenta una densidad uniforme a los electrones, mientras que la pared del micelio aéreo tiene un espesor inferior (15 nm) y aparece uniformemente densa a los electrones. Por otra parte, la región nuclear ocupa una mayor extensión y es más visible en el micelio aéreo. En el micelio sustrato los mesosomas son muy numerosos y aparecen en su mayoría próximos a la pared. Los mesosomas del micelio aéreo se observan tanto en la proximidad de la pared como en el interior del citoplasma y aunque menos numerosos, poseen por lo general, un volumen mayor. (Figs. 1-4).

Una característica del micelio aéreo es la elevada presencia de ramificaciones que parecen asegurar un mayor volumen celular destinado a la formación de esporas. Esta circunstancia, que supone una alta tasa de crecimiento celular, resulta sorprendente dada la distancia existente entre el medio de cultivo y la posición que ocupan estas hifas en la colonia. Por otra parte, la formación de tabiques vegetativos y de ramificaciones parecen ser procesos relacionados en las hifas aéreas, mientras que esta correspondencia no se ha observado en el micelio sustrato. (Figs. 1 y 2).

Estas diferencias, junto con las ya descritas por otros autores parecen confirmar la existencia de un proceso de diferenciación celular en el paso de micelio sustrato al aéreo, proceso que sería necesario tanto para el cambio de una

función típicamente vegetativa a una reproductora como para permitir el desarrollo de las actividades celulares en microambientes tan diferentes.

Esporogénesis.—La esporogénesis en *S. antibioticus* tiene lugar a través de dos fases: la septación y la maduración. Durante la septación, las hifas aéreas se dividen en compartimentos aislados mediante la formación de tabiques especiales o septa de esporulación. Estos tabiques se forman a intervalos regularmente espaciados, por deposición de material de nueva síntesis entre la pared de la hifa y la membrana plasmática que se invagina (Fig. 7). Durante esta fase la región nuclear se divide quedando una copia del genoma en cada uno de estos compartimentos. En *S. antibioticus* este tabique de esporulación posee una estructura similar al descrito en *S. viridochromogenes* (RANCOURT and LECHEVALIER, 1964) y consta de una estructura mixta formada por dos depósitos unidos centralmente por un doble anillo (septum del Tipo II, HARDISSON and MANZANAL, 1976). Una vez formados los tabiques se inicia la maduración durante la cual se sintetiza la pared de las esporas (Fig. 8). En esta pared entrarán a formar parte los anillos del septum mientras que los depósitos se desintegran por completo. A medida que este proceso avanza las estructuras citoplasmáticas se observan con dificultad, lo que probablemente sea debido a la baja permeabilidad de la nueva pared a los fijadores (Fig. 14).

Las esporas de *S. antibioticus* parecen originarse sin un proceso de reorganización citoplásmica y por un mecanismo más simple que el de las endosporas bacterianas. Por esta razón algunos autores aplican el término de exosporas a las esporas originadas por *Streptomyces* con el objeto de distinguirlas de las endosporas que forman las eubacterias de la *F. Bacillaceae*.

Aunque para *Streptomyces* ya ha sido descrita la presencia de materiales de reserva en forma de inclusiones citoplásmicas de poli- β -hidroxibutirato (KANNAN and REHACEK, 1970), mediante técnicas citoquímicas de polisacáridos hemos detectado la presencia de acúmulos de azúcares que probablemente corresponden a reservas en forma de glucógeno (Fig. 9). Este material comienza a formarse principalmente en las primeras fases de la maduración y no ha podido detectarse en las esporas formadas, lo que pudiera estar debido a su utilización en las fases tardías de la maduración o bien a que este material resulta de difícil visualización en las esporas.

Germinación.—El primer cambio observado al microscopio electrónico en las esporas de *S. antibioticus* durante la germinación tuvo lugar a las dos horas de cultivo. Las esporas aumentaron de volumen haciéndose visible con detalle toda su estructura (Fig. 15). La pared mostró una clara estratificación en tres capas que no se observaba en la espora durmiente. De estas capas, la más interna será la que origine la pared del tubo germinativo. El citoplasma, con abundantes mesosomas y ribosomas, parece reflejar un estado de alta actividad biosintética. En un estado más avanzado de la germinación, la mayoría de las esporas habían

emitido el tubo germinativo, apreciándose con frecuencia la división del material genético (Fig. 16).

Ciclo de desarrollo de Micromonospora

El ciclo de vida de *M. chalcea* comprende la formación de un micelio a partir de una espora que al germinar formará tubos germinativos, los cuales al crecer y ramificarse se transformarán en hifas cuyo conjunto se denomina micelio. Estas hifas en un principio poseen poca tendencia a la ramificación y tienden a crecer paralelas entre sí (Fig. 5). Posteriormente, se produce una diferenciación en el micelio de modo que las porciones apicales muestran gran tendencia a la ramificación y ya no tienden a desarrollarse paralelamente (Fig. 6). Sobre este micelio secundario se formarán nuevas esporas, cuya maduración y posterior germinación completará el ciclo.

Formación de esporas.—Las esporas de *M. chalcea* se forman sobre el micelio secundario tanto en posición intercalar como apical y habitualmente se presentan aisladas. Previamente a la formación del tabique de esporulación la zona de la hifa que dará lugar a la espora sufre un hinchamiento (Fig. 10) y a la vez existe un gran desarrollo de los mesosomas. Posteriormente, se produce la formación del tabique de esporulación por deposición centrípeta de un doble anillo denso a los electrones, que encierra una zona clara en su interior, cuyo crecimiento aislará la espora de la hifa sobre la que se forma (Figs. 11 y 12). Muy a menudo aparecen mesosomas asociados a la zona del tabique en crecimiento, lo cual concuerda con los resultados encontrados en *Streptomyces* (WILDERMUTH, 1971) y *Bacillus* (FITZ-JAMES, 1960). El tabique una vez completo presenta una apariencia semejante a la de los tabiques vegetativos y es también similar a la encontrada por HARDISSON y MANZANAL (1976) en el tipo I de esporulación de *Streptomyces*. A la vez que se forma el tabique de esporulación, la superficie de la espora se hace rugosa por evaginación de la pared de la hifa en puntos localizados. Esta evaginación se produce sin presencia de material en esos lugares de modo que no es posible una presión de tipo selectivo sobre los mismos, por lo que pensamos que podría ser debido a la acción localizada de enzimas que al disminuir la rigidez de la pared provocará la formación de los salientes. La membrana citoplásmica se evagina igualmente siguiendo la forma interna de las verrugas.

Maduración.—La maduración de las esporas de *M. chalcea* se produce como consecuencia de la deposición de materiales de pared internamente a la de la espora los cuales se dispondrán formando dos capas de diferente densidad electrónica. En la Fig. 13 se observa una espora en fase de maduración siendo claramente visibles las tres capas de las cuales la más externa es la pared de la hifa original y las dos interiores son de nueva formación presentando la exterior baja densidad a los electrones y la interior alta densidad. De estas capas la más interna alcanzará un enorme grado de desarrollo comprimiendo el citoplasma de

la espora y dificultando la penetración de los fijadores al mismo por lo que ya no son visibles estructuras internas en la espora (Fig. 17).

Germinación.—La germinación es el proceso por el cual la espora madura, que es una forma de resistencia metabólicamente inactiva, se transformará en una estructura vegetativa y por lo tanto con actividad metabólica. Este proceso ocurre siguiendo los pasos de espora durmiente, hinchada y con tubo germinativo. La ultraestructura de las esporas durmientes es muy diferente a la de las esporas hinchadas (Fig. 18), ya que aunque conservan las tres capas típicas de la pared la apariencia de las mismas se presenta muy cambiada. La capa más externa, procedente de la pared de la hifa esporógena, aparece rota revelándose así como una capa rígida incapaz de soportar el aumento de volumen experimentado por la espora durante su hinchamiento. La capa intermedia no presenta cambios notables y la interna aparece muy estrecha rodeando toda la superficie de la espora. Probablemente como consecuencia de este estrechamiento de la pared, los fijadores pueden penetrar al interior de la espora y así el citoplasma aparece nítido, observándose bien la región nuclear que en esta espora aún está bastante compacta, una gran cantidad de ribosomas y la membrana citoplasmática.

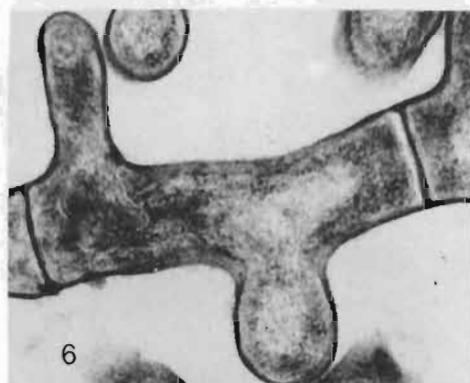
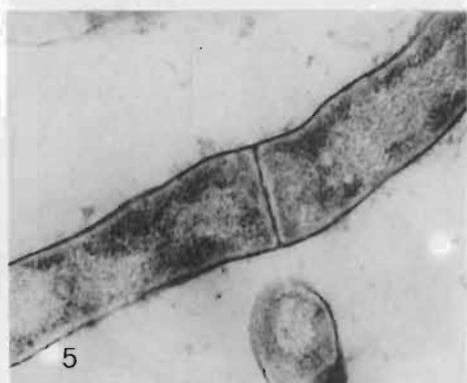
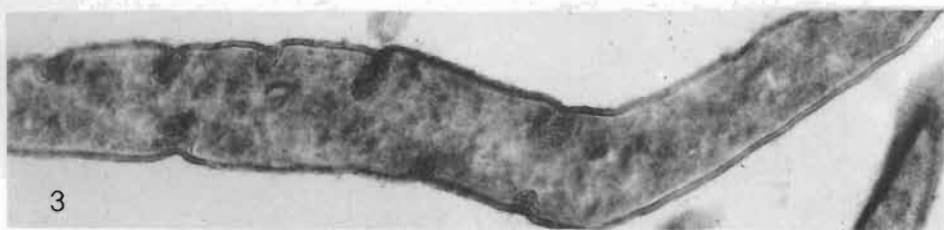
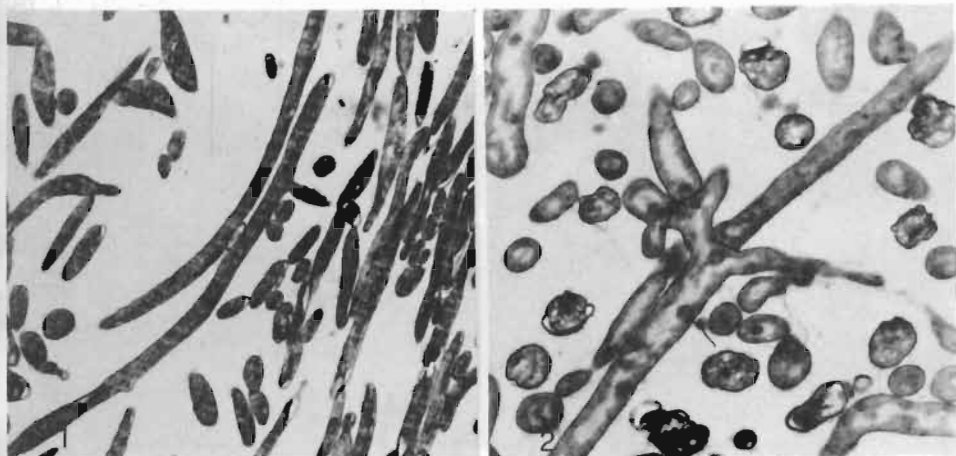
La emisión de los tubos germinativos se produce a partir de la capa más interna de la espora hinchada que atravesará las más externas formando la pared del tubo (Fig. 19). En estas esporas el ADN presenta ya una forma irregular indicando una transcripción muy activa y son visibles mesosomas aunque aparecen muy poco desarrollados teniendo la apariencia de sacos membranosos simples.

Se ha calculado si el estrechamiento de la pared sufrido por la espora durante su hinchamiento sería suficiente para cubrir la mayor superficie de la misma o bien si sería necesaria la síntesis de nuevo material de pared. El cálculo se realizó por la fórmula de GULL y TRINCI (1971): $t_s = t_d(100/S)$. En la que t_s es el grosor de la pared de la espora hinchada, t_d el de la durmiente y S la superficie de la hinchada expresada en % respecto al de la espora durmiente. Se observó que la pared de las esporas durmientes presentaba un valor medio de 44 nm de ancho y una superficie de 0,115-0,125 μm^2 mientras las hinchadas tenían 21-23 nm y 0,23-0,25 μm^2 respectivamente. El valor esperado de grosor de la pared de la espora hinchada según la fórmula fue de 22 nm por lo que los valores observados concuerdan con los esperados y consecuentemente así no es necesaria la síntesis de nuevo material de pared para que se produzca el hinchamiento.

Los actinomicetos parecen representar el nivel superior de organización procariótica. En *Streptomyces* aparece una clara diferenciación en una línea somática (micelio vegetativo) y otra germinal (micelio aéreo), mientras que en *Micromonospora* no es tan manifiesta. Esta diferenciación fue probablemente el resultado de la adaptación a un medio circundante como el terrestre, diferente a los medios hídricos en los que se desenvuelven el resto de las formas procarióticas (WILDERMUTH, 1970; KALAKOUTSKII and AGRE, 1976).

BIBLIOGRAFIA

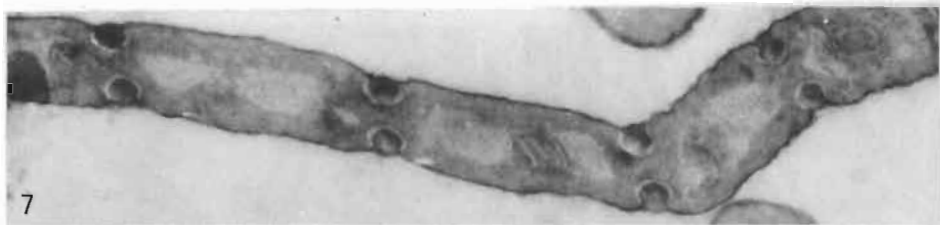
- (1) FITZ-JAMES, P. C. (1960).-*J. Biophys. Biochem. Cytol.*, **8**: 507-528.
- (2) GULL, K. and A. P. J. TRINCI (1971).-*J. Gen. Microbiol.*, **68**: 207-220.
- (3) HARDISSON, C. and M. B. MANZANAL (1976).-*J. Bacteriol.*, **127**: 1.445-1.454.
- (4) HARDISSON, C., M. B. MANZANAL, J. A. SALAS and J. E. SUÁREZ (1978).-*J. Gen. Microbiol.*, **105**: 203-214.
- (5) HOPWOOD, D. A. (1960).-*J. Gen. Microbiol.*, **22**: 295-302.
- (6) KALAKOUTSKII, L. V. and N. S. AGRE (1976).-*Bacteriol. Rev.*, **40**: 469-524.
- (7) KANNAN, L. V. and Z. REHACEK (1970).-*Indian. J. Biochem.*, **7**: 126-129.
- (8) RANCOURT, M. W. and H. A. LECHEVALIER (1964).-*Can. J. Microbiol.*, **10**: 311-316.
- (9) RYTER, A. and E. KELLENBERGER (1958).-*Z. Naturforsch.*, **13**: 597-605.
- (10) THIÉRY, J. P. (1967).-*J. de Microscopie.*, **6**: 987-1.018.
- (11) WILDERMUTH, H. (1970).-*J. Gen. Microbiol.*, **60**: 43-50.
- (12) WILDERMUTH, H. (1971).-*J. Gen. Microbiol.*, **70**: 53-63.



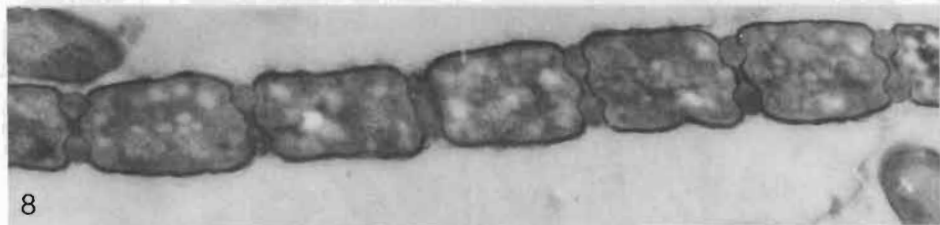
Figs. 1 y 3.—Micelio sustrato de *Streptomyces antibioticus* ($\times 6.000$ y $\times 33.000$).

Figs. 2 y 4.—Micelio aéreo de *Streptomyces antibioticus* ($\times 10.000$ y $\times 25.000$).

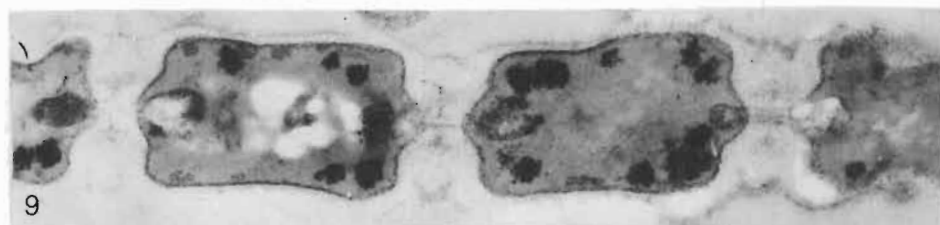
Figs. 5 y 6.—Micelio de *Micromonospora chalcea* en distintas fases de su desarrollo ($\times 25.000$).



7



8



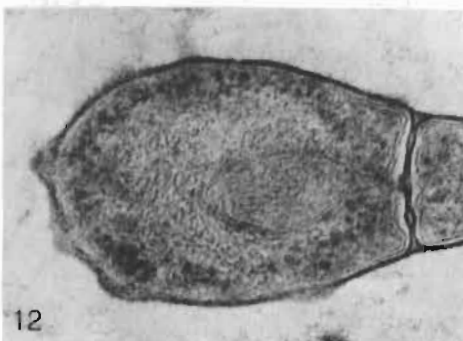
9



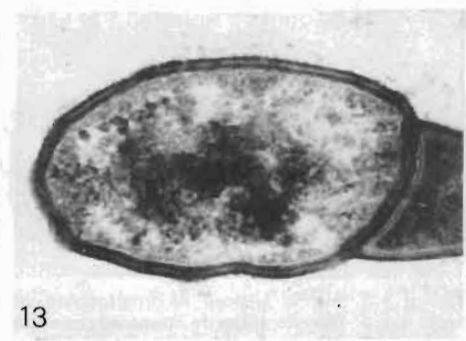
10



11



12

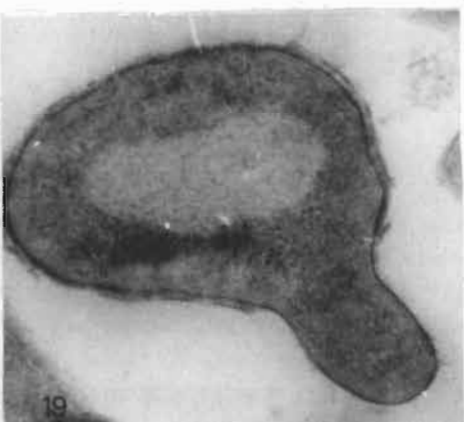
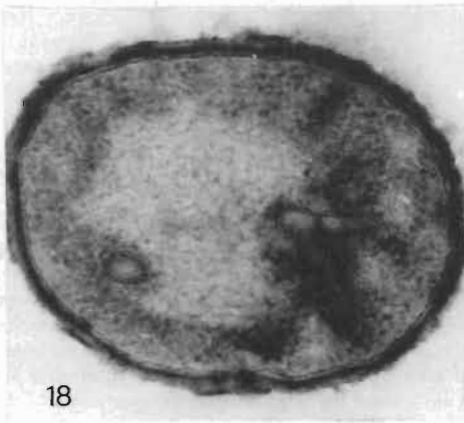
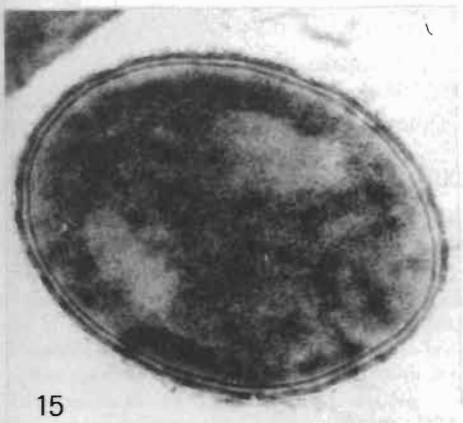
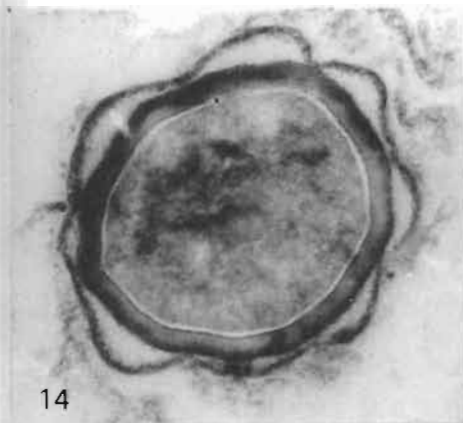


13

Figs. 7 y 8.—Formación de esporas en *Streptomyces antibioticus* ($\times 27.000$).

Fig. 9.—Presencia de polisacáridos durante la esporogénesis de *Streptomyces antibioticus* ($\times 43.000$).

Figs. 10-13.—Esporogénesis en *Micromonospora chalcea* ($\times 60.000$).



Figs. 14-16.—Germinación en *Streptomyces antibioticus* ($\times 60.000$).
Figs. 17-19.—Germinación en *Micromonospora chalcea* ($\times 70.000$).

FISIOLOGIA DE LA GERMINACION EN DOS ACTINOMICETOS: *Streptomyces* y *Micromonospora*

Por
C. BARBES, M. B. MANZANAL, M.^a R. RODICIO,
J. A. SALAS, J. E. SUAREZ

y
C. HARDISSON
Departamento Interfacultativo de Microbiología.
Universidad de Oviedo

RESUMEN

La germinación de las esporas de *S. antibioticus* y *M. chalcea* transcurre a través de tres fases: oscurecimiento, hinchamiento y emergencia de los tubos germinativos. La primera fase, oscurecimiento, se caracteriza por un descenso de la D.O. y una disminución de la refringencia; solamente requiere cationes divalentes y la energía necesaria puede obtenerse a partir de las reservas endógenas de la espora. La segunda fase, hinchamiento, necesita una fuente de carbono exógena y no es bloqueada por mitomicina C; en este estado las esporas presentan una gran actividad metabólica. La última fase, emergencia, requiere fuentes de carbono y de nitrógeno. La temperatura óptima para la germinación fue 45°C y 40°C para *S. antibioticus* y *M. chalcea*, respectivamente, y el pH óptimo fue 8 para ambos microorganismos. La síntesis de macromoléculas siguió el orden ARN, proteína y ADN y fue sensible a inhibidores de síntesis de macromoléculas. Ambos microorganismos no parecen presentar diferencias notables en su germinación, a excepción del metabolismo más lento que posee *M. chalcea*.

INTRODUCCION

Los Actinomicetos son un grupo de bacterias en las cuales a partir de una espora asexual se desarrolla un micelio ramificado; en este micelio posteriormente se producirán esporas por tabicación de las hifas las cuales una vez maduras y colocadas en condiciones apropiadas repetirán el ciclo. La germinación es el proceso por el cual una espora se transforma en un organismo vegetativo (CROSS & ATTWELL, 1975). Dentro del orden Actinomycetales se encuentran los géneros *Streptomyces* (productor de la mayor parte de los antibióticos conocidos) y *Micromonospora* (productor de varios antibióticos).

Este trabajo presenta un estudio comparativo de la fisiología de la germi-

nación de dos especies de estos géneros: *Streptomyces antibioticus* y *Micromonospora chalcea*.

MATERIAL Y METODOS

Microorganismos

Los microorganismos utilizados en este estudio fueron *Streptomyces antibioticus* ATCC* 11891 y *Micromonospora chalcea* ATCC 12542.

Obtención de esporas

Ambos microorganismos se sembraron en matraces de 250 ml con 75 ml de medio G.A.E. sólido (glucosa-asparagina-extracto de levadura) (HARDISSON et al. 1978), y se incubaron a 28°C durante nueve días (*S. antibioticus*) y 20 días (*M. chalcea*). Pasado este tiempo, a los matraces esporulados se añadieron unas 200 bolas de vidrio estériles de 3-4 mm de diámetro y se agitaron los matraces suavemente con el fin de que las esporas quedasen adheridas a las bolas. Las bolas se lavaron con solución salina + Tritón X-100 0,025 % y se filtró la suspensión a través de papel de filtro Whatman n.º 1 para eliminar los restos de micelio. El filtrado se lavó dos veces mediante centrifugación en solución salina y el sedimento se resuspendió en el medio adecuado y se ajustó la densidad óptica (580 nm) a 0,3 (10^8 esporas/ml para *S. antibioticus* y 3×10^8 esporas/ml para *M. chalcea*).

Germinación

Alicuotas de 10 ml de las suspensiones de esporas fueron incubadas en matraces de 100 ml a 35°C y 200 r.p.m. A intervalos de tiempo determinados, se tomaron muestras para determinar su D.O. y para su observación en el microscopio de contraste de fases.

Influencia de factores físicos, químicos y nutricionales

El efecto de la temperatura sobre la germinación se estudió incubando matraces de 100 ml con 10 ml de suspensión de esporas en medio GAE a distintas temperaturas desde 23 a 55°C, y tomando muestras a distintos tiempos para su observación al microscopio. Para determinar el efecto del pH sobre la germinación, los componentes del medio GAE se disolvieron en distintos tampones 0,1 M (GOMORI, 1955) con valores de pH desde 1 a 10, siguiéndose la germinación mediante toma de muestras y observación en el microscopio.

* ATCC American Type Culture Collection.

El estudio nutricional se realizó observando el efecto de cationes divalentes, fuente de carbono y fuente de nitrógeno sobre la germinación. Los cationes ensayados fueron Ca^{2+} , Mg^{2+} y Fe^{2+} , todos ellos en concentración 0,001 % en agua destilada. Se ensayaron 14 fuentes de carbono y 20 fuentes de nitrógeno a concentraciones finales 1 % y 0,2 % respectivamente, usando como medio basal las sales del medio GAE. Como fuente de nitrógeno se empleó en el primer caso $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ y como fuente de carbono glucosa para el segundo caso. La acción de varios inhibidores sobre la germinación se estudió añadiendo el inhibidor al medio GAE al inicio de la germinación y observando su efecto sobre la posterior emisión de los tubos germinativos a las seis horas (*S. antibioticus*) y a las ocho horas (*M. chalcea*).

Determinación de actividades respiratoria, catalasa y citocromo oxidasa

Se empleó un electrodo de oxígeno polarográfico tipo Clark. Suspensiones de esporas a concentraciones de 2×10^8 esporas/ml para *S. antibioticus* y 10^9 esporas/ml para *M. chalcea*, en tampón fosfato 5 mM pH 7,0 se colocaron en la cubeta del electrodo durante tres minutos a 35°C para alcanzar la temperatura del experimento y a continuación se añadieron los respectivos sustratos. Las muestras se mantuvieron en continua agitación mediante agitación magnética. Los sustratos empleados fueron glucosa 20 mM para respiración, ascorbato sódico 10 mM y NNN'-N'-tetrametil-p-fenilendiamina (TMPD) 2,5 mM para citocromo oxidasa y H_2O_2 1 mM para catalasa. La actividad citocromo oxidasa se ensayó según el método de JURTSUK et al. (JURTSUK, MARCUCCI & MCQUITTY, 1975) y la actividad catalasa según el método de RORTH & JENSEN (1967).

Síntesis de macromoléculas

La síntesis de macromoléculas durante la germinación se estudió por métodos radioactivos y colorimétricos. Por métodos radioactivos se estudió la incorporación de ^3H -Uridina, ^3H -Leucina y ^3H -Timina todos ellos en concentración 1 $\mu\text{Ci/ml}$ a RNA, proteína y DNA, respectivamente. A tiempos determinados se sacaron muestras en las que se detuvo la incorporación de elemento radioactivo, se filtraron y se contó la radioactividad precipitada en el filtro en un contador de centelleo. En algunos experimentos la incorporación de elemento radioactivo se determinó mediante pulsos de 3 min (*S. antibioticus*) ó 5 min (*M. chalcea*). La cantidad total de macromoléculas durante la germinación se determinó por métodos colorimétricos. Las muestras de esporas (60 ml de D.O. = 0,3) fueron lavadas y posteriormente rotas en un homogeneizador Braun. El extracto crudo se hizo 0,25 M con ClO_4H y se mantuvo 30 min en baño de hielo. Posteriormente se centrifugó y el sedimento se extrajo con ClO_4H 0,5 M a 70°C durante 20 min repitiéndose la operación tres veces. Los sobrenadantes que resultaron se utilizaron para la determinación de RNA por el método de SCHNEI-

DER (1957) y de DNA por el método de BURTON (1956). El sedimento se extrajo con Na OH 1M en caliente y el sobrenadante se empleó para la determinación de proteínas por el método de LOWRY et al. (LOWRY, ROSEBROUGH, FARR & RANDALL, 1951).

RESULTADOS

Cambios morfológicos y absorbancia durante la germinación

Hemos empleado dos métodos para el estudio de la germinación de *S. antibioticus* y *M. chalcea*: a) Recuento en cámara Thoma al microscopio de contraste de fases de las distintas fases morfológicas y b) Variación de la densidad óptica. Las esporas durmientes de ambos actinomicetos presentan un centro claro refringente rodeado de una zona más oscura; al colocarse en un medio de germinación la espora oscurece, posteriormente hincha alcanzándose un máximo de esporas hinchadas a las 2 y 5 horas en *S. antibioticus* y *M. chalcea* respectivamente; finalmente tiene lugar la emergencia de los tubos germinativos. Estos cambios morfológicos van acompañados de variaciones de la D.O. (Fig. 1). El oscurecimiento coincide con un descenso de la D.O. (20 y 30 % con respecto al valor inicial en *S. antibioticus* y *M. chalcea* respectivamente); posteriormente la D.O. aumenta con la emergencia de los tubos germinativos. El peso seco de las esporas permanece constante hasta el momento de la emisión de los tubos germinativos en que comienza a aumentar progresivamente (Fig. 1).

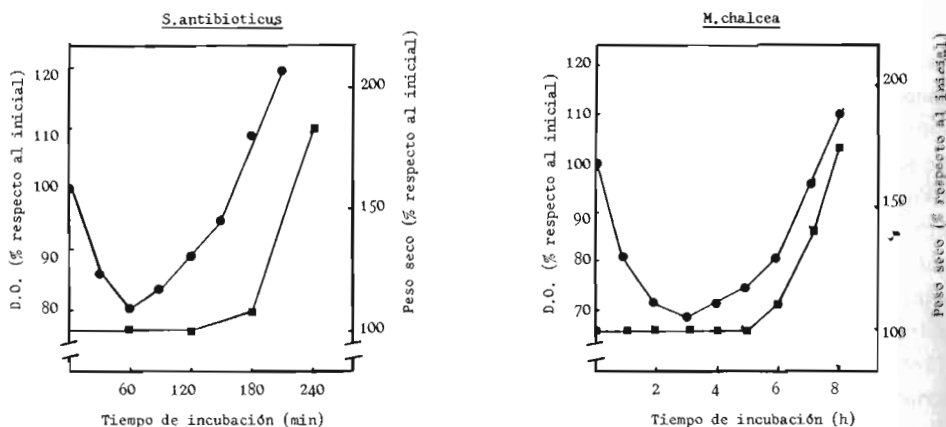


Fig. 1.-Variación de la densidad óptica (●) y el peso seco (■) durante la germinación.

Influencia de factores físicos, químicos y nutricionales

a) *Temperatura*. Los márgenes de temperatura entre los cuales germinaron las esporas fueron 20-50°C para *S. antibioticus* y 20-45°C para *M. chalcea*, siendo la temperatura óptima 45°C y 40°C para *S. antibioticus* y *M. chalcea* respectivamente.

b) *pH*. Las esporas germinaron dentro del margen de pH 6,0-9,5 (*S. antibioticus*) y 6,5-11,0 (*M. chalcea*) siendo el pH óptimo 8,0 para ambos microorganismos.

c) *Nutrientes*. Las esporas de ambos microorganismos no germinaron en agua destilada, pero oscurecieron con la adición de muy pequeñas cantidades de cationes divalente: SO_4Mg , SO_4Fe y Cl_2Ca (0,001 %). Para que el hinchamiento tenga lugar es necesaria la adición de una fuente de carbono (por ejemplo, glucosa 1 %) y para la emergencia de los tubos germinativos son necesarias la presencia simultánea de fuente de carbono y de nitrógeno. Se ensayó el efecto de 20 fuentes de nitrógeno (orgánicas e inorgánicas) y de 14 fuentes de carbono. En ambos microorganismos hubo compuestos que permitieron una rápida germinación, otros que permitían una germinación lenta y otros que no fueron metabolizables. Las mejores fuentes de nitrógeno fueron sales inorgánicas: $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$, NO_3NH_4 y NO_3Na y entre los aminoácidos: alanina, prolina, glicina, isoleucina e histidina en ambos microorganismos. Como fuentes de carbono ambos utilizaron muy bien glucosa y galactosa, siendo también bien empleadas sacarosa y maltosa.

d) *Inhibidores*. La germinación de las esporas de ambos microorganismos fue sensible a inhibidores respiratorios y desacoplantes de la fosforilación oxidativa tales como cianuro potásico, atabrina y 2,4-dinitrofenol (todos ellos a concentración 1 mM), bloqueándose la germinación en su fase inicial permaneciendo las esporas en estado durmiente. También fue sensible a inhibidores de síntesis de macromoléculas como estreptomycin, rifampicina, cloranfenicol, mitomicina C y actinomicina D, aunque en este caso la inhibición no afecta a la fase inicial u oscurecimiento, permaneciendo las esporas oscuras.

e) *Variación en actividades enzimáticas y respiración durante la germinación*. Las esporas durmientes de ambos microorganismos presentan una actividad respiratoria baja pero detectable con el electrodo de oxígeno, así como actividades catalasa y citocromo oxidasa. Con la germinación todas estas actividades específicas aumentan progresivamente alcanzándose un máximo con el hinchamiento para después disminuir y alcanzar un valor constante (Fig. 2).

f) *Síntesis de macromoléculas*. El orden de inicio de la síntesis de macromoléculas fue el mismo en ambos microorganismos determinado tanto por métodos radioactivos como por métodos químicos: ARN, proteína y ADN (Figs. 3 y 4). La síntesis de ARN comienza con el oscurecimiento, la de proteína con el hinchamiento y la de ADN con la emisión de los tubos germinativos. Se estudió el efecto de la adición de inhibidores de la síntesis de macromoléculas añadidos al

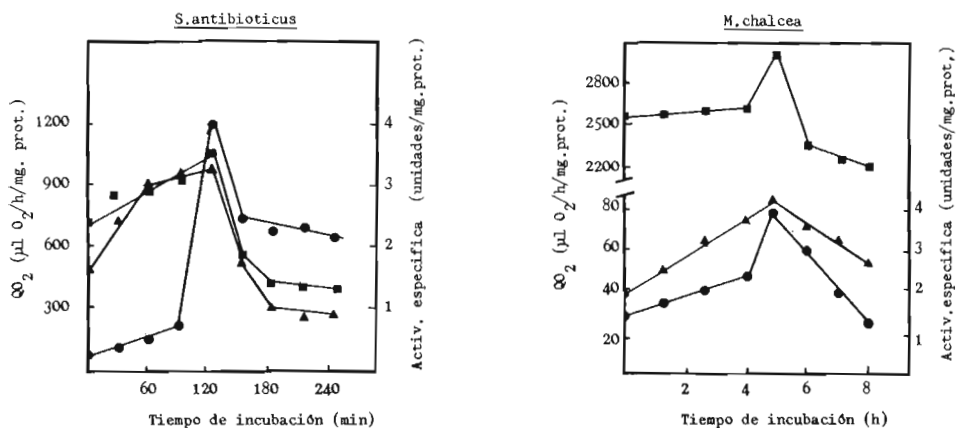


Fig. 2.—Cociente respiratorio (●), actividad catalasa (▲) y actividad citocromo oxidasa (■) durante la germinación.

inicio de la incubación. En *S. antibioticus*, la rifampicina y la estreptomicina bloquearon totalmente la síntesis de las tres macromoléculas, mientras que la mitomicina C solamente bloqueó la síntesis de ADN. En *M. chalybeata* la rifampicina bloqueó la síntesis de las tres macromoléculas mientras que estreptomicina y mitomicina C bloquearon tanto la síntesis de proteína como la de ADN pero no la de ARN.

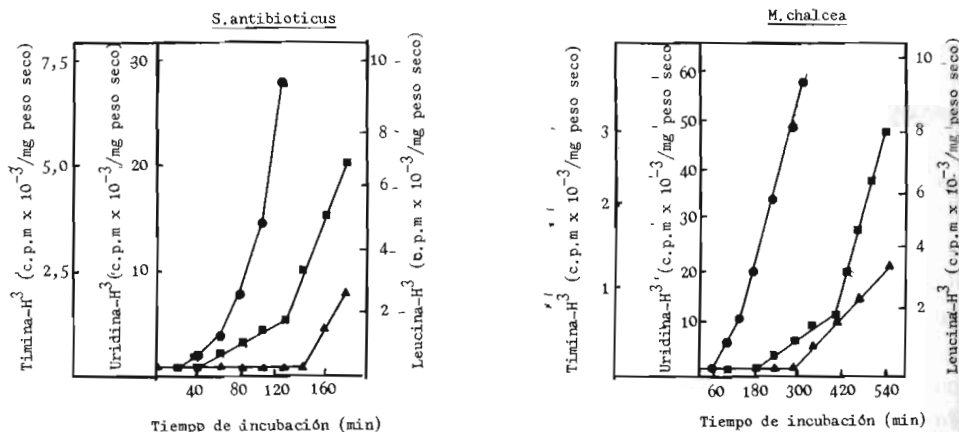
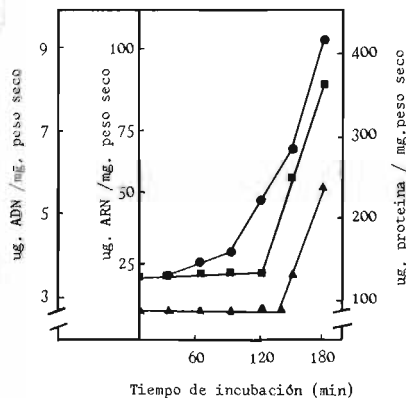


Fig. 3.—Síntesis de macromoléculas determinada por incorporación de precursores radioactivos. TNA (●), DNA (▲) y proteína (■).

S. antibioticus



M. chalybea

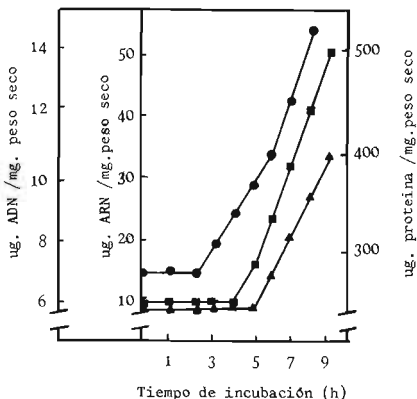


Fig. 4.-Síntesis de macromoléculas determinada por métodos colorimétricos. RNA (●), DNA (▲) y proteína (■).

DISCUSION

La germinación abarca el conjunto de cambios morfológicos, fisiológicos y bioquímicos por los que las esporas durmientes se transforman en células vegetativas. En los Actinomicetos estudiados en este trabajo, el proceso puede dividirse en tres fases: oscurecimiento, hinchamiento y emergencia de los tubos germinativos. El oscurecimiento es un proceso por el cuál las esporas pierden la refringencia característica del estado durmiente y consecuentemente se produce un descenso en la densidad óptica de la suspensión de esporas, la cual es mayor en *M. chalybea* que en *S. antibioticus* dada la mayor refringencia de sus esporas. Para que el oscurecimiento tenga lugar es absolutamente necesario en ambos microorganismos la presencia de cationes, siendo independiente del aporte energético externo, aunque sin embargo es inhibido por inhibidores respiratorios por lo que el proceso requiere energía que las esporas obtienen a partir de sus reservas endógenas. Este resultado coincide con el encontrado por ENSIGN (1976) en *S. viridochromogenes*. Además durante el oscurecimiento no existe síntesis de macromoléculas teniendo lugar en presencia de inhibidores de estas biosíntesis, aunque una vez las esporas han oscurecido comienza la biosíntesis de ARN. El oscurecimiento difiere esencialmente del proceso denominado iniciación de la germinación de *Bacillus* ya que éste es un proceso esencialmente degradativo durante el cual se pierde hasta un 30 % del peso seco de las esporas (POWELL & STRANGE, 1953).

Durante el hinchamiento las esporas aumentan de diámetro como consecuencia de la hidratación de su citoplasma, ya que su peso permanece constante, habiéndose postulado que ocurriría como consecuencia de la hidrólisis controlada

de grandes macromoléculas citoplásmicas con el consiguiente aumento de la presión osmótica interna (HOHL, 1975). El hinchamiento requiere energía que ha de ser externa en el caso de *S. antibioticus*, pudiendo ser endógena durante gran parte del proceso en *M. chalcea*. Durante este estado las actividades metabólicas de las esporas aumentan rápidamente obteniéndose máximas actividades específicas en el momento en que hay un máximo de esporas hinchadas y así tanto la respiración como la citocromooxidasa y la catalasa presentan máximo en este punto de la germinación. Este resultado está de acuerdo con el descrito por KALAKOUTSKII & POZHARITSKAJA (1973) en *Actinomyces streptomycini*. La actividad de biosíntesis de ARN es necesaria para el hinchamiento y así los inhibidores de su síntesis inhiben el proceso. La biosíntesis proteica comienza durante el hinchamiento por lo que los inhibidores de su síntesis la retardan severamente. El orden de biosíntesis de macromoléculas es ARN, proteína y ADN. A resultados semejantes han llegado BALASSA & CONTESSE (1965) en *Bacillus* y MIKULIK et al. (1977) en *S. granaticolor*. Es interesante resaltar que el hinchamiento ocurre en ausencia de compuestos nitrogenados por lo que estas biosíntesis han de ser efectuadas a expensas de reservas endógenas. Resultados similares fueron hallados en *Bacillus* (GARRICK & TORRIANI, 1973). La mitomicina C presentó un efecto diferente en su acción sobre ambos microorganismos ya que en *S. antibioticus* sólo inhibe la síntesis de ADN no siendo afectado por tanto el hinchamiento mientras que en *M. chalcea* posee también efecto sobre la síntesis de proteínas con lo que el hinchamiento se retarda.

La emisión de los tubos germinativos requiere procesos de biosíntesis activa como se desprende del aumento de peso seco, siendo necesario aporte externo de fuentes de carbono y de nitrógeno; su comienzo coincide con el inicio de la síntesis de ADN, siendo inhibida por inhibidores de la síntesis de esta macromolécula. Estos resultados coinciden con los descritos por SETLOW & KORNBERG (1970) en *Bacillus* y por LOPERFIDO & SADOFF (1973) en cistos de *Azotobacter*. Esta fase de la germinación es la única que permite la obtención de protoplastos por tratamiento con lizozima (RODICIO et al., 1978).

BIBLIOGRAFIA

- (1) BALASSA, G. & CONTESSE, A. (1973).—Annales de l'Institut Pasteur, **109**: 683-705.
- (2) BURTON, K. (1956).—Biochemical Journal, **62**: 315-323.
- (3) CROSS, T. & ATTWELL, R. W. (1975).—Spores VI, 3-14. American Society for Microbiology.
- (4) ENSIGN, J. C. (1976).—Microbiology 1976, 531-533. American Society for Microbiology.
- (5) GARRICK-SILVERSMITH, L. & TORRIANI, A. (1973).—Journal of Bacteriology, **114**: 507-516.
- (6) GOMORI, G. (1955).—Methods in Enzymology, **1**: 138-146.
- (7) HARDISSON, C., MANZANAL, M. B., SALAS, J. A. & SUÁREZ, J. E. (1978).—Journal of General Microbiology, **105**: 203-214.
- (8) HOHL, H. R. (1975).—2th International Fungal Spore Symposium. Wiley Interscience.
- (9) JURTSUK, P., MARCUCCI, O. M. & MCQUITY, D. (1975).—Applied Microbiology, **30**: 959-963.

- (10) KALAKOUTSKII, L. V. & POZHARITSKAJA, L. M. (1973).—The Actinomycetales: Characteristics and Practical Importance. 155-178. Academic Press.
- (11) LOPERFIDO, B. & SADOFF, H. L. (1973).—Journal of Bacteriology, **113**: 841-846.
- (12) LOWRY, O. H., ROSEBROUGH, N. J., FARR, A. L. & RANDALL, R. J. (1951).—Journal of Biological Chemistry, **193**: 265-275.
- (13) MIKULIK, K., JANDA, I., MASKOVA, H., STASTNA, J. & JIRANOVA, A. (1977).—Folia Microbiológica, **22**: 252-261.
- (14) POWELL, J. F. & STRANGE, R. E. (1953).—Biochemical Journal, **54**: 205-209.
- (15) RODICIO, M.^a R., MANZANAL, M. B. & HARDISSON, C. (1978).—Current Microbiology, **1**: 89-92.
- (16) RORTH, M. & JENSEN, P. K. (1967).—Biochimica et Biophysica Acta, **139**: 171-173.
- (17) SETLOW, P. & KORNBERG, A. (1970).—Journal of Biological Chemistry, **245**: 3.645-3.652.
- (18) SCHNEIDER, W. C. (1957).—Methods in Enzymology, **3**: 680-689.

ESTUDIOS SOBRE EL ANTIBIOTICO FOSFOMICINA: OBTENCION DE PROTOPLASTOS Y TRANSMISION DE LA FOSFOMICIN-RESISTENCIA EN BACTERIAS GRAM NEGATIVAS

Por

J. LLANEZA, F. J. MENDEZ, M. CARMEN MENDOZA,
M. ROSARIO RODICIO,

y

C. HARDISSON
Departamento Interfacultativo de Microbiología.
Universidad de Oviedo

RESUMEN

Se estudia: a) La utilización de la fosfomicina como agente inductor en la formación de protoplastos y b) Tipos de resistencia bacteriana a fosfomicina en aislados clínicos de *S. marcescens* y *Ps. aeruginosa*. Encontrando que: a) Tratando con 10 µg/ml de fosfomicina durante una hora se logra inducir la formación de esferoplastos y verdaderos protoplastos en *E. coli* y *S. marcescens*. b) Las cepas resistentes a más de 64 µg/ml de fosfomicina de *Ps. aeruginosa* presentaban alterado el sistema de transporte del α -glicerofosfato pero no las de *S. marcescens*. En 10 cepas de *S. marcescens* se demuestra, por primera vez, la aparición de una fosfomicin-resistencia portada por un plásmido transferible por conjugación.

La fosfomicina es un antibiótico descubierto en España en 1966 en el curso de una investigación conjunta llevada a cabo por la Compañía Española de Penicilina y Antibióticos y la Casa Merck Sharp Dohne de USA y es producida en caldos de fermentación por tres especies del género *Streptomyces*: *S. fradiae*, *S. viridochromogenes* y *S. wedmorensis*.

CHRISTENSEN y col. en 1969 identificaron su estructura química, diferente a la de los otros antibióticos de uso en clínica, como el ácido L-cis-1,2 epoxi-propil-fosfónico. El grupo epoxi es el determinante de su actividad antibacteriana siendo un antibiótico de amplio espectro. La molécula es ópticamente activa, presenta polaridad y su peso molecular es de 138,1. Forma fácilmente sales orgánicas e inorgánicas, utilizándose las de sodio y calcio en terapia. Es un antibiótico prácticamente atóxico para las células eucariotas, por ejercer su acción bactericida sobre la pared de la célula bacteriana (7). Esta acción se centra en el primer

escalón de su síntesis, para lo cual necesita penetrar en el citoplasma donde inhibe la acción del enzima fosfoenol-piruvato: UDP-G1-cNa-3 enolpiruvil transferasa, que es el primer responsable de la transformación de la N-acetil-glucosamina en N-acetil-murámico. Por tanto la fosfomicina actúa como análogo estructural del fosfoenolpiruvato uniéndose de forma covalente, a través de su grupo epoxi, al residuo de cisteína del enzima inactivándolo. Para su actuación es necesaria la presencia del sustrato uridin-difosfo-N-acetil-glucosamina y por tanto no compite con el ácido fosfoenolpirúvico en otras reacciones celulares. Penetra en la célula bacteriana utilizando al menos dos sistemas de transporte, el del α -glicerofosfato y el de la hexosa-fosfato, este último solamente cuando se induce exogenamente por glucosa-6-P.

En el presente trabajo damos cuenta de los resultados más significativos obtenidos por nosotros sobre la utilización de este antibiótico como agente inductor de la formación de protoplastos y sobre el estudio de la resistencia bacteriana a la fosfomicina, en tres especies de bacterias gram-negativas: *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Serratia marcescens*.

OBTENCION DE PROTOPLASTOS CON FOSFOMICINA

Al ser la fosfomicina un inhibidor de la síntesis de la pared celular bacteriana puede utilizarse, a concentraciones adecuadas, para inducir la formación de estructuras desprovistas de pared, protoplastos, o de estructuras con la pared alterada, esferoplastos. En bacterias gram-positivas la obtención de protoplastos no ofrece dificultades, debido a que los enzimas muralíticos y los inhibidores metabólicos utilizados normalmente atacan al peptidoglicano, que en este tipo de bacterias es fácilmente asequible. En bacterias gram-negativas la eliminación de la pared celular ofrece mayores dificultades debido a su gran complejidad química y estructural, en este caso se obtienen esferoplastos a no ser que se utilice un tratamiento mixto; EDTA + agente lítico o inhibidor de la pared celular. El EDTA actúa facilitando la penetración del segundo agente, bien gracias a la facilidad que tiene de solubilizar material de la capa externa de la pared celular o bien actuando como quelante de cationes implicados en la formación de enlaces cruzados entre los lipopolisacáridos de la membrana externa.

STAPLEY y col. (15) citan la posibilidad de obtener esferoplastos al tratar *Proteus vulgaris* con fosfomicina. Nosotros utilizando cepas bacterianas sensibles a 1 μ g/ml de fosfomicina, *Escherichia coli* ML 1, *Serratia marcescens* y *Pseudomonas aeruginosa* de origen hospitalario, aplicando el método descrito anteriormente (14), logramos obtener un elevado porcentaje de verdaderos protoplastos (Fig. 2) a partir de *E. coli* (Fig. 1) usando únicamente 10 μ g/ml de fosfomicina. La formación de protoplastos empieza después de una hora de incubación alcanzándose el máximo a las dos horas. El bajo peso molecular de la fosfomicina permite su paso a través de la membrana externa de la pared celular haciendo innecesario

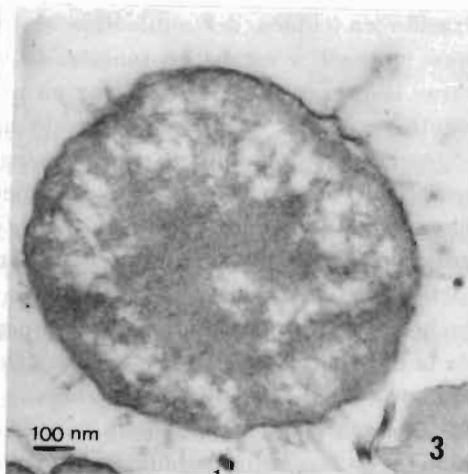
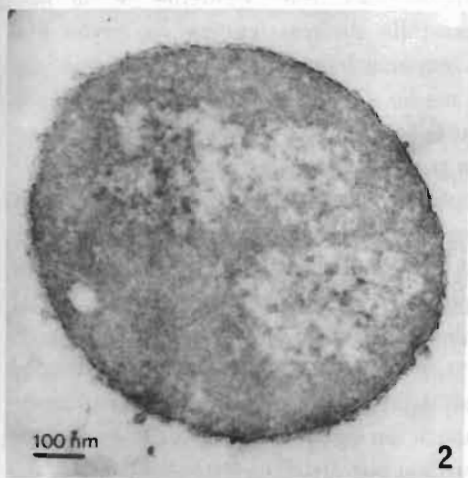
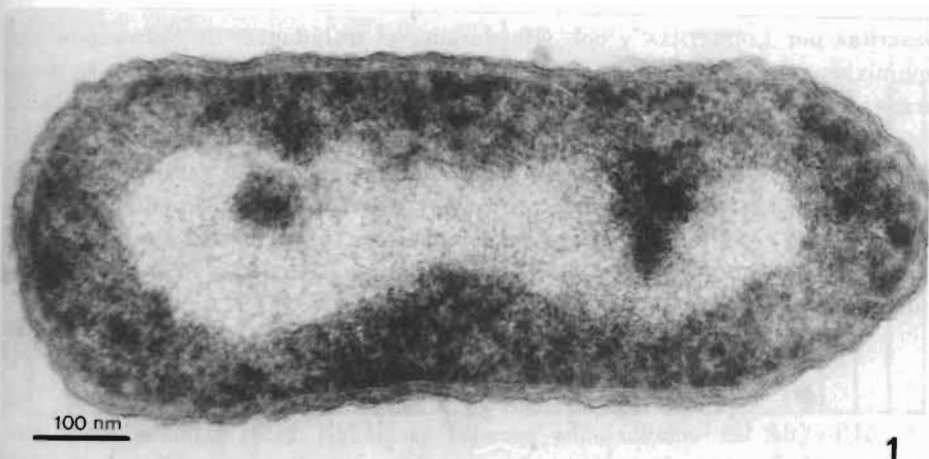


Fig. 1.-Sección longitudinal de una célula intacta de *E. coli*. CM: membrana citoplásmica, RL: capa rígida, OM: membrana externa.

Fig. 2.-Protoplasto de *Escherichia coli*.

Fig. 3.-Esferoplasto de *Serratia marcescens*, se aprecian las proyecciones tubulares-vesiculares.

el tratamiento previo con EDTA. A partir de *S. marcescens* también es posible obtener verdaderos protoplastos aunque su porcentaje es inferior al de *E. coli*. Aparecen además numerosos esferoplastos en los cuales la membrana externa aunque alterada, aparece rodeando parcialmente a la célula (Fig. 3). En ambos tipos de estructuras observamos que la capa intermedia de peptidoglicano había sido eliminada. Los esferoplastos presentaban gran cantidad de proyecciones tubulares-vesiculares (Fig. 3) formadas a partir de la membrana externa y que están constituidas por una unidad de membrana. Proyecciones similares fueron

descritas por LOUNATMAA y col. (10) durante el tratamiento de *Salmonella* con polimixina, atribuyéndose este efecto a la acción del antibiótico sobre la membrana. En *Ps. aeruginosa*, PÉREZ UREÑA y col. (13) describieron la formación de esferoplastos usando EDTA y fosfomicina. Nosotros no logramos inducir la formación de esferoplastos utilizando únicamente fosfomicina, a pesar de aumentar su concentración y el tiempo de exposición (10-100 µg/ml de fosfomicina durante cuatro horas). Las formas obtenidas por nosotros, protoplastos y esferoplastos, son estables y útiles para posteriores experimentos y para el aislamiento de estructuras subcelulares.

RESISTENCIA BACTERIANA A LA FOSFOMICINA

Una de las conclusiones sacadas en la III MESA REDONDA SOBRE FOSFOMICINA (2) hacía referencia a que en los tres años y medio de la utilización en clínica del antibiótico el desarrollo de resistencias «in vivo» era poco marcado y estaba en función de la especie bacteriana, mientras que «in vitro» la presencia de fosfomicina en un medio de cultivo podía producir fácilmente resistencias, por selección de mutantes resistentes, principalmente de origen cromosómico que se caracterizaban por ser cepas defectivas y avirulentas en animales de experimentación. Los mecanismos de resistencia identificados en mutantes espontáneos o inducidos por la acción de mutágenos se clasifican en dos grupos: I) ALTERACIONES EN LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE DEL ANTIBIÓTICO A TRAVÉS DE LA MEMBRANA: *mutantes glp T⁻*, han perdido el sistema de transporte del α -glicerofosfato y *mutantes uhp⁻*, han perdido el sistema de transporte de entrada de la hexosa-fosfato. II) ALTERACIONES EN EL PUNTO DE ACTUACIÓN DE LA FOSFOMICINA: aunque no se ha demostrado totalmente su existencia hay información suficiente para aceptarla. El estudio de la posible aparición de transferencia plasmídica de la resistencia a la fosfomicina ha sido abordado por distintos autores (1, 6, 12, 17) obteniendo resultados controvertidos, que no aportan conclusiones definitivas. Si como viene sucediendo con la mayoría de los antibióticos de uso en clínica, el carácter fosfomicin-resistencia (Fos^r) se incorporase a plásmidos conjugativos, la diseminación de la resistencia podría tener lugar con elevada frecuencia, sobre todo en ambiente hospitalario, estando en función de la frecuencia de transferencia y de la capacidad de transferencia interespecífica de los factores R que la portasen, afectando a las posibilidades clínicas del antibiótico.

Para el estudio de la aparición de resistencias a la fosfomicina elegimos dos especies bacterianas típicamente nosocomiales, *S. marcescens* y *Ps. aeruginosa*, que se caracterizan por presentar actualmente «in vitro» un elevado índice de resistencias frente a la mayoría de los antibióticos de uso frecuente en medio hospitalario. Calculamos los niveles y porcentajes de resistencia de 73 cepas de *S. marcescens* y 25 cepas de *Ps. aeruginosa* aisladas en el Servicio de Bacteriología de la Residencia de la S. S. Ntra. Sra. de Covadonga de Oviedo (cedidas por el

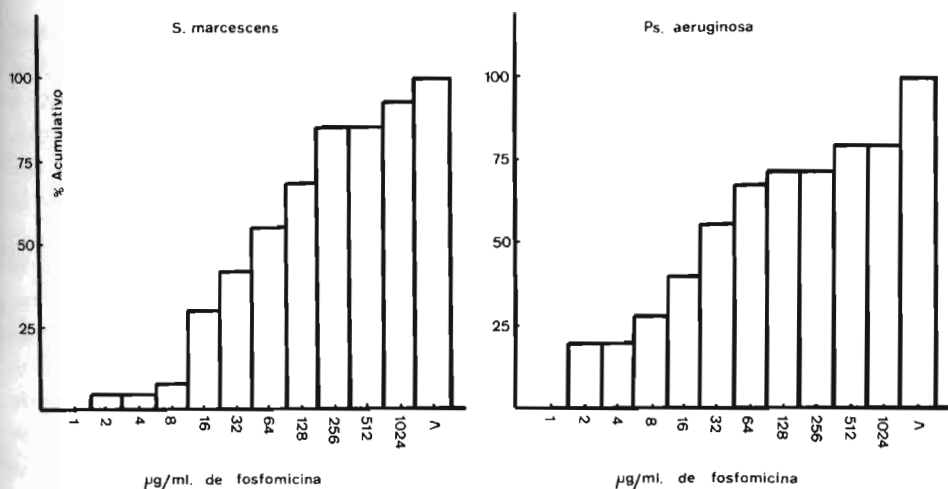


Fig. 4.-Porcentajes acumulativos de la «CIM» a fosfomicina.

doctor Martín Alvarez) a partir de 1974 fecha en la que se introdujo en el hospital la fosfomicina. Aplicando la metodología recomendada por la OMS tanto para el cálculo de la sensibilidad disco-placa como para las concentraciones inhibitorias mínimas de doce agentes quimioterápicos de uso en clínica (5). Los resultados obtenidos para la fosfomicina, Fig. 4, representados en porcentajes acumulativos indican que el 55 % de las cepas de *S. marcescens* y el 70 % de las de *Ps. aeruginosa* son resistentes a 64 µg/ml de fosfomicina, siendo de 100-200 mg/kg peso las dosis recomendadas en clínica para infecciones graves.

Para conocer si la resistencia que presentan estas cepas era debida a alteraciones en los sistemas de transporte del antibiótico se procedió a sembrarlas en medio mínimo M₉ (11) con glicerol (0,02 M), DL-α-glicerol-P (0,04 M), glucosa (0,01 M) o glucosa-6-P (0,04 M) como fuente de carbono, incubando durante 36 horas a 37°C y 200 g.p.m. Encontrando que las cepas resistentes a más de 256 µg/ml de fosfomicina de *Serratia* utilizan normalmente los cuatro nutrientes mientras las de *Pseudomonas* utilizan el glicerol, la glucosa y la glucosa-6-P pero no el DL-α-glicerofosfato de lo que se deduce que deben tener alterada esta vía de transporte. Por otro lado la CIM al antibiótico no es rebajada (no facilitándose el transporte de la fosfomicina) por la adición como inductor de glucosa-6-P (0,05 mM), al medio Mueller-Hinton en ninguna de las cepas de *Pseudomonas* ni en un 30 % de las cepas de *Serratia* estudiadas.

RESISTENCIA PLASMIDICA A LA FOSFOMICINA

Al no presentar alterados los sistemas de transporte de la fosfomicina un 70 % de las cepas de *S. marcescens* Fos^r por nosotros estudiadas cabía la posibili-

dad de que la Fos^r fuese portada por un plásmido de resistencia conjugativo (factor R). Para comprobarlo nos planteamos su estudio aplicando tres criterios: 1.º Estudio de la transferencia por conjugación del carácter Fos^r conjuntamente a otras resistencias, seleccionando con antibióticos distintos a la fosfomicina, 2.º Curación del carácter Fos^r conjuntamente a las otras resistencias transferidas por conjugación, 3.º Estudio comparativo de los sistemas de transporte de la fosfomicina en cepas sensibles y resistentes.

1.º *Transferencia por conjugación del carácter Fos^r*: Para detectar la presencia de factores R que portasen y transfiriesen por conjugación el carácter Fos^r conjuntamente con otras resistencias a antibióticos utilizamos el método descrito previamente (9) modificando la proporción donador-receptor que fue 1 : 10 y realizando la incubación a 28°C y a 37°C durante seis horas. 24 cepas de aislados clínicos multirresistentes de *S. marcescens* seleccionadas entre las que presentaban una resistencia a fosfomicina superior a 256 µg/ml fueron utilizadas como donadores y *E. coli* K12 W3110 Rif^r como receptor, en un primer ciclo de conjugación. Las células exconjugantes fueron seleccionadas siempre con 100 µg/ml de rifampicina más uno de los siguientes antibióticos: 30 µg/ml de kanamicina, 10 µg/ml de ampicilina, 30 µg/ml de cloranfenicol, 30 µg/ml de gentamicina, 30 µg/ml de tetraciclina; en ningún caso se utilizó fosfomicina como agente selector para evitar la aparición de mutantes inducida por la presencia de este antibiótico en el medio. En la Tabla 1 están resumidos los resultados y puede observarse que aparecen cuatro modelos de transferencia, dos de los cuales portan el carácter Fos^r que es transferido por nueve de las 24 cepas estudiadas, tres de estas cepas transfieren ambos modelos, R1 y R2, con una frecuencia de transferencia relativamente elevada (10^{-3} - 10^{-5}).

Los dos tipos de exconjugantes Fos^r obtenidos por transferencia a *E. coli* K12 W3110 se utilizaron como cepas donadoras en un segundo ciclo y como receptoras tres especies distintas de enterobacterias resistentes al ácido nalidíxico. Encontrando que la Fos^r vuelve a transferirse conjuntamente con las otras resistencias (Tabla 2). Observándose además que a 28°C se transferían siempre cinco resistencias: Am Cb Sm Fos Tc, con independencia de que la cepa donadora portase R1 ó R2; la resistencia a la tetraciclina también debe ser portada por R2 aunque no se manifieste cuando el huésped que lo alberga es *E. coli* K12 W3110. Los niveles de resistencia transferidos están agrupados en la Tabla 3.

2.º *Curación del carácter Fos^r conjuntamente con las otras resistencias transferidas por conjugación*. Se aplicó este criterio para confirmar la evidencia de que la resistencia a la fosfomicina en las cepas de *Serratia* por nosotros estudiadas era mediatizada por un plásmido. Procedimos a curar por tratamiento con dodecil sulfato sódico (SDS), agente de elevada eficacia curante (9, 16), la cepa n.º 9 de *S. marcescens* y los dos exconjugantes Fos^r a que da lugar en *E. coli* K12 W3110; al mismo tiempo estudiamos la estabilidad del plásmido determinando la pérdida de la multirresistencia por almacenamiento a 4°C y a tempera-

TABLA 1: TRANSFERENCIA DE LA RESISTENCIA A LA FOSFOMICINA POR CONJUGACION DESDE AISLADOS CLINICOS DE *S. marcescens* MULTIRRESISTENTES A *E. coli* K12 W3110 Rif^r.

Cepas donadoras	Resistencias transferidas exconjugantes-1	Modelo plásmido	Frecuencia de transferencia
5,7,8,9,19	Ap Cb Sm Fos Tc Nm Km Gm Cm Su	R 1	$3 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-4}$
5,6,9,19,32,35,55,57,58,70,76	Ap Cb Sm Fos	R 2	$1 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-5}$
9,3	Ap Cb Tc Nm Km Gm Cm Su	R 3	$1 \cdot 10^{-6}$
8,10	Ap Cb Gm	R 4	$5 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-3}$
15,58	Ap Cb	R 5	$1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-6}$

TABLA 2: SEGUNDO CICLO DE TRANSFERENCIA DE RESISTENCIA A LA FOSFOMICINA POR CONJUGACION.

Donador + plásmido	Receptor NA ^r	Resistencias en exconjugantes-2	Donad/ exconj.	Frecuencia de transferencia
<i>E. coli</i> K12 W3110 + R 1	<i>E. coli</i> [*]	Ap Cb Sm Fos Tc	5/4	$1 \cdot 10^{-2}$ - $3 \cdot 10^{-4}$
	<i>Sh. sonnei</i>	Ap Cb Sm Fos Tc	5/3	$1 \cdot 10^{-2}$ - $1 \cdot 10^{-4}$
	<i>S. marcescens</i>	Ap Cb Sm Fos Tc	5/3	$3 \cdot 10^{-3}$
		Ap Cb Sm Fos Tc Nm Km Gm Cm Su	5/1	$1 \cdot 10^{-3}$
<i>E. coli</i> K12 W3110 + R 2	<i>E. coli</i> [*]	Ap Cb Sm Fos Tc	5/2	$1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-5}$
	<i>Sh. sonnei</i>	Ap Cb Sm Fos Tc	5/1	$1 \cdot 10^{-3}$
	<i>S. marcescens</i>	Ap Cb Sm Fos Tc	5/4	$1 \cdot 10^{-3}$

**E. coli* NCIB 9482 lac⁻ Sm^r

tura ambiente. El método utilizado se describe en trabajos previos (8, 9). Los resultados (Tabla 4) indican que en la cepa de *Serratia* original la multirresistencia es muy estable mientras que en los exconjugantes de *E. coli* K12 W3110 se pierden, con una frecuencia variable y en bloque, las marcas transferidas por conjugación entre las que está Fos^r. Resultados similares respecto a la elevada estabilidad de otros factores R en aislados clínicos de *S. marcescens* y menor en *K. pneumoniae* y *E. coli* han sido descritos por COOKSEY et al (4) y por nosotros (9). Estas curaciones vienen a confirmar el carácter plasmídico de la resistencia a la fosfomicina.

3.º *Estudio comparativo de los sistemas de transporte de la fosfomicina en cepas sensibles y resistentes.* Partiendo de la premisa de que las cepas Fos^r mutantes espontáneas o inducidas tendrían alterados los sistemas de transporte del antibiótico y serían «glp T⁻» ó «uhp⁻», mientras que las cepas sensibles y las portadoras de plásmidos Fos^r no sufrirían este tipo de alteraciones, estudiamos la utilización de glucosa, glicerol, glucosa-6-P y DL- α -glicerol-P como única fuente de carbono y energía en el siguiente sistema de bacterias:

TABLA 3.- CIMs DE AGENTES ANTIMICROBIANOS PARA CEPAS DONADORAS, RECEPTORAS Y EXCONJUGANTES ($\mu\text{g}/\text{mL}$).

		PRIMER CICLO				SEGUNDO CICLO			
Modelo	Donador	Receptor	Exconj-1	Receptor	Exconj-2	Receptor	Exconj-2	Receptor	Exconj-2
	<i>S. marcescens</i>	<i>E. coli</i> [✱]		<i>E. coli</i> ^{✱✱}		<i>Sh. sonnei</i>		<i>S. marcescens</i>	
R-1									
	Ap	1024	2	1024	1	256-1024	8	64	256
	Cb	1024	4	1024	4	1024	8	2	128
	Sm	128-1024	2	64	1024	1024	8	2	32
	Nm	128-1024	1	128	1	8	2	2	2
	Km	512-1024	1	512	1	32	2	1	1
	Gm	256	1	128	1	2	1	2	2
	Tc	512	1	128-256	1	64-128	2	32	64
	Cm	512	4	32-128	2	1	2	1	1
	Su	1024	8	1024	2	4	4	16	4
	Fos	256-1024	32	1024	16	128-1024	2	32	1024
R-2									
	Ap	1024	2	1024	1	256	8	64	256
	Cb	1024	4	1024	4	256	8	2	128
	Sm	128-1024	2	32	1024	1024	8	2	32
	Tc	512	1	1	1	64	2	32	64
	Fos	1024	32	1024	16	1024	2	32	1024

En el segundo ciclo las cepas donadoras son Exconjugantes-1

 (✱) *E. coli* W3110 R1^r

 (✱✱) *E. coli* NCIB 9482 lac⁻ NA^r Sm^r

TABLA 4.- CURACIONES DEBIDAS AL ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO CON SDS DE PLASMIDOS FOSFOMICIN-RESISTENTES.

Cepa	Resistencias	Almacenamiento		Tratamiento SDS (24 horas)		
		Ta	colonias/colonias curadas/ensayadas	concentr. %	colonias/colonias curadas/ensayadas	Modelo curación
<u>S. marcescens</u> nº 9	(Ap Cb Cr Sm Km Nm Cm Tc Cm Su Fos)	4°C (30 días)	0/200	0	0/500	
		ambiente (30 días) (60 días)	0/200 0/200	0.1 1 10	0/500 0/500 0/500	
<u>E. coli W3110</u> + R-1	(Ap Cb Sm Km Nm Cm Tc Cm Su Fos)	4°C (30 días)	0/200	0	3/600	R-1
		ambiente (30 días) (60 días)	2/200 0/200 0/200	0.1 1 10	3/600 3/600 4/400	R-1 R-1 R-1
<u>E. coli W3110</u> + R-2	(Ap Cb Sm Fos)	4°C (30 días)	10/200	0	42/600	R-2
		ambiente (30 días) (60 días)	12/200 2/200 6/200	0.1 1 10	62/600 64/600 65/500	R-2 R-2 R-2

Antibióticos selectores: 30 µg/ml Km; 10 µg/ml Ap

Modelos de curación: R-1: Ap Cb Sm Km Nm Cm Tc Cm Su Fos
R-2: Ap Cb Sm Fos
R-3: Ap Cb Km Nm Cm Tc Cm Su

TABLA 5: CRECIMIENTO EN MEDIO M₉ CON DISTINTAS FUENTES DE CARBONO. (D.O. medida a 580 nm).

	GLUCOSA			GLICEROL			GLU-6-P			DL- α -GLI-P		
	-0,01M	0,02M	0,04M	0,02M	0,04M	0,08M	0,04M	0,08M	0,16M	0,04M	0,08M	0,16M
E. coli W3110 recep. Fos ^S	1,10	0,80	0,90	0,80	0,90	0,55	0,55	0,55	1,45	1,12	1,31	1,40
E. coli W3110 induc. Fos ^R	0,04	0,03	1,05	0,03	1,05	0,04	0,04	0,04	1,68	0,03	1,39	0,09
S. marcescens 9 Fos ^R	1,05	0,75	1,25	0,75	1,25	0,25	0,25	0,25	1,20	0,84	1,54	1,26
E. coli W3110 R1 Fos ^R	1,15	0,60	0,90	0,60	0,90	0,45	0,45	0,45	1,55	1,10	1,26	1,34
E. coli W3110 R2 Fos ^R	1,15	0,60	0,95	0,60	0,95	0,45	0,45	0,45	1,48	1,12	1,28	1,38
S. marcescens 3 Fos ^R	0,94	0,85	0,85	0,85	0,85	0,35	0,35	0,35	1,15	1,05	1,28	1,25
S. marcescens CECT 159	0,90	0,75	1,35	0,75	1,35	0,90	0,90	0,90	1,05	0,85	1,53	1,25
Tiempo de incubación	24 horas						36 horas					

TABLA 6: EFECTO DE LA GLUCOSA-6-P SOBRE LA "CIM" A FOSFOMICINA.

CEPA	MUELLER HINTON			M. H + GLU-6-P 0,5 mM			MEDIO M ₉ + GLU-6-P 0,02 M					
	32	64	128	256	512	1024	32	64	128	256	512	1024
E. coli W3110 Fos ^S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E. coli W3110 Fos ^R (1)	+	+	+	±	±	±	-	-	-	-	-	-
E. coli W3110 + R1	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+
E. coli W3110 + R2	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+
S. marcescens 9 Fos ^R	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+
S. marcescens 3 Fos ^R	+	+	+	+	+	+	+	+	-	±	-	-
S. marcescens CECT 159	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1): Fos^R por mutación inducida. (-): no crecimiento. (±): crecimiento inferior al testigo sin antibiótico.

(+): crecimiento análogo al testigo sin antibiótico.

E. coli K12 W3110 Fos^s

E. coli K12 W3110 Fos^r resistencia inducida por subcultivos en medio con 100 µg/ml de fosfomicina.

E. coli K12 W3110 + R1 resistencia portada en un plásmido.

E. coli K12 W3110 + R2 resistencia portada en un plásmido.

S. marcescens n.º 9 Fos^r transfiere la Fos^r por conjugación.

S. marcescens n.º 3 Fos^r no transfiere la Fos^r por conjugación.

S. marcescens CECT 159 Fos^s

Cultivándolas en medio M9 a 37°C y en agitación a 200 g.p.m.

En la Tabla 5 se exponen los resultados obtenidos observándose que la cepa de *E. coli* que obtuvo la resistencia por mutación inducida es la única que no utiliza el DL- α -glicerol-P. En la Fig. 5 se representa la cinética de utilización del DL- α -glicerol-P y en la Tabla 6 se recogen los datos sobre la facilitación del transporte de la fosfomicina (se rebaja la CIM) cuando se adiciona al medio glucosa-6-P, (0,5 mM) como inductor o glucosa-6-P (0,02 M) como fuente de carbono. En este caso se observa que solamente en la cepa de *E. coli* Fos^r por mutación inducida y en la cepa de *S. marcescens* n.º 3 Fos^r, que no transfiere la resistencia por conjugación, disminuye la CIM; en las demás cepas los niveles de resistencia permanecen estables. Por tanto la cepa original de *S. marcescens* n.º 9 multirresistente y los exconjugantes de *E. coli* portadores de plásmidos Fos^r no presentan alterados ninguno de estos dos sistemas de transporte del antibiótico,

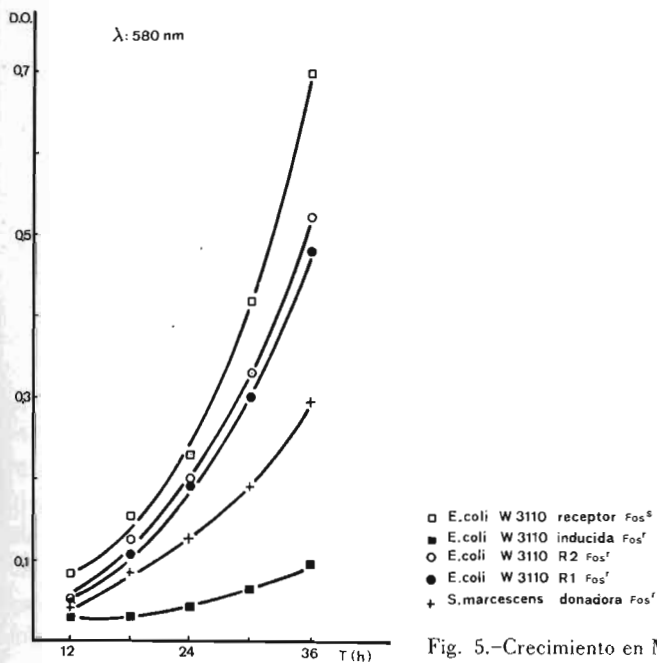


Fig. 5.-Crecimiento en M₉ con DL- α -glicerol-P 0,04M.

siendo otro el origen de la fosfomicin-resistencia. Los resultados obtenidos aportan pruebas evidentes de la aparición de plásmidos conjugativos que portan el carácter Fos^r, conjuntamente a otras resistencias, en aislados clínicos de *S. marcescens* y que esta resistencia no es debida a alteraciones en los sistemas de transporte del antibiótico.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor F. Uruburu por las cepas de la C.E.C.T. Al profesor M. H. Richmond por la cepa *E. coli* K12 W3110 Rif^r. Al doctor R. Martín por los aislados clínicos de *S. marcescens* y *Ps aeruginosa*. A la CEPA por el antibiótico fosfomicina.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BAQUERO, F., LÓPEZ BREA, M., VALLS, A. y CANEDO, T. (1977).—Chemoterapy vol. 23.
- (2) CEPA. «III MESA REDONDA SOBRE FOSFOMICINA» (1976).—Farmaes vol. 4, n.º 134.
- (3) CHRISTENSEN, B. G., LEANZA, W. J., BEATTIE, T. R., PATCHETT, A. A., ARINSON, B. H., ORMOND, R. E., KUEHL, F. A., ALBERS-SCHONBERG, G. JARDETZKY, O. (1969).—Science, 166, 123-125.
- (4) COOKSEY, R. C., THORNE, G. M. and BARRAR, W. E. (1976).—Antimicrob. Ag. Chemoter., 10, 123-127.
- (5) DAGUET, G. L. and CHABBERT, Y. A. (1972).—Techniques in bacteriologie, vol. 3. Ed. Flammarion Medicine Sciences. Paris.
- (6) GÓMEZ-LUS, R., and CISTERNA, R. (1974).—Future Trends in Chemoterapy. Med. Act. Drugs of Today, vol. 10.
- (7) KAHAN, F. M., KAHAN, J. S., CASSIDY, P. J., KROPP, H. (1974).—Ann. N. Y. Acad. Sc., 235, 364-386.
- (8) HARDISSON, C., MÉNDEZ, F. J. y LLANEZA, J. (1977).—Farmaes, vol. IV, n.º 134.
- (9) LLANEZA, J., MÉNDEZ, F. J., MENDOZA, M. C. y HARDISSON, C. (1978).—Arch. Fac. Med. Oviedo, vol. 1, n.º 5.
- (10) LOUNATMAA, K., MAKELA, H. P. y SARVAS, H. (1976).—J. Bacteriol., 127, 1.400-1.407.
- (11) MILLER, J. H. (1972).—«Experiments in Molecular Genetics». Cold Spring Harbor Lab.
- (12) PEREA, E. J., DAZA, R. M. y MENDAZA, M. P. (1977).—Chemotherapy, vol. 23.
- (13) PÉREZ-UREÑA, M. T., ESPINOSA, M., BARASOEIN, I., PORTOLES, A. (1974).—Microbiol. Españ., 27, 235-255.
- (14) RODICIO, M. R., MANZANAL, M. B. y HARDISSON, C. (1978).—Arch. Microbiol., 118, 219-221.
- (15) STAPLEY, E. O., HENDLIN, D., MATA, J. M., JACKSON, M., WALLICK, M., HERNÁNDEZ, S., MOCHALES, S., CURRIE, S. A., MILLER, R. M. (1969).—Antimicrob. Ag. Chemoter., 284-290.
- (16) TOMOEDA, M., INUZUKA, M., KUBO, N., NAKAMURA, S. (1968).—J. Bacteriol., vol. 95, n.º 3, 1.078-1.089.
- (17) WIEDEMANN, B. (1977).—Current Chemoter., vol. 1. Am. Soc. Microbiol.

SINTESIS DE β -GALACTOSIDASA EN *Streptomyces violaceus*

Por
J. SANCHEZ, M.^a E. ARIAS
y
C. HARDISSON
Departamento Interfacultativo de Microbiología.
Universidad de Oviedo

RESUMEN

Se ha estudiado la síntesis inducida de β -galactosidasa en *Streptomyces violaceus*. Los resultados obtenidos —niveles de inducción, eficacia de diferentes inductores, etc.— son más parecidos a los encontrados en el estudio del sistema de la β -galactosidasa en hongos, que a los encontrados en otras especies bacterianas como *E. coli*.

INTRODUCCION

La síntesis de β -galactosidasa ha sido un modelo muy útil para la investigación de los procesos de control bacterianos. Los mecanismos que regulan su producción han sido ampliamente caracterizados en *Escherichia coli*, desde los interesantes trabajos iniciales de JACOB y MONOD que condujeron a la elaboración en 1961, de su teoría de regulación por inducción y represión (operón *lac*). En otros géneros bacterianos existen diferencias en cuanto a especificidad de inducción de β -galactosidasa, efectividad del inductor, tiempo de aparición del enzima inducido en el cultivo y otras. La actividad β -galactosidasa ha sido estudiada dentro del Género *Streptomyces*, únicamente en *S. griseus* (1, 2). En el presente trabajo se amplía el conocimiento de los mecanismos básicos de regulación (inducción y represión), que intervienen en la síntesis de β -galactosidasa en *Streptomyces*. Para ello hemos seleccionado, entre otras estudiadas previamente, la especie *S. violaceus* MR 3196 (Colección Española de Cultivos Tipo), que presentaba una actividad β -galactosidasa notable en los extractos celulares obtenidos en presencia de galactosa o lactosa como inductores.

MATERIAL Y METODOS

Medio y condiciones de crecimiento

Para los experimentos de inducción se utilizó el siguiente medio líquido sintético (medio AS): $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$, 0,68 g; $\text{PO}_4\text{HNa}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 1,8 g; $\text{SO}_4\text{Mg} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,5 g; $\text{Cl}_2\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,2 g; $\text{SO}_4\text{Fe} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; $\text{MoO}_4\text{Na}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; $\text{SO}_4\text{Mn} \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,005 g; L-asparragina, 1 g; fuente de carbono, en la proporción indicada en cada caso; agua destilada, 1 litro. La incubación en medio líquido se realizó a 28°C en un agitador orbital Gallenkamp, a 200 rpm. La medida del crecimiento se realizó por peso seco.

Obtención y preincubación de las esporas

Las esporas se obtuvieron a partir de cultivos en medio GAE sólido, utilizando perlas de vidrio (3). Como inóculo en los experimentos de inducción enzimática se utilizó micelio desarrollado a partir de las esporas preincubadas en el medio AS con glicerol 1 %, hasta el final de la fase exponencial. Los experimentos de inducción se realizaron en matraces de 100 ml con 20 ml de medio, utilizándose el contenido total para la medida de actividad en el extracto celular.

Obtención de los extractos celulares

El contenido del matraz se centrifugó a 12.000 xg y a 4°C, congelándose el sedimento a -20°C, hasta su uso. Para su ruptura, se resuspendió el micelio en tampón fosfato sódico 0,1M, pH 7,2; tratándose posteriormente en un MSE Ultrasonic Disintegrator. El homogenado celular así obtenido se centrifugó a 31.000 xg y a 4°C, utilizándose el sobrenadante para la medida inmediata de la actividad enzimática.

Medida de actividades enzimáticas

La actividad β -galactosidasa se midió a 37°C por el método de LEDERBERG (4), con o-nitrofenil- β -D-galactósido (ONPG) como sustrato, en el tampón descrito anteriormente. La hidrólisis de lactosa se determinó midiendo la glucosa liberada en la reacción enzima-sustrato. Para ello se utilizó un sistema acoplado glucosa oxidasa-peroxidasa (5). La actividad α -galactósidasa se midió sobre p-nitrofenil- α -D-galactósido o melibiosa. Las actividades β -glucosidasa y β -fucosidasa se midieron sobre p-nitrofenil- β -D-glucósido y p-nitrofenil- β -D-fucósido. La hidrólisis de los sustratos sintéticos y melibiosa se midió en la forma indicada arriba para el ONPG y lactosa, respectivamente. Una unidad de actividad enzimática es equivalente a 1 μg de o-nitrofenol liberado por minuto. La actividad específica se expresa como unidades por mg de peso seco celular.

Medida de galactosa en el sobrenadante del cultivo

Se determinó por el método de SOMOGY (6) de valoración de grupos reductores.

RESULTADOS Y DISCUSION

Inducción de actividad β -galactosidasa en *S. violaceus*

Se ensayó en primer lugar la eficacia de diversos análogos de la galactosa y galactósidos para inducir actividad β -galactosidasa en *S. violaceus*. Para ello, se añadieron en concentración 4.10^{-3} M al medio AS con glicerol 1 % como fuente de carbono, siguiéndose la aparición de la actividad en los extractos celulares. Los compuestos más efectivos como inductores fueron D-galactosa y L-arabinosa, con una pendiente de síntesis similar. La D-galactosa es, asimismo, el inductor más eficaz en otras especies microbianas, como *Bacillus megaterium* (7), *Lactobacillus plantarum* (8), *Aspergillus nidulans* (9) o *Neurospora crassa* (10). La L-arabinosa es también inductor de β -galactosidasa en *N. crassa*, que la utiliza para su crecimiento, *A. nidulans* y *B. megaterium*, aunque con menor eficacia que la galactosa en los tres casos. Indujeron actividad con menor pendiente la D-arabinosa y metil- β -D-galactosa, que no se utilizan para el crecimiento (la L-arabinosa y D-galactosa se utilizan fácilmente). No se obtuvo inducción con isopropil- β -D-tiogalactósido (IPTG), metil- β -D-tiogalactósido (TMG), ambos muy eficaces en *E. coli* (11). Estos compuestos tampoco inducen actividad β -galactosidasa en hongos. No fueron efectivos asimismo la melibiosa, lactosa, ácido D- α -galacturónico, fucosa, D-talosa, lactulosa, rafinosa, D-galactosa-6-fosfato y β -D-galactosamina. De los resultados anteriores se deduce que en *S. violaceus*, al igual que en hongos microscópicos, solamente compuestos fácilmente metabolizables son buenos inductores, y en consecuencia no hemos encontrado inductores gratuitos entre todos los compuestos ensayados, tanto naturales como sintéticos.

La lactosa es el inductor natural de β -galactosidasa en *E. coli* y en otras especies de *Streptomyces*, como *S. griseus*, por lo que se investigó con más detalle la síntesis enzimática en *S. violaceus* en presencia de ese disacárido, utilizando inóculos con alta y baja actividad específica. Los resultados en ambos casos fueron negativos. La preincubación de las células en galactosa o lactosa no aumentó la posterior síntesis de β -galactosidasa en lactosa. La adición de glicerol 1 % al medio con lactosa 1 %, para permitir una mayor velocidad de crecimiento, no modificó los resultados negativos anteriores.

Síntesis de β -galactosidasa en presencia de galactosa como inductor

Se estudió la cinética de inducción de la síntesis, siguiéndose la aparición de la actividad β -galactosidasa en el medio AS con galactosa 1 % como fuente de carbono. Según se observa en la Fig. 1, la síntesis enzimática tiene lugar durante

la fase exponencial de crecimiento, comenzando a las 2 ó 3 horas y alcanzando el valor máximo a las 5 ó 6 horas, cuando se ha consumido aproximadamente el 20 % de galactosa.

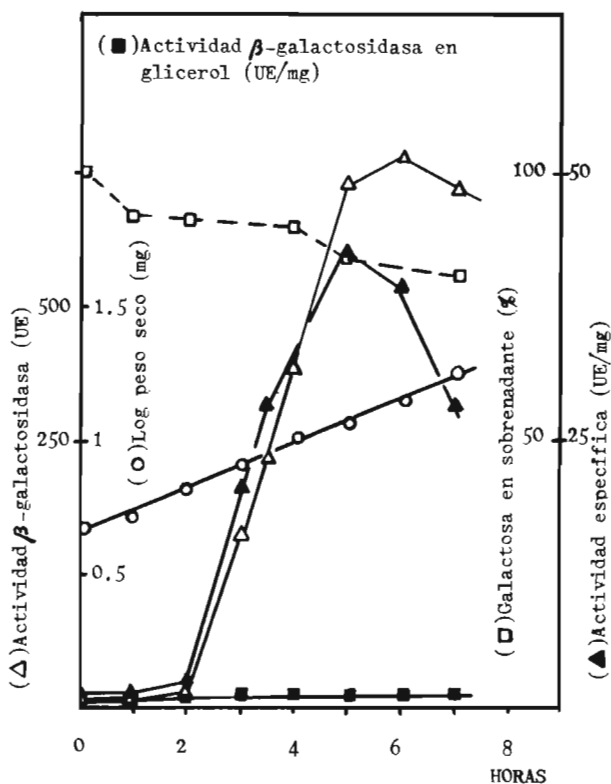


Fig. 1
Síntesis de β-galactosidasa por *S. violaceus* en medio sintético AS, con galactosa 1 %

Estos resultados son semejantes a los obtenidos en *S. griseus*. La máxima producción de β-galactosidasa se alcanza en *S. violaceus* para concentraciones de 2 % y 3 % de galactosa en el medio. Concentraciones superiores producen inhibición de la síntesis. En *S. griseus* el nivel saturante de inducción se obtiene con 0,072 % de lactosa. En este sentido, *S. violaceus* muestra mayor semejanza con organismos eucariotas, como los hongos. La máxima actividad específica representa un incremento de unas 45 veces sobre el nivel enzimático basal observado en glicerol. Este valor es unas siete veces superior al encontrado en *S. griseus*; pero nuevamente es del orden del obtenido en algunos hongos, como *Aspergillus nidulans* (9).

Efecto del IPTG, TMG y otros galactósidos sobre la inducción y actividad enzimáticas

Hemos investigado la posible acción represora del IPTG, TMG y otros galactósidos sobre la síntesis de β -galactosidasa inducida por galactosa, cuando se añaden al medio simultáneamente con el inductor (galactosa 0,5 %). Los resultados indicaron que el TMG es un inhibidor efectivo de la inducción enzimática (84 % de inhibición) en concentración 1 mM. El IPTG mostró, asimismo, un efecto inhibitorio notable (49 %), mientras que éste fue menos acusado en el caso de la D-fucosa. El efecto inhibitorio del IPTG sobre la inducción de β -galactosidasa por galactosa ha sido descrito asimismo en *Staphylococcus aureus* (12). Estudios realizados con el extracto enzimático mostraron, por otra parte, que el TMG no inhibía significativamente la actividad β -galactosidasa en concentración de hasta 20 mM. El IPTG inhibía algo más (14 % respecto al control), pero los valores son muy inferiores a los observados sobre la inducción.

Especificidad del extracto enzimático

Los valores de hidrólisis obtenidos sobre diferentes sustratos, referidos a la actividad encontrada sobre ONPG (100 %), indicaron la inexistencia de actividad α -galactosidasa o β -glucosidasa significativa en el extracto. La actividad β -fucosidasa es algo mayor (3 %). Esta actividad se presenta en la β -galactosidasa de *E. coli* (13). El extracto enzimático manifiesta poca actividad sobre lactosa (0,4 %), siendo esta velocidad de hidrólisis respecto al ONPG unas 10 veces menor que en *E. coli* (14). La función fisiológica de la β -galactosidasa estudiada en *S. violaceus*, se desconoce.

BIBLIOGRAFIA

- (1) DAN, A. y G. SZABO (1973).-Acta biol. Acad. Sci. hung., **24**, 1-10.
- (2) VITALIS, S. y G. SZABO (1978).-En «Nocardia and Streptomyces». Proc. of the Internat. Symp. on Nocardia and Streptomyces, Warsaw, October 4-8, 1976. M. Mordarski, W. Kurylowicz and J. Jeljaszewicz. Ed. p. 327-334. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- (3) HARDISSON, C., M. B. MANZANAL, J. A. SALAS y J. E. SUÁREZ (1978).-J. Gen. Microbiol., **105**, 203-214.
- (4) LEDERBERG, J. (1950).-J. Bacteriol., **60**, 381-392.
- (5) HUGGET, A. ST. G. and D. A. NIXON (1975).-Biochem. J., **66**, 12 p.
- (6) SOMOGYI, M. (1952).-J. Biol. Chem., **195**, 19.
- (7) LANDMAN, O. E. (1957).-Biochim. Biophys. Acta, **127**, 355-365.
- (8) HASAN, N. y I. F. DURR. (1974).-J. Bacteriol., **120**, 66-73.
- (9) FANTES, P. A. y C. F. ROBERTS (1973).-J. Gen. Microbiol., **77**, 471-486.
- (10) BATES, W. K., S. C. HEDMAN y D. O. WOODWARD (1977).-J. Bacteriol., **93**, 1631-1637.
- (11) JACOB, F. y J. MONOD. (1961).-J. Mol. Biol., **3**, 318-356.
- (12) MCCLATCHY, J. K. y E. D. ROSENBLUM (1963).-J. Bacteriol., **86**, 1211-1215.
- (13) WALLENFELS, K. y O. P. MALHOTRA (1960).-«Enzymes», second ed. vol 4, p. 409. P. D. Boyer, H. Lardy and K. Myrback, Ed. Academic Press, Inc. New York.
- (14) WALLENFELS, K. (1962).-En «Methods in Enzymology», vol. V, p. 212. S. P. Colowick y N. O. Kaplan, Ed. Academic Press. New York.

DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE MORFOLOGIA MICROSCOPICA

(Director: Prof. Dr. Enrique BRÁÑEZ CEPERO)

CITOLOGIA E HISTOLOGIA

La dotación de este Departamento correspondiente a Ciencias es de una agregación (de la que es actualmente titular el profesor ALVAREZ-URÍA y RICO-VILLADEMOROS) y una adjuntía (ocupada interinamente).

Actualmente se imparten las asignaturas de **Citología e Histología** (2.º curso), **Historia de las Ciencias Biológicas y Organografía Comparada** (en 5.º curso de la Licenciatura de Biológicas), así como las de Histología y Embriología General (Medicina), Anatomía Patológica, Biología e Histología (Escuela de A.T.S.) y los cursos monográficos de Doctorado de **Historia de las Ciencias Naturales, Fotorreceptores, Técnica Micrográfica y Ultraestructura Celular**.

Por el Departamento interfacultativo de Morfología Microscópica, que dirige desde setiembre de 1971 el doctor BRÁÑEZ CEPERO, catedrático de Histología y Embriología General y Anatomía Patológica, premio Cajal de Investigaciones y ex-vice decano de la Facultad de Medicina, han pasado como numerarios los doctores F. ABADÍA FENOLL, que se incorporó como profesor agregado de Citología e Histología Animal y Vegetal en 1970 y se trasladó a Granada en octubre de 1971; G. HERRANZ, incorporado también en 1970 como catedrático de Histología y Anatomía Patológica y trasladado a Pamplona en junio de 1972; J. MERCHAN, profesor agregado de Histología y Embriología General entre agosto de 1975 y junio de 1976, en que se marchó a Madrid; Felipe LLANES, profesor adjunto de Histología y Anatomía Patológica en 1975 y trasladado a Madrid en 1976 y R. ANADÓN ALVAREZ, que se incorporó como profesor agregado de Citología en octubre de 1976 y se trasladó a Madrid en agosto de 1978.

El doctor Manuel ALVAREZ-URÍA se incorporó como agregado de Citología e Histología Animal y Vegetal en octubre de 1978, procedente del Instituto Cajal y de las Universidades de Alcalá de Henares y Salamanca.

El doctor Carlos CEVALLOS BOHORQUEZ se incorporó como agregado interino de Citología en 1973, ocupando actualmente en forma interina una agregación de la Facultad de Ciencias adscrita al Departamento, y el doctor Delio TOLIVIA FERNÁNDEZ se incorporó al Departamento en 1969 y es agregado interino de Histología y Embriología general desde el año 1976.

A grandes rasgos podría definirse la labor investigadora del Departamento diciendo que genéricamente las líneas de investigación seguidas quedan comprendidas dentro del estudio estructural y ultraestructural del sistema nervioso. Por un lado se han puesto a punto y desarrollado nuevas técnicas de impregnación metálica que están siendo utilizadas en el estudio de las células gliales del sistema nervioso central, así mismo el estudio de la distribución de los plexos nerviosos intramurales de aparato digestivo de diversas especies animales. Por otra parte, se están realizando estudios combinados de microscopía óptica y electrónica de diversos aspectos de la morfología funcional del eje hipotálamo-hipofisario y epitalamo en peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos y dentro de estos últimos, en animales adultos y durante el desarrollo ontogénico.

Como muestra de esta labor investigadora están los trabajos que siguen y los reseñados en el apéndice correspondiente, así como las *Tesis Doctorales* y *Tesinas de Licenciatura* siguientes:

LÓPEZ ANGLADA, J. L.—«Citomorfología del exfoliado vaginal en condiciones normales y patológicas» (octubre, 1972. Sobresaliente cum laudem).

CORTEJOSO MONTERO, R.—«Estudio de las lesiones originadas en el parénquima renal bajo la acción del Bicloruro de Uranio, el Dicromato Potásico y el Nitrato de Uranio, con especial consideración de las modificaciones histoenzimológicas» (octubre de 1972. Sobresaliente cum laudem).

TOLIVIA FERNÁNDEZ, Delio.—«Estudio de la morfología y distribución topográfica de las células astrogiales en el cerebelo y telencéfalo de *Gallus domesticus*» (octubre, 1975. Sobresaliente cum laudem).

GONZÁLEZ CASTAÑÓN, J. R.—«Hepatopatía alcohólica en la rata» (febrero, 1978. Sobresaliente cum laudem).

RODICIO RODICIO, Celina.—«Estudio sobre el hipotálamo de *Triturus marmoratus*» (julio, 1978. Sobresaliente cum laudem).

Tesinas de Licenciatura:

«Estudio de los nervios bulbares de *Salmo irideus* (Arsenio FERNÁNDEZ LÓPEZ, setiembre, 1977).

«Estudio del diencéfalo de *Salmo irideus*». (José Manuel GARCÍA FERNÁNDEZ, setiembre, 1977).

Consignamos, finalmente, el curso de Iniciación al estudio de las Ciencias Biológicas del que fue director el doctor Cevallos Bohózquez y en el que colaboraron los Departamentos de Zoología y Ecología y de Botánica e H. V. (Jaca-Huesca, julio 1975).

NUCLEOS Y CONEXIONES CENTRALES DEL NERVIIO FACIAL DE *Salmo irideus* Gibb.

Por
ARSENIO FERNANDEZ LOPEZ

y
RAMON ANADON ALVAREZ

Departamento Interfacultativo de Morfología Microscópica.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se estudian en este trabajo los núcleos y raíces del nervio facial de *Salmo irideus* Gibb. El núcleo sensitivo forma una columna continua con los del glosofaríngeo y vago. El núcleo motor se subdivide en dos grupos, anterior y posterior con componentes dorsal y ventral cada uno. Se describe la citoarquitectura y conexiones de estos núcleos.

SUMMARY

Central nuclei and connections of nervus facialis of *Salmo irideus* Gibb. are studied in this work. The sensory nucleus forms a continuous column with those of the glosopharyngeus and vagus nerves. The motor nucleus has two portions, rostral and caudal. Both are divided in dorsal and ventral components. The citoarchitecture and connections of this nuclei are described.

INTRODUCCION

La estructura del rombencéfalo de teleósteos ha sido estudiada por numerosos autores. La mayor parte de las especies investigadas pertenecen a familias que presentan hipertrofias en alguno de los componentes sensitivos del rombencéfalo, bien centros gustativos, centros de la línea lateral o bien centros táctiles bulbares. Poca atención han merecido especies de características mas generalizadas. Acerca de los núcleos del nervio facial, si hacemos excepción de B. HALLER (1898), TELLO (1909), KAPPERS (1906) y BLACK (1917), los demás trabajos se han realizado en especies que presentan lóbulos faciales o vagales muy desarrollados (HERRICK, 1901; OLMSTED, 1920; ITO, 1971; LUITEN, 1975; FINGER, 1976; LUITEN y VAN DER PERS, 1977).

B. HALLER (1898) se debate entre el reticularismo y el neuronismo, y muchos de sus resultados son poco fiables, no diferenciando la naturaleza de las

prolongaciones neuronales ni el carácter aferente o eferente de las diversas raíces, aparte de describir muchas falsas raíces. Sus resultados están claramente sobrepasados a la luz de los conocimientos actuales. TELLO (1909) ha investigado individuos muy jóvenes de *Salmo fario*, por lo que tampoco es representativo del animal adulto, siendo con HALLER y VAN GEUCHTEN (1894) los únicos autores de los que tenemos referencia que hayan trabajado sobre el nervio facial en el género *Salmo*. Por ello intentamos estudiar lo más exactamente posible los componentes centrales y sus relaciones en una especie que pertenece a una familia primitiva en el polimorfo grupo de los teleósteos y que no presenta hipertrofias en su rombencéfalo.

MATERIAL Y METODOS

Para la elaboración de este trabajo se procesaron cuatro encéfalos de truchas de un año de edad aproximadamente. La longitud de éstas variaba entre veinte y veinticuatro centímetros de cabeza a cola. También se utilizaron dos alevines de dos centímetros y medio de longitud. Todas las series fueron cortadas transversalmente y las técnicas de tinción empleadas fueron las siguientes: Dos de los encéfalos de adulto fueron teñidos con violeta de cresilo según el método descrito por MARTOJA (1970), previa fijación por perfusión con formol al 10 %. Las secciones fueron hechas con un grosor de quince micras en ambos encéfalos. Uno de los alevines fue fijado en formol al 10 % por inmersión y cortado en secciones de diez micras, siendo después teñido de la misma manera que los anteriores. El otro alevín y uno de los encéfalos adultos se procesaron utilizando el método del nitrato de plata reducido de CAJAL, empleando como fijador alcohol amoniacal (GABE, 1968). El encéfalo adulto restante también fue procesado con el mismo método, pero utilizando la variante del hidrato de cloral (GABE, 1968). Todas estas series se cortaron con un espesor de quince micras.

RESULTADOS

El nervio facial de la trucha ingresa en el bulbo raquídeo como dos componentes independientes, uno sensitivo y otro motor. El componente sensitivo está formado por un único grupo de fibras, que ingresa en el bulbo entre las raíces dorsal y ventral del nervio lateral anterior. Este fascículo se dirige hacia la región del ventrículo inmediatamente dorsal al surco limitante de HISS (Fig. 1) y allí se hace descendente, formando una prominencia hacia el ventrículo con el mencionado surco como límite medial y el surco intermedio lateral como frontera dorsal. Este grupo de fibras descendentes, junto con las raíces sensitivas de los nervios glossofaríngeo y vago que se unen a él, forma el denominado fascículo solitario.

El fascículo solitario se muestra al principio como un tracto compacto de fibras, y a medida que se hace descendente se afloja y sus fibras van perdiendo

afinidad por las tinciones argénticas. Con el método del nitrato de plata reducido de CAJAL, variante al hidrato de cloral, se diferencian dos tipos de fibras, unas finas y bien teñidas y otras poco impregnadas con un contorno difuso y un aspecto granuloso. El fascículo solitario aumenta su diámetro y se va dorsalizando caudalmente debido a la progresiva desaparición de las crestas cerebelosas. Cuando las láminas alares se unen caudalmente cerrando el IV ventrículo, fibras del tracto solitario de ambos lados se cruzan, formando la comisura ínfima de HALLER.

Núcleo sensitivo

No podemos hablar de un núcleo sensitivo del nervio facial bien definido, ya que los núcleos sensitivos de los nervios facial, glossofaríngeo y vago se disponen como una única columna de células que rodea al fascículo solitario en su porción caudal. El extremo rostral de esta columna comienza aproximadamente a la altura de la raíz sensitiva del nervio glossofaríngeo. En los individuos jóvenes las neuronas que lo forman se disponen alrededor del fascículo solitario como un manto muy grueso de neuroblastos que delimitan medial y dorsalmente el fascículo, separado del ventrículo por el epéndimo (Fig. 2). Además de este manto dorsomedial aparecen neuronas en posición ventrolateral, muchas de las cuales pertenecen al núcleo dorsal (de la línea lateral), poco diferenciado en el joven. También aparecen algunas neuronas dentro del fascículo, aunque más escasas. El manto de neuronas que forma el núcleo sensitivo se continúa medialmente en el joven con un grupo de neuroblastos laterales al fascículo longitudinal medial, origen de los núcleos motores del facial, glossofaríngeo y vago, así como de la sustancia reticular, aunque ya están en parte diferenciados en el joven.

En la trucha adulta el manto dorsomedial aparece más reducido que en el joven, constando de una a varias hileras de células limitadas por los surcos de HISS e intermedio-lateral. Al desaparecer caudalmente la cresta cerebelosa y con ella el surco intermedio-lateral, el núcleo sensitivo ocupa la zona dorsomedial del bulbo. Por otra parte las neuronas situadas entre las fibras del tracto solitario son más numerosas que en la trucha joven. Su contorno es fusiforme o triangular y sus prolongaciones no parecen disponerse en una dirección determinada. Las neuronas que rodean al tracto son piramidales o piriformes por lo general, con un núcleo ovoideo que ocupa la mayor parte del soma. La mayoría de estas neuronas presentan una prolongación hacia el fascículo solitario.

Núcleo motor

El componente motor del nervio facial se inicia en el núcleo motor. Este está formado por dos grupos neuronales, anterior y posterior, situados en la región visceromotora limitada por los surcos de HISS e intermedio-medial. El grupo anterior es caudal a la entrada del nervio vestibular y sus neuronas dan

fibras que salen con la raíz motora del facial. El grupo caudal contiene al menos dos tipos de neuronas, unas que envían sus fibras a la raíz motora del facial y otras cuyos axones forman la raíz motora del nervio glossofaríngeo. En el individuo joven este grupo no se puede diferenciar de la larga columna de neuronas que constituyen el núcleo motor del vago, situadas caudalmente en la misma posición. En la trucha adulta es posible reconocer este núcleo como independiente.

El núcleo rostral del facial tiene una longitud de 800 micras aproximadamente y está formado a su vez por dos subgrupos, dorsal y ventral, no completamente separados, ya que se solapan en algunas ocasiones (Fig. 3). La porción dorsal la forman setenta u ochenta neuronas algo mayores que las de la porción ventral. Su morfología es variable, con somas alargados y a veces redondeados o poligonales. Los tamaños son bastante variables, oscilando entre 10 y 40 micras de ancho por 35 a 70 micras de largo. Su núcleo es ovoideo o redondeado, de 10 a 20 micras de diámetro, y situado en posición central. Presentan un nucleolo de 3 a 4 micras de diámetro. El citoplasma es muy basófilo, con grumos de NISSL distribuidos uniformemente.

El grupo ventral del núcleo motor anterior lo forman ciento sesenta o ciento setenta neuronas con morfología muy variable. Sus dimensiones son menores que las de las neuronas de la porción dorsal (10 a 28 micras por 25 a 43 micras). Sus caracteres son similares a los de las neuronas dorsales. El grupo caudal presenta asimismo dos subgrupos, uno dorsal y otro ventral. En este grupo caudal no hemos podido delimitar las porciones correspondientes al facial y al glossofaríngeo.

Entre las dendritas de las motoneuronas sobresalen las de trayecto ventral y ventrolateral, que establecen contacto con el tracto tecto-espinal directo y con el tracto gustativo secundario ascendente como conexiones más llamativas. Los axones de estas neuronas se dirigen dorsomedialmente acumulándose sobre el fascículo longitudinal medial y siguen en esa posición un trayecto ascendente hasta la altura de las neuronas de MAUTHNER. Se separan entonces del citado fascículo y se dirigen hacia la meninge atravesando la raíz descendente del trigémino para salir a nivel anterior del nervio vestibular, ampliamente separados de la raíz sensitiva. La raíz motora se denomina frecuentemente fascículo geniculado debido al arco que describe. Sus fibras se tiñen bien y poseen una vaina mielínica, diferenciándose perfectamente de las del fascículo longitudinal medial por su calibre claramente inferior. Al atravesar la raíz descendente del trigémino un grupo de fibras del fascículo geniculado parece unirse a éste.

DISCUSION

Los centros sensoriales de los nervios VII, IX y X experimentan en muchos teleosteos hipertrofias que modifican profundamente la organización encontrada en otros vertebrados. Tales hipertrofias se dan en silúridos, múllidos, lófiidos y otras familias, alcanzando su mayor grado de diferenciación en los

ciprínidos, muy estudiados por diversos autores. En esta familia los lóbulos vagales alcanzan un alto grado de organización con una estructura de tipo laminar, lo que implica una elevada ordenación espacial de las aferencias sensitivas que alcanzan estos lóbulos, mientras que el lóbulo facial ofrece una estructura menos elaborada. Los centros viscerosensibles de la trucha responden a un tipo mucho más generalizado, con una columna sensitiva del facial, glossofaríngeo y vago de organización similar a la encontrada en pintarroja, rayas o tembladeras (ANADÓN, 1978 en prensa). El límite rostral de la columna sensitiva de la trucha coincide bastante bien con los límites de esta columna en selacios, de modo que podemos considerarlo como un carácter primitivo. Otros caracteres del rombencéfalo de trucha también confirman este patrón generalizado. Esta disposición primitiva no es excepcional en teleósteos, como cabría deducir de los trabajos realizados sobre el particular. Examinando «An Atlas of the Brains of Fishes of Japan» (TUGE, UCHIHASHI y SHIMAMURA, 1968) cabe pensar que por el contrario responde a una condición muy general en los teleósteos, representando las hipertrofias de este sistema sensorial la situación minoritaria.

A pesar de este menor desarrollo de la columna sensitiva se encuentra en la trucha un tracto gustativo secundario ascendente bien caracterizado, aunque de proporciones bastante menores al encontrado en los ciprínidos. Este tracto secundario está sin duda relacionado con los núcleos motores del V, VII, IX y X, lo que se manifiesta por la emigración de las neuronas desde la posición periventricular primitiva acercándose sus somas y dendritas a estos tractos. Si bien en *Ictalurus* (FINGER, 1976) se ha apreciado una subdivisión de este tracto, no es éste el caso de la trucha.

Las relaciones entre los núcleos motores del VII, IX y X son bastante variables según las especies de teleósteos. El núcleo motor caudal del VII se une a los del IX y X en *Tinca* (Ciprinoidea) y platijas (Pleuronectidae) (KAPPERS, 1906). Asimismo puede estar aislado el núcleo del VII y unidos los del IX y X, como en *Silurus* y *Ameiurus*, y por otra parte el núcleo motor del IX unido a algunos elementos del VII puede quedar completamente separado del X como en *Gadus*. En *Lophius* y *Orthogoriscus* los núcleos motores del VII y IX forman un gran complejo independiente de la columna del vago (BLACK, 1917; BURR, 1928; KAPPERS, 1936). TELLO (1909) admite una continuidad de los núcleos motores del VII y IX en la trucha, continuidad que no se manifiesta en nuestros ejemplares adultos y que es debida fundamentalmente al empleo de individuos muy jóvenes.

A pesar de esta variabilidad, en la mayor parte de los teleósteos estudiados la característica más notable es la subdivisión del núcleo motor del facial en dos subnúcleos, uno rostral y otro caudal, estando el caudal unido al grupo del IX y X en la mayoría de los teleósteos (KAPPERS, 1936). Esta división del facial, así como la encontrada a nivel del núcleo motor del trigémino de teleósteos es muy sugestiva. KAPPERS indica que la porción más rostral del núcleo motor del facial puede corresponder a la inervación de la musculatura del esófago y la más caudal

a los músculos relacionados con la respiración como el elevador o abductor del opérculo, señalando que una cosa similar ocurriría en el trigémino, sugiriendo que los núcleos rostrales están relacionados con la alimentación y los caudales con la respiración. LUITEN y VAN DER PERS (1977) en *Cyprinus carpio* consideran en base a sus experiencias que esta división responde más bien a una separación entre los elementos que controlan la expansión y contracción de la cavidad bucal. Lo curioso es que esta separación se da en teleósteos pero no en selacios aunque como se deduce de los estudios de BALLINTJN y HUGHES (1965) los movimientos de la bomba respiratoria de la trucha son esencialmente similares a los de la pintarroja. Como en selacios los núcleos motores del VII, IX y X forman una columna continua (ANADÓN, 1978 en prensa) eso quiere decir que en teleósteos existe una organización más elaborada de ese complejo.

La presencia de una porción ventral del núcleo motor del facial en la trucha y otros teleósteos ha sido atribuida por KAPPERS (1936) a la influencia del tracto gustativo secundario ascendente. En la trucha llegan más dendritas de la porción ventral a este tracto que de la porción dorsal. Son también importantes otras aferencias de estos núcleos desde la sustancia reticular, el hipotálamo y porciones del tálamo, así como núcleos motores del V, VII, IX y X como han demostrado LUITEN y VAN DER PERS (1977) en *Cyprinus* con inyección de peroxidasa. La conexión entre los lóbulos vagales y los núcleos motores del facial parecen realizarse en *Cyprinus* a través del llamado núcleo intermedio del vago, que posiblemente corresponda a alguna parte de la columna sensitiva del facial-vago de la trucha o sustancia reticular asociada ya que no existe en éste. No hemos encontrado por otra parte las dendritas hacia la raíz espinal del V citadas por VAN GEHUCHTEN (1894), que en nuestra opinión pertenecen a neuronas de la sustancia reticular y no al núcleo motor del facial.

La situación caudal del núcleo motor del facial va paralela a la posición caudal de la columna sensitiva respecto de la entrada del facial, condición que también ocurre en los selacios. Esto se relaciona con las estrechas conexiones que ocurren entre estas dos columnas.

El trayecto del fascículo geniculado concuerda bien con las descripciones de TELLO (1909) para la trucha y de KAPPERS y col. (1936) para otros teleósteos. Para KAPPERS (1906) el fascículo geniculado no sería la única raíz del núcleo motor del facial. Encuentra en *Gadus* otras fibras procedentes de este núcleo que se dirigen ventral y lateralmente hasta la raíz descendente del trigémino donde se hacen ascendentes, para sumarse al fascículo geniculado en su salida. TELLO (1909) afirma que un manojo de fibras del facial va a la raíz espinal del trigémino pero se hace descendente para salir con el nervio glosofaríngeo. Nosotros hemos podido observar un grupo de fibras del fascículo geniculado que al atravesar la raíz descendente del trigémino parecen unirse a esta, siguiendo así un trayecto diferente. Estas situaciones mencionadas pueden deberse a un camino erróneo que siguen estas fibras motoras aunque no descartamos que no pertenezcan al

facial motor. Uno de nosotros ha observado en la tembladera (ANADÓN, 1974, 1978) errores de trayecto en la salida del primer nervio eléctrico (componente especializado del facial motor) así como el camino de las fibras del fascículo geniculado (tracto intralobular del trigémino) hacia el trigémino para salir con él, hecho característico de esta especie. Consideramos por todo ello que estos grupos de fibras citados en teleósteos son muy probablemente componentes del facial.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro reconocimiento a los dueños y personal de la piscifactoría de Agüera por las facilidades que se nos dio en todo momento para la obtención del material.

BIBLIOGRAFIA

- ANADÓN, R. (1974).—Núcleos electromotores de la tembladera (*Torpedo marmorata* Risso). Trab. Inst. Cajal Inv. Biol., **66**: 103-131.
- Núcleos y conexiones primarias de los nervios branquiales de *Torpedo marmorata* Risso y otros selacios. Trab. Inst. Cajal Inv. Biol. (en prensa).
- ARIENS KAPPERS, C. (1906).—The structure of the teleostean and selachian brain. J. comp. Neurol., **16**: 1-109.
- ARIENS KAPPERS, C., HUBER, C. y CROSBY, E. (1967).—The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates, including man. Vol. I. Ed. Hafner publishing company. New York.
- BALLINTJN, C. & HUGHES, G. (1965).—The muscular basis of the respiratory pumps in the trout. J. exp. Biol., **43**: 349-362.
- BLACK, D. (1917).—The motor nuclei of the cerebral nerves in phylogeny: A study of the phenomena of neurobiotaxis. Part I: Cyclostomi and pisces. J. comp. Neurol., **27**: 467-564.
- BURR, H. (1928).—The central nervous system of *Orthogoriscus mola*. J. comp. Neurol., **45**: 33-127.
- FINGER, E. (1976).—Gustatory pathways in the bullhead catfish. I. Connections of the anterior ganglion». J. comp. Neurol., **165**: 513-526.
- GABE, M. (1968).—Techniques histologiques. Ed. Masson et Cie. Paris.
- HALLER, B. (1898).—Vom Bau des Wirbelthiergehirns. Morphol. Jahrb., **26**: 345-641.
- HERRICK, C. (1901).—The cranial nerves and cutaneous sense organs of the North American siluroid fishes. J. comp. Neurol., **11**: 177-247.
- ITO, H. (1971).—Fine structures of the teleostean vagal lobe. Zeitschr. f. mikro-anat. Forschung **83** Bd: 65-89.
- LUITEN, P. (1975).—The central projections of the trigeminal, facial and anterior lateral line nerves in the carp (*Cyprinus carpio* L.). J. comp. Neurol., **160**: 399-418.
- LUITEN, P. and VAN DER PERS, J. (1977).—The connections of the trigeminal and facial motor nuclei in the brain of the carp (*Cyprinus carpio* L.) as revealed by anterograde and retrograde transport of horseradish peroxidase. J. comp. Neurol. **174** (4): 575-590.
- MARTOJA, R. y MARTOJA-PIERSON, M. (1970).—Técnicas de histología animal. Ed. Toray-Massón, S. A. Barcelona.
- OLMSTED, J. (1920).—The results of cutting the seventh cranial nerve in *Ameiurus nebulosus* (Lesueur). J. Expor. Zool., vol. 31, p. 369.
- TELLO, F. (1909).—Contribución al conocimiento del encéfalo de los teleósteos. Los núcleos bulbares. Trab. d. lab. de invest. biol. univ. de Madrid, vol.7, 1-29.
- TUGE, H., UCHIHASHI, K. and SHIMAMURA, H. (1968).—An atlas of the brains of fishes of Japan. Tsujiki Shokan Pu. Co. Tokyo. 240 págs.
- VAN GEHUCHTEN, A. (1894).—Le système nerveux des téléostéens. La cellule, T. X.

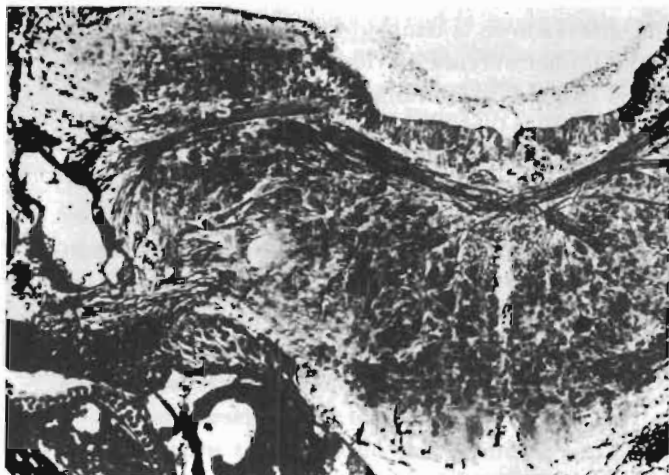


Figura 1
Sección transversal de alevín a nivel de la entrada del nervio vestibular (v). Obsérvese la raíz sensitiva del facial (rs) alcanzando la posición en que va a formar el fascículo solitario. $\times 315$ aumentos. Impregnación argéntica.



Figura 2
Sección transversal de alevín mostrando el fascículo solitario (fs) rodeado de las neuronas que forman su núcleo asociado. Obsérvese el grueso manto dorsolateral que bordea el fascículo. $\times 265$ aumentos. Tinción con violeta de cresilo.

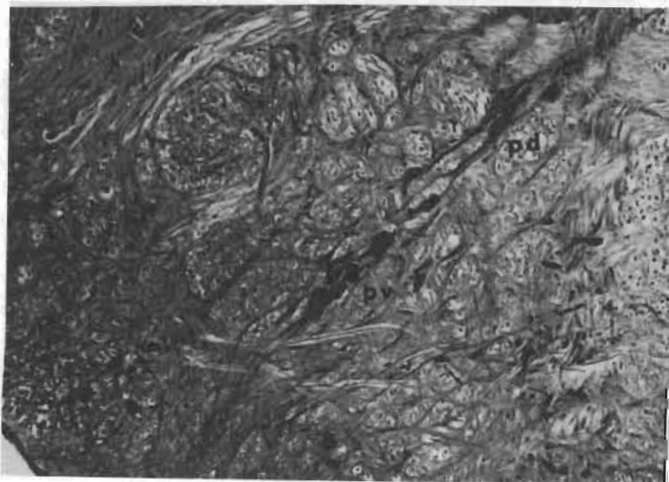


Figura 3
Núcleo motor anterior del facial en trucha adulta mostrando bien diferenciadas la porción dorsal (pd) y ventral (pv). $\times 185$ aumentos. Tinción con violeta de cresilo.

ULTRAESTRUCTURA DEL NUCLEO PREOPTICO Y DEL NUCLEO LATERAL DEL TUBER DE *Salmo irideus* Gibb.

Por
JOSE MANUEL GARCIA

y
RAMON ANADON

Departamento Interfacultativo de Morfología Microscópica.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se ha realizado un estudio de la ultraestructura del núcleo preóptico (N.P.O.) y del núcleo lateral del túbér (N.L.T.) de *Salmo irideus* Gibb. Ambos núcleos están caracterizados por la presencia de dos tipos neuronales: I) grandes células con gránulos de neurosecreción y II) pequeñas células. En las células neurosecretoras de ambos núcleos los orgánulos celulares y los gránulos presentan una disposición similar. El material neurosecretor se presenta solamente en forma de gránulos elementales, siendo algo más pequeños los del N.L.T. que aquellos del N.P.O. Ocasionalmente se presentan uniones densas entre las membranas de las neuronas magnocelulares del N.P.O., discutimos su posible función. Las pequeñas células del N.P.O. forman la pars parvicelular; en el N.L.T. se han encontrado dos tipos de pequeñas células: a) neuronas subependimarias con gránulos electrodensos de 80 nm de diámetro, probablemente catecolaminérgicos, y con procesos al tercer ventrículo, y b) neuronas no subependimarias similares a las parvicelulares del núcleo preóptico. Los capilares no se presentan en contacto directo con las células neurosecretoras y estos capilares no son fenestrados.

SUMMARY

The nucleus praeópticus (N.P.O.) and nucleus lateralis tuberis (N.L.T.) of the trout *Salmo irideus* Gibb. have been studied by electron microscopy. Both nuclei are characterized by two types of neurons: I) large cells with neurosecretory granules, and II) small cells. In the neurosecretory neurons of both nuclei were found a similar arrangement of the cell organells and the mean diameter of the granules of the N.L.T. is smaller than the granules of the N.P.O. The magnocellularis neurons of the N.P.O. form nexus between themselves and the possible funtions of such nexus are discussed. The small cells in the N.P.O. form the pars parvicellularis and in the N.L.T. were found two kinds: a) subependymal neurons containing dendrites connected with the third ventricle and dense core vesicles with a diameter of 80 nm, probably catecholaminergic, and b) no subependimal neurons similares with parvicellularis cells of the N.P.O.

The blood capillaries are not in close contact with neurosecretory cells and this capillaries are not fenestrated.

INTRODUCCION

En la zona anterior hipotalámica de teleósteos se encuentra el núcleo preóptico (N.P.O.) que consta de dos poblaciones neuronales con características morfológicas distintas: las neuronas magnocelulares neurosecretoras, productoras de las hormonas ictiotocina y arginina vasotocina, y las neuronas parvicelulares. Ha sido estudiado este núcleo, en teleósteos y con microscopía electrónica por: PALAY (1960) en *Carassius auratus*; FOLLENIUS y PORTE (1962) en *Perca fluviatilis*; FOLLENIUS (1963) hace un estudio comparativo en la trucha de arco iris y en la perca; LEDERIS en su trabajo de 1964 considera las variaciones estructurales de esta zona hipotalámica en *Salmo irideus* expuesto al agua salada; y LEATHERLAND (1967) trabaja en *Anguilla anguilla*.

En la zona media hipotalámica de teleósteos se encuentra el núcleo lateral del túbulo (N.L.T.) en situación ventromedial, en el que se ha observado, también, dos tipos neuronales distintos: las grandes células neurosecretoras, productoras de factores reguladores hipotalámicos, con características morfológicas parecidas a aquellas de las células neurosecretoras del N.P.O., y neuronas mucho más pequeñas similares a las neuronas parvicelulares del N.P.O. Sobre la ultraestructura del N.L.T. de teleósteos merecen consideración los trabajos de: FOLLENIUS (1963) que compara la ultraestructura de este núcleo en *S. irideus* y *Perca fluviatilis*; ZAMBRANO (1970) en *Gillichthys mirabilis*; y EKENGREN (1973) en *Leuciscus rutilus*.

Las grandes neuronas del N.P.O. y del N.L.T. forman un conspicuo conjunto de células hipotalámicas que poseen la dualidad de ser nerviosas y endocrinas.

Una característica llamativa de las neuronas del núcleo preóptico magnocelular (N.P.O.M.), células secretoras, son las dendritas que atraviesan el epéndimo, formando en el ventrículo un saliente en forma de maza con gránulos de secreción. Se han apuntado hipótesis sobre la posible secreción de hormona al fluido cerebro-espinal o de un posible papel de percepción de estímulos procedentes de dicho fluido. VIGH-TEICHMANN las denominó neuronas licor-contactantes. Los autores que han dedicado atención al tema son: STERBA y WEISS (1967, 68); VIGH-TEICHMANN (1970); VIGH-TEICHMANN, VIGH, KORIT-SANSZKY (1970); VIGH-TEICHMANN, VIGH, AROS (1976); WEISS (1970).

Pretendemos con este trabajo efectuar una revisión actual, y una comparación de la ultraestructura de estos núcleos, atendiendo aspectos que son pasados por alto por otros autores como son las neuronas parvicelulares, las pequeñas neuronas del N.L.T., capilares, así como la estrecha relación entre las neuronas magnocelulares.

MATERIAL Y METODOS

Técnica de microscopía electrónica:

Hemos utilizado ejemplares hembra con ovarios inmaduros, de *Salmo irideus* Gibb., obtenidos en piscifactoría, de un año de edad y una longitud de 20 cm. Los ejemplares se anestesiaron con MS-222-Sandoz, disuelto en agua y fueron fijados por perfusión vascular con una solución de formaldehído al 1,30 % y glutaraldehído al 3 % en tampón fosfato 0,1 M, mediante una cánula introducida en el cono aórtico. A continuación se extrajo el cerebro introduciéndolo en nuevo fijador durante dos horas, después de lo cual se troceó con la ayuda de una lupa en secciones de menos de 1 mm de espesor. Estas secciones se colocan en nuevo fijador y más tarde se lavan en tampón fosfato durante 12 horas. Procedimos a una postfijación con tetróxido de osmio al 2 % en tampón. A continuación se deshidrató en acetonas de gradación creciente, se contrastó con acetato de uranilo al 2 % en acetona de 70 %, y se incluyó en Araldita.

Los bloques de Araldita fueron tallados en un Piramitome LKB con el que obtuvimos cortes semifinos, en los que, con la ayuda de un microscopio de contraste de fases, se localizaron las estructuras investigadas; tallábamos posteriormente el bloque, reduciéndolo al área de estudio. Los cortes ultrafinos, de un grosor aproximado de 70 nm, se obtuvieron en un ultramicrotomo LKB, recogién-dose sobre rejillas de cobre con membrana formvar. A continuación se procedió al contrastado de los cortes con citrato de plomo. La observación de los cortes se realizó en el microscopio electrónico Philips EM-300 de la Facultad de Ciencias.

Técnicas de microscopía óptica:

Para el reconocimiento e identificación de los núcleos investigados, utilizamos los métodos generales de hematoxilina-eosina y violeta de cresilo, así como, los métodos específicos para la neurosecreción del N.P.O.M.: hematoxilina crómica floxina de GOMORI y fuchsina-paraldehído de GABE.

RESULTADOS

Tanto las células neurosecretoras del N.P.O. como las del N.L.T. de *Salmo irideus*, son de un gran tamaño, hasta 35 micras de diámetro, con un voluminoso núcleo que, con microscopía electrónica aparece lobulado con invaginaciones profundas y numerosas (Figs. 1 y 5). La densidad nuclear es relativamente elevada y la cromatina se presenta dispersa. Todo el material nuclear tiene aspecto granuloso y se presentan granos de pericromatina. Poseen estas células neurosecretoras varios nucleolos esféricos o de contorno accidentado, unos con límites precisos y otros, los irregulares, con cromatina asociada. Los nucleolos no son completamente compactos, poseen cavidades o intersticios nucleolares.

El citoplasma de estas células neurosecretoras se presenta con gran cantidad de orgánulos celulares y abundantes gránulos de neurosecreción. Poseen estas células un retículo endoplásmico rugoso (R.E.R.) bien desarrollado que se dispone ordenado preferentemente en la zona periférica y más desordenado e irregular en la zona perinuclear. El R.E.R. ordenado se presenta formando cisternas extensas, aplanadas, paralelas a la membrana plasmática (Fig. 3); este retículo se encuentra poco dilatado y es de grosor no uniforme, las cavidades del retículo se encuentran casi vacías; sólo en ocasiones el R.E.R. se presenta en forma de túbulos. El retículo endoplásmico liso (R.E.L.) aunque se presenta poco desarrollado en ambos tipos de células neurosecretoras, es más frecuente en las células del N.L.T. Se sitúa en la zona interna del citoplasma, cerca del Golgi, en forma de túbulos cortos y sinuosos. Las vacuolas y lisosomas no son numerosos teniendo un diámetro entre 0,5 y 0,7 micras.

El aparato de Golgi se encuentra bien desarrollado compuesto por numerosos dictiosomas dispuestos, en general, en la zona interna y paralelos a la membrana nuclear, si bien en las células neurosecretoras del N.L.T. es frecuente encontrarlos en la zona periférica. Los sáculos de los dictiosomas poseen sus extremos dilatados, el sáculo de la parte convexa se encuentra relativamente dilatado. En cortes tangenciales de dictiosomas se observan las membranas fenestradas, cuyos poros son de 35 nm a 70 nm de diámetro. Rodea al dictiosoma una zona de exclusión en que solamente aparecen pequeñas vesículas recubiertas y gránulos elementales. En el interior de los sáculos golgianos hemos visto gránulos elementales electrodensos.

En la zona interna del citoplasma se sitúan microtúbulos, los cuales aparecen como barras poco densas de 20 a 25 nm de ancho. Las mitocondrias se encuentran dispersas y presentan una imagen típica con crestas alargadas y tubulares. La fracción ribosomal de las células neurosecretoras hipotalámicas, en su mayor parte se encuentra adosada a las membranas del retículo endoplásmico y en menor cantidad dispersa en el hialoplasma.

El material neurosecretor aparece como gránulos elementales dispersos en el citoplasma, en mayor cantidad cerca de las zonas del Golgi y agrupados normalmente por el lado interno de las dictiosomas (Fig. 2). Existen fundamentalmente dos tipos de gránulos: muy densos y pocos densos a los electrones. Los primeros pueden presentar un ribete claro entre la membrana y el centro denso, pero los hay en que no se aprecia este ribete. De este tipo, con ribete, se ha visto una variante que consiste en una densificación externa de la membrana con partículas adosadas (gránulos recubiertos). Los gránulos poco densos no presentan casi nunca una corona clara. Estos gránulos elementales no son todos esféricos presentando, algunos, figuras alargadas u ovaladas.

En las células neurosecretoras del N.P.O. son más abundantes los gránulos poco densos, por el contrario en el N.L.T. casi la totalidad de los gránulos son de núcleo denso (Fig. 6). En el N.P.O.M. los gránulos densos redondos tienen un

diámetro de 100 a 180 nm. El diámetro de los gránulos poco densos varía desde 110 a 230 nm. Los gránulos densos redondos del N.L.T. tienen un diámetro de 100 a 150 nm, los alargados hasta 230 nm.

Las neuronas magnocelulares suelen presentarse en grupos, adosadas unas a otras por amplias zonas sin que las separen otras estructuras que sus propias membranas, o bien, entre ambas situarse una estrecha lámina glial. En el primer caso hemos visto fenómenos de pinocitosis a lo largo de las membranas yuxtapuestas y, ocasionalmente, uniones estrechas de 40 a 70 nm de longitud (Fig. 3).

Los somas de las neuronas del N.L.T. presentan un contorno muy irregular con lobulaciones y hendiduras más o menos profundas, introduciéndose en ellas material de neuropilo. Es frecuente observar en estas hendiduras axones o dendritas con y sin granos de secreción (Fig. 5). Las células neurosecretoras del N.L.T. pueden presentarse adosadas unas a otras, sin glia interpuesta, pero no hemos visto uniones estrechas entre ellas como ocurría en el N.P.O.M.

Las células neurosecretoras del N.P.O.M. mandan dendritas al ventrículo que atravesando la barrera de endimocitos salen a la luz ventricular ensanchándose, formando bolsas licor-contactantes de una a dos micras de diámetro. En el interior de estas bolsas se encuentran abundantes gránulos elementales además de mitocondrias, vacuolas, lisosomas y retículo endoplásmico desordenado.

Los capilares no se ponen en contacto directo con las células neurosecretoras, sino que están separados por una cantidad relativamente amplia de neuropilo del orden de varias micras. Estos vasos poseen una pared endotelial bastante fina, por debajo del endotelio se encuentra un espacio perivascular de 0,08 micras de espesor. Ninguno de estos capilares es fenestrado.

El segundo tipo de neuronas del N.P.O. corresponde a las denominadas neuronas parvicelulares, no son células neurosecretoras y por tanto no tienen características de tales. Se sitúan en la parte ventral del N.P.O. y entre las células neurosecretoras; el tamaño es mucho más pequeño que estas últimas, su contorno es piriforme, prolongándose hacia el lado opuesto al epéndimo. El núcleo es ovalado y situado en la zona más cercana al ventrículo. El nucleolo se presenta excéntrico de contornos irregulares y con cromatina asociada en pequeña cantidad; el citoplasma posee abundantes ribosomas. El retículo endoplásmico rugoso sin ser muy abundante se presenta ordenado en cisternas paralelas en la zona opuesta a la salida axonal o rodeando al núcleo. El R.E.L. es escaso, de forma tubular y sinuoso. Los dictiosomas se sitúan en la zona entre el núcleo y el cono axónico (Fig. 4).

Algunas neuronas parvicelulares presentan gránulos, en pequeño número, de núcleo denso y ribete claro en las áreas golgianas e incluso dentro de algún saco dictiosómico. Los neurotúbulos se sitúan en el cono axónico o en la prolongación axonal. Las mitocondrias se encuentran en número elevado, poseen crestas alargadas.

En el N.L.T. además de las grandes células neurosecretoras se encuentran otras neuronas pequeñas situadas entre las células neurosecretoras y subependimariamente. Al microscopio electrónico tienen aspecto de neurona parvicelular del N.P.O., poseen gránulos densos más pequeños (80 nm) que los de las grandes células del N.L.T. Las pequeñas neuronas que se encuentran entre las células neurosecretoras poseen un núcleo grande y denso con cromatina dispersa, de constitución granujenta. El ergastoplasma está poco desarrollado, las mitocondrias no son muy abundantes.

Las neuronas no neurosecretoras que se sitúan subependimariamente poseen abundantes microtúbulos y Golgi bien desarrollado, el núcleo es relativamente pálido. Estas células mandan prolongaciones al ventrículo en forma de maza con abundante R.E.R. y ribosomas sueltos; estas mazas poseen además, mitocondrias, algún gránulo denso y raíces ciliares con estriación típica.

DISCUSION

La situación de la parte magnocelular del N.P.O. de la trucha coincide con lo señalado por CHARLTON (1932), ocupando una posición dorsal que parece ser característica de todos los teleósteos estudiados hasta ahora. Es llamativa la disposición en grupos de las neuronas, grupos que incluso no están en contacto con vasos sanguíneos, a diferencia de lo que ocurre en el n supraóptico y paraventricular de mamíferos; si tenemos en cuenta el gran tamaño de estas células y la ausencia de glia interpuesta entre estos grupos compactos, esto plantea un problema a la hora de intercambios de nutrientes, materiales de deshecho, de oxígeno y de dióxido de carbono, con los capilares sanguíneos. Esta relación estrecha entre las neuronas ha sido observada por PALAY (1960), quien, sin embargo, no ha visto las uniones densas encontradas por nosotros. Este tipo de uniones solamente han sido encontradas en el N.P.O.M. no apareciendo en el N.L.T. No hemos podido observar con precisión, si se trata de uniones estrechas o uniones de tipo «Gap», cosa que en posteriores trabajos trataremos de precisar. La presencia de estas uniones no notadas anteriormente, junto con el enorme apiñamiento de estas neuronas y la estrecha relación entre sus membranas, podría suponer que estos grupos de 4 ó 5 neuronas funcionan sincrónicamente transmitiéndose una cierta información.

Las características morfológicas de estas neuronas, por otra parte, indican que son células de gran actividad sintética, como es el enorme desarrollo del retículo endoplásmico, los núcleos polimorfos con enormes indentaduras, e incluso la presencia de numerosos nucleolos con intersticios nucleolares. Las características de metabolismo elevado parecen ser típicas de las neuronas neurosecretoras en las que la síntesis de polipéptidos es muy grande.

La presencia de múltiples nucleolos nos hace pensar que estas células posiblemente sean poliploides, ya que hemos observado en ocasiones más de 5

nucleolos, y prácticamente en todo el sistema nervioso sólo se encuentra uno o dos nucleolos en las neuronas.

La enorme lobulación que posee el núcleo de estas neuronas, ha sido la base de la afirmación de la presencia de varios núcleos en estas células, como GABE (1967). Nuestros resultados están de acuerdo, más bien, con la opinión de PALAY, FOLLENIUS, y LEDERIS, en que solamente consideran un núcleo por célula neurosecretora, siendo lo demás una apariencia producida por la microscopía óptica.

Estas características nucleares se traducen en el enorme desarrollo del retículo endoplásmico. Este en nuestras observaciones aparece poco dilatado, en contraposición a las imágenes que dan PALAY (1960) o FOLLENIUS (1962, 63), imágenes que se deben, con toda seguridad, a diferencias en la fijación, hecha por dichos autores por inmersión, mientras que nosotros hemos utilizado perfusión con fijadores de aldehídos, fijación más rápida que creemos refleja mejor el estado de este retículo en la célula viva.

Con microscopía óptica se plantearon diversas hipótesis sobre el origen de la neurosecreción bien en el núcleo, directamente de la sustancia de Nissl o de otras estructuras. Nuestros resultados indican que es en el aparato de Golgi donde se empaqueta y elaboran estos gránulos, lo que está de acuerdo con los datos de FOLLENIUS y VICH-TEICHMANN, así como con una de las hipótesis de PALAY, puesto que este autor habla de dos modos de síntesis de este material. El empaquetamiento del material por el aparato de Golgi posiblemente sea bastante activo ya que el interior de retículo es pálido, no habiendo acumulación de material en su interior. Ni PALAY (1960), ni FOLLENIUS (1962, 63), describen la presencia de vesículas recubiertas, tal vez por el empleo de ácido ósmico como fijador y no aldehídos. El recubrimiento de las vesículas parece que actúa disminuyendo la tensión superficial o facilitando su desprendimiento. Apoya esta explicación el hecho de que las vesículas recubiertas están recién formadas e incluso aparecen en comunicación con túbulos del aparato de Golgi.

PALAY señala un segundo modo de formación de granos de neurosecreción a partir de cuerpos multivesiculares. Nosotros no hemos encontrado ningún indicio de este modo de síntesis de gránulos y creemos que esos cuerpos multivesiculares corresponden realmente a una entidad lisosómica de esas células, sin que podamos hablar de la existencia de granos gruesos de secreción como describe PALAY. Estos granos gruesos, por el contrario sí han sido encontrados con microscopía electrónica por uno de nuestros compañeros, RODICIO (1978), como acúmulos de material presentes en el retículo endoplasmático rugoso en *Triturus marmoratus*, pero el modo descrito por PALAY nos parece erróneo.

El tamaño de estos gránulos elementales del N.P.O., concuerda con los datos por FOLLENIUS (1963) para el N.P.O. de *S. irideus* de tres años de edad y en *Perca fluviatilis*, así como por PALAY (1960) en *Carassius auratus*. Y sus dimen-

siones coinciden bastante bien con las dimensiones de gránulos neurosecretores del resto de la escala de vertebrados.

Las células del N.P.O.M. mandan una prolongación hacia la cavidad ventricular. STERBA y WEISS (1967, 68) consideran probable una liberación de material neurosecretor en el líquido cefalo-raquídeo, ya que se presenta neurosecreción en las mazas intraventriculares, pero no la han detectado libre en el ventrículo con métodos de fluorescencia aunque este material en la maza terminal puede ser el resultado del flujo citoplásmico que lo acumula en estas dendritas. VIGH-TEICHMANN y col. (1976) lanzan la hipótesis de función receptora de estímulos provenientes del líquido cerebrospinal, apoyada por la presencia de cilios atípicos, presencia confirmada por nosotros en trucha. No hay sin embargo una demostración concluyente de ninguna de las dos hipótesis.

Al N.L.T. de *S. irideus* lo consideramos indiviso, no apreciamos las divisiones encontradas por otros autores en otros teleósteos. En este núcleo el tipo celular fundamental es la célula neurosecretora, que presenta características morfológicas similares a la célula neurosecretora del N.P.O., posee varios nucleolos y el mismo aspecto nuclear que las del N.P.O.M. La lobulación nuclear es mucho mayor en las células neurosecretoras del N.L.T. que en el N.P.O.M.

La secreción del N.L.T. no se tiñe normalmente con los colorantes específicos para la neurosecreción del N.P.O. como son la hematoxilina crómica o la fuchsina paraldehído (OZTAN, 1963; BILLENSTEIN, 1963) recordando en este aspecto a la urófisis de los peces (GARCÍA BARRUTIA, 1972). El tamaño de los gránulos medidos por nosotros concuerda bien con las medidas de FOLLENIUS (1963) en el N.L.T. de trucha y perca, así como de PALAY (1960) en *Carassius*, siendo algo menores que los del N.P.O.M. ZAMBRANO (1970) considera el contenido de estos gránulos como catecolaminas. Su tamaño sin embargo no responde al de los gránulos catecolaminérgicos de otras regiones del hipotálamo que son menores que los del N.L.T. BAUMGARTEN y BRAAK (1967) en *Carassius*, WEISS (1970) en *Salmo*, EKENGREN (1973) en *Leuciscus* y L'HERMITE y LEFRANC (1972) en anguila no han encontrado catecolaminas en el N.L.T., lo que parece demostrar que sus grandes neuronas no son catecolaminérgicas, estando de acuerdo con nuestros datos ultraestructurales. Probablemente producen factores reguladores hipotalámicos que descargan directamente en la adenohipófisis a través de una vía tubero-hipofisaria (BILLENSTIEN, 1963; ZAMBRANO, 1970). Sería pues comparable el N.L.T. a otros núcleos de vertebrados productores de factores de liberación, siendo llamativo sin embargo el N.L.T. por el gran tamaño neuronal.

En el N.L.T. VIGH-TEICHMANN y col. (1970) y en carpa, encuentran dendritas intraventriculares de células neurosecretoras, con gránulos de 140 a 150 nm de diámetro. En *S. irideus* únicamente hemos visto dendritas intraventriculares con gránulos de 80 nm de diámetro, que pertenecen a células subependimarias que son similares a las descritas por EKENGREN (1973) como tipo II, que contienen gránulos de catecolaminas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la dirección y personal de la piscifactoría de Agüera (Grado) las facilidades dadas para la obtención del material.

BIBLIOGRAFIA

- BAUMGARTEN, H. G., BRAAK, H. (1967).—Catecholamine im Hypothalamus vom Goldfisch. (*Carassius auratus*). Z. Zellforsch., **80**, 246-263.
- BILLENSTIEN, D. C. (1963).—Neurosecretory material from the nucleus lateralis tuberis in the hypophysis of the brooktrout, *Salvelinus fontinalis*. Z. Zellforsch., **59**, 507-512.
- CHARLTON, H. H. (1932).—Comparative studies on the nucleus preopticus pars magnocellularis and the nucleus lateralis tuberis in fishes. J. Comp. Neurol., **54**, p. 237.
- EKENGREN, B. (1973).—The nucleus preopticus and the nucleus lateralis tuberis in the Roach, *Leuciscus rutilus*. Z. Zellforsch., **140**, 369-388.
- FOLLENIUS, E. (1962).—Etude des neurones du noyau lateral du tuber de la Truite *Salmo irideus*. Gibb. au microscope électronique. C. R. Soc. Biol. Paris, **156**, 938-941.
- (1963).—Etude comparative de la cytologie fine du noyau preoptique et du noyau lateral du tuber chez la Truite *Salmo irideus* Gibb. et la Perche. *Perca fluviatilis*. L. Gen. Comp. Endocr., **3**, 66-85.
- FOLLENIUS, E. et PORTE (1962).—Etude du noyau preoptique de la perche *Perca fluviatilis*. L. au microscope électronique. Endocr. C. R. Acad. Sci. Paris, **254**, 930-932.
- GABE, M. (1967).—Neurosecretion. Gauthier-Villars. Paris.
- GARCIA BARRUTIA, M. S. (1972).—Estructura y ultraestructura del sistema neurosecretor caudal de *Barbus barbus* Gilb. y *Salmo irideus*. L. Inst. Cajal, tomo: LXIV.
- LEATHERLAND y col. (1967).—Types of Secretory Neurons in the Preoptic Nucleus of the European Eel, *Anguilla anguilla* L. Nature, **216**, 586-587.
- LEDERIS, K. (1964).—Fine structure and hormone content of the hypothalamo-neurohypophysial system of rainbow trout *Salmo irideus* exposed to sea water. Gen. Comp. endocr., **4**, 638-661.
- L'HERMITE et LEFRANC (1972).—Recherches sur les voies monoaminérgiques de l'encéphale d'*Anguilla vulgaris*. Arch. Anat. micro. du C.H.U. de Nantes. T. 61, n.º 2, p. 139-152.
- OZTAN, N. (1963).—The Hypothalamic Neurosecretory System of a Poeciliid Fish, *Platypoecilus maculatus* and Its Sterile Hybrid Backcross with *Xiphophorus helleri*. Gen. Endocrinol., **3**, 1-14.
- PALAY, S. L. (1960).—The fine structure of secretory neurons in the preoptic nucleus of the goldfish *Carassius auratus*. Anat. Record., **138**, 417-443.
- RODICIO, M. C. (1978).—Estudio sobre el hipotálamo de *Triturus marmoratus*. Servicio de publicaciones de la Univ. Oviedo.
- STERBA, G., WEISS, J. (1967).—Beiträge zur Hydrencephalokrinie: I. Hypothalamische Hydrencephalokrinie der Bachforelle *Salmo trutta fario*. J. Hirnforsch., **9**, 359-371.
- (1968).—Beiträge zur Hydrencephalokrinie. II. Saisonale und altersbedingte Veränderungen der hypothalamischen Hydrencephalokrinie bei der Bachforelle *Salmo trutta fario*. J. Hirnforsch., **10**, 49-54.
- VICH-TEICHMANN, y col. (1970).—Structure and Function of the Liquorcontacting Neurosecretory System. Aspects of Neuroendocrinology. (N. Bargmann and B. Scharrer, eds) p. 329-337. Berlin, Heidelberg, N. Y. Springer. Verlag.
- (1970).—b. Liquorkontaktneurone im Nucleus lateralis tuberis von Fischen. Z. Zellforsch., **105**, 325-338.
- (1976).—Cerebrospinal fluid-contacting neuronsciliated perikarya and peptidergic synapses in the magnocellular preoptic nucleus of teleostean fishes. Cell Tissue Res, **165** (3), 397-413.
- WEISS, J. (1970).—Saisonale Veränderungen des Ensymmunters und des Neurosekretgehaltes sowie die Innervation des Nucleus praepiticus der Bachforelle, *Salmo trutta fario*, unter besonderer Berücksichtigung der Hypothalamischen Hydrencephalokrinie. Morph. Jb., **115**, 444-486.
- ZAMBRANO, D. (1970).—The Nucleus Lateralis System of the Gobiid Fish *Gillichthys mirabilis*. I) Ultrastructural and Histochemical Characterization of the Nucleus. Z. Zellforsch., **110**, 9-26.

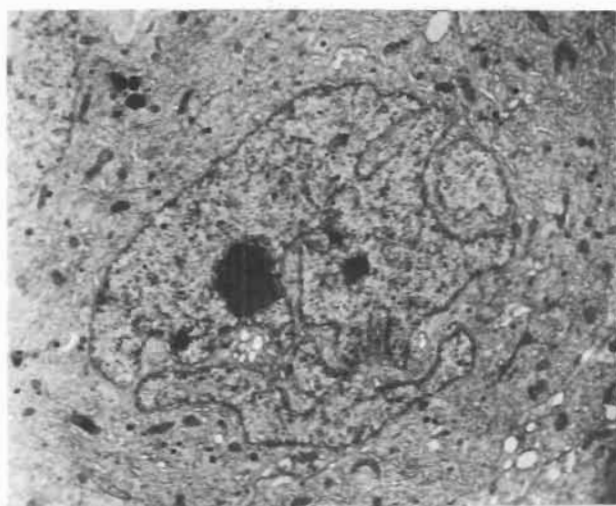


Figura 1
Célula neurosecretora del
N.P.O. presentando el núcleo
con profundas invaginaciones.
×7.800.

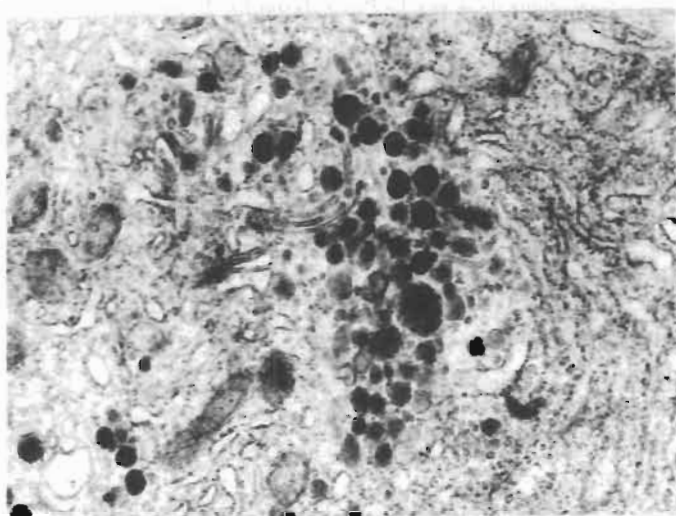


Figura 2
Grupo de gránulos de neurose-
creción del N.P.O. se aprecian
también cuerpos multivesicula-
res. × 29.000.

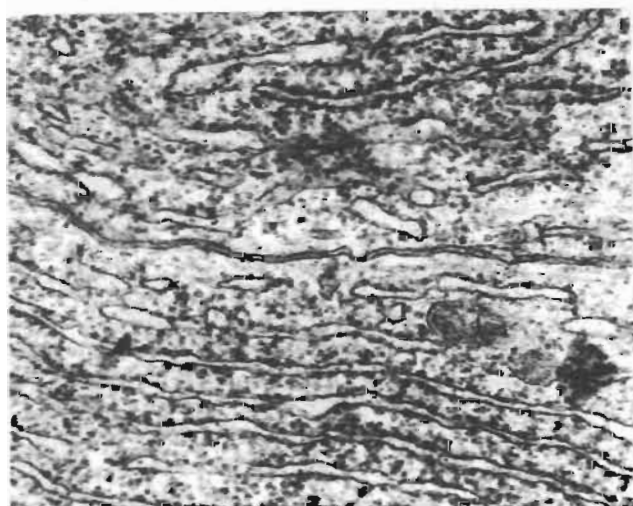


Figura 3
Neuronas magnocelulares del
N.P.O. sin glia interpuesta mos-
trando una unión intercelular. Se
aprecian las cisternas ordenadas
del retículo rugoso. × 63.800.

Figura 4
Salida axónica de una neurona parvicelular del N.P.O. con varios dictiosomas y microtúbulos en el comienzo de la prolongación. $\times 17.500$.

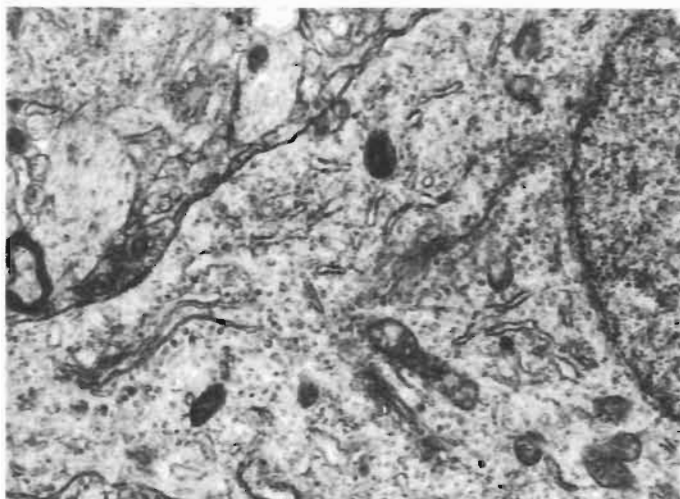


Figura 5
Célula neurosecretora del N.L.T. en cuya proximidad hay axones del N.P.O. cargados con gránulos de neurosecreción. $\times 5.600$.

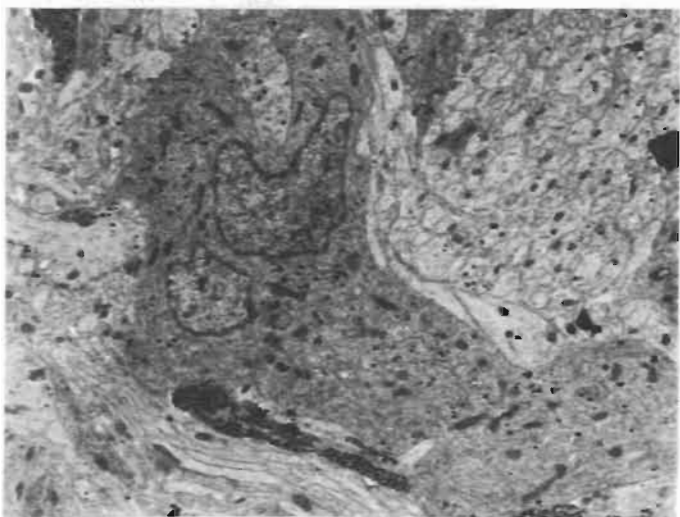
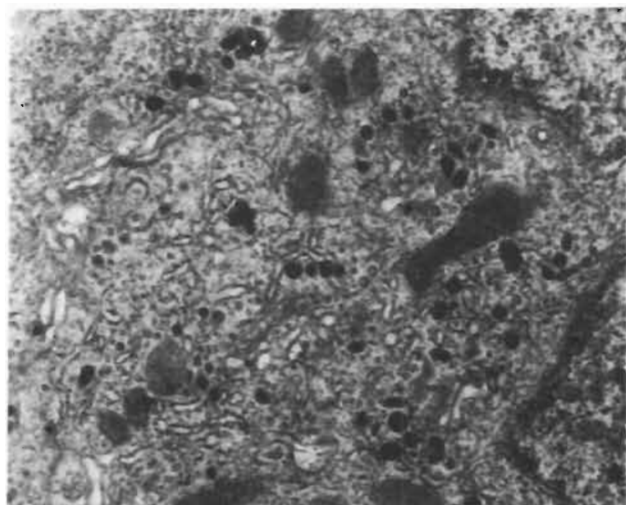


Figura 6
Citoplasma de una célula neurosecretora del N.L.T. en donde se encuentran sacos dictiosómicos, gránulos elementales y lisosomas. $\times 23.200$.



ESTUDIO TOPOGRAFICO DEL HIPOTALAMO DE *Triturus marmoratus* Latr.

Por
M.^a CELINA RODICIO RODICIO
y
RAMON ANADON ALVAREZ

Departamento Interfacultativo de Morfología Microscópica.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Hemos realizado un estudio topográfico del hipotálamo de *Triturus marmoratus*. Diferenciamos tres regiones, preóptica, tuberal y lóbulo hipotalámico o infundibular y dentro de ellas caracterizamos y describimos los siguientes núcleos: Preóptico periventricular, periventricular del túber, infundibular dorsal, marginal e infundibular-ventral. Realizamos una revisión de la terminología usada por varios autores comparando los núcleos de *Triturus* con los de otros vertebrados.

SUMMARY

The hypothalamic nuclear areas has been described in *Triturus marmoratus*. The cell masses of the hypothalamus are divided in preoptic, tuberal and infundibular regions with preoptic, periventricular of tuber, infundibularis dorsalis, marginal and infundibularis ventralis nuclei. The literature has been reviewed on the basis of the terminology used by various authors for comparable nuclear areas of vertebrate hypothalamus.

INTRODUCCION

El hipotálamo de anfibios puede considerarse dividido en hipotálamo anterior o región preóptica, e hipotálamo caudal o regiones tuberal e infundibular. Estas grandes regiones son fácilmente reconocibles en todas las especies investigadas. Sin embargo se observa una cierta variación a la hora de establecer núcleos dentro de ellas, habiendo diferencias entre los géneros pertenecientes a urodelos por una parte, en los que hay una organización primitiva con disposición periventricular de sus células, y anuros por otra, en los que ya aparecen núcleos independizados.

La mayor parte de los trabajos realizados hasta la fecha se refieren a diversas especies de anuros, observándose una falta de estudios de este tipo en

urodelos, sobre todo en el hipotálamo caudal. (HERRICK, 1934, 1948; FRONTERA, 1952; DIEPEN, 1962; DIERICKX y col., 1972; TERLOU y PLOEMACHER, 1973; RAO y HARTWIG, 1974).

Este trabajo es una descripción de los núcleos presentes en el hipotálamo del urodelo *Triturus marmoratus* basándonos fundamentalmente en caracteres topográficos y, en ocasiones, en el distinto carácter funcional y ultraestructural de sus células. Intentamos así mismo establecer las homologías entre los núcleos encontrados en *Triturus* y los descritos en otros anfibios, y en la medida de lo posible, con los núcleos presentes en vertebrados superiores.

MATERIAL Y METODOS

En este trabajo hemos empleado doce ejemplares adultos de *Triturus marmoratus*. Los ejemplares se anestesiaron con cloroformo, procediéndose luego a la extracción del cerebro que se fijó inmediatamente por inmersión y se incluyó en parafina. Secciones seriadas de 10 micras de espesor se tiñeron con hematoxilina eosina y violeta de cresilo. Bloques de dos a tres mm de espesor se tiñeron con formol nitrato de urano de Cajal y se cortaron en secciones seriadas de 10 micras. Secciones seriadas de 15 micras de espesor se colorearon con hematoxilina crómica floxina de Gomori y fuchsina paraldehído de Gabe.

Las medidas nucleares se obtuvieron de dos direcciones perpendiculares del núcleo con un ocular micrométrico Zeiss Kp1 8x y un objetivo 100x de inmersión.

RESULTADOS

Dentro del hipotálamo de *Triturus marmoratus* hemos establecido las siguientes partes:

- Región preóptica: Corresponde a la parte anterior del hipotálamo. Se inicia por delante del receso preóptico extendiéndose hasta el extremo caudal del quiasma óptico que marca su límite posterior.

- Región tuberal: Se inicia a nivel de las comisuras postópticas. Dorsalmente limita con el mesencéfalo mientras que ventralmente termina cuando empieza el surco externo del lóbulo hipotalámico.

- Lóbulo hipotalámico o región infundibular: Comienza rostralmente en la región del tubérculo posterior donde los surcos diencefálicos externos se fusionan separando el mesencéfalo de la porción diencefálica ventral evaginada en forma de saco. Su porción posterior marca la terminación del hipotálamo y caudalmente lleva unida la hipófisis.

A todo lo largo del hipotálamo se encuentra la cavidad del tercer ventrículo que lo divide incompletamente en dos mitades simétricas. A partir de este ventrículo se originan dos importantes recesos, uno en la región preóptica, el

receso preóptico y otro en el lóbulo hipotalámico, el receso hipotalámico. En la pared ventricular aparecen surcos que como en otros urodelos están marcados todavía en tritones adultos. Estos surcos son:

- Surco limitante de His: Recorre el diencéfalo en dirección rostroventral y desaparece en el receso preóptico por delante del quiasma óptico. Su extremo rostral divide a la región preóptica en porciones dorsal y ventral. En la zona media del hipotálamo marca el límite entre el tálamo ventral y la región tuberal y posteriormente se adentra en el mesencéfalo.

- Surco ventral: En su trayecto anterior separa el tálamo ventral de la región preóptica. Después de cruzarse con el surco de His divide la región tuberal y el lóbulo hipotalámico en porciones dorsal y ventral.

Hay además otros dos surcos menos importantes. En la base del receso preóptico aparece el surco ventral del receso preóptico y en la base del receso hipotalámico el surco ventral del receso hipotalámico.

En el hipotálamo de *Triturus marmoratus* las neuronas se disponen en capas periventriculares sin solución de continuidad desde la porción rostral hasta el caudal. No hay emigración de neuronas hasta porciones laterales o mediales salvo en la zona dorsal del lóbulo hipotalámico donde se presenta una capa de células dispuesta en la zona lateral. Dentro del manto periventricular hemos establecido cuatro núcleos: preóptico periventricular, periventricular del túber, infundibular dorsal e infundibular ventral. Además encontramos una capa de células dispuesta lateralmente en el lóbulo hipotalámico a la que hemos denominado núcleo marginal.

Núcleo preóptico periventricular

Está formado por las capas neuronales de la región preóptica. En base al tamaño celular cabe diferenciar dos porciones, parvicelular y magnocelular. La porción magnocelular se caracteriza por el tamaño y la neurosecreción de sus neuronas puesta de manifiesto por técnicas selectivas, hematoxilina crómica floxina y fuchsina paraldehído, técnicas que además permiten establecer su localización exacta.

El núcleo preóptico rostralmente forma un pequeño grupo compacto de neuronas con situación ventromedial entre las que se abre hacia atrás el receso preóptico (Fig. 1). A medida que éste se extiende en dirección dorsal el número de filas laterales aumenta, siendo máximo cuando el receso se une a la porción principal del tercer ventrículo (Fig. 2). La zona anterior del núcleo está constituida por neuronas pequeñas con núcleos ovalados de $11 \times 8,5$ micras. Su citoplasma es escaso y presenta una prolongación principal dirigida hacia el área lateral.

Cuando el receso preóptico se une a la porción principal del tercer ventrículo se inicia la porción magnocelular del núcleo preóptico cuyas primeras neuro-

nas se sitúan inmediatamente inferiores al surco limitante de His. El número de neuronas magnocelulares aumenta rápidamente a medida que esta porción se extiende dorsalmente hasta el surco ventral diencefálico y ventralmente hasta la zona basal sin ocuparla. La porción magnocelular alcanza su mayor amplitud dorsoventral en su zona rostral y en su zona caudal quedan solamente neuronas magnocelulares en la región dorsal. Las neuronas magnocelulares son células grandes cuyo núcleo mide $15 \times 11,5$ micras. La membrana nuclear posee profundos pliegues e invaginaciones y la cromatina está laxamente dispuesta en forma de grumos más abundantes en la periferia. El soma es piriforme, con una prolongación principal en dirección ventrolateral y una prolongación más fina hacia el endipiendo. Los grumos de Nissl son abundantes y se sitúan en el casquete perinuclear y el aparato de Golgi se observa preferentemente en el tallo de emergencia de la prolongación principal.

Hacia el extremo caudal de la región preóptica el núcleo disminuye gradualmente de tamaño y es reemplazado sin discontinuidad por el núcleo periventricular de la región tuberal (Fig. 3).

Resumiendo, la zona anterior del núcleo preóptico está constituida por neuronas parvicelulares. La zona media es fundamentalmente magnocelular aunque aparecen mezclados ambos tipos celulares. En la zona caudal la porción magnocelular ocupa una posición dorsal mientras que la parvicelular queda relegada a la zona ventral.

Núcleo periventricular del túbulo

Se inicia como continuación del núcleo preóptico sin ninguna particularidad aparente que marque la separación entre ambas, manteniéndose la situación periventricular de las neuronas (Fig. 4). En dirección caudal el tercer ventrículo se separa progresivamente del suelo del diencefalo y el número de neuronas que lo rodean es cada vez menor (Fig. 5). A continuación aparece el receso hipotalámico que en secciones transversales avanza progresivamente en dirección ventral, aumentando el número de capas neuronales que lo bordean (Fig. 6).

El núcleo periventricular del túbulo está constituido por dos tipos neuronales:

- Células de núcleo ovalado, con membrana contorneada y cromatina laxa cuya dimensión media es de $12,5 \times 9$ micras. Su citoplasma se caracteriza por la presencia de grumos de Nissl en forma de malla delgada y densa situada alrededor del núcleo.

- Neuronas más pequeñas, de núcleo relativamente denso de $11 \times 8,25$ micras de dimensiones medias, con nucleolo desplazado hacia la periferia y cromatina dispuesta en grumos tanto adosados a la membrana como dispersos en el interior. Los grumos de Nissl no se visualizan en preparaciones tratadas con violeta de cresilo.

La mayor parte de las neuronas de la zona rostródorsal son del primer tipo, mientras que en posición caudodorsal y en la zona ventral son del segundo tipo.

Núcleo infundibular dorsal

Se sitúa en la zona dorsal del lóbulo hipotalámico y está formado por las capas neuronales dispuestas alrededor de los recesos laterales. Se inicia como una capa de neuronas que hacia atrás se engruesa y ocupa casi todo el espesor de la pared, marcando así la aparición de los recesos laterales (Fig. 7). Estos avanzan medialmente hasta unirse a la porción principal del receso hipotalámico. Con posterioridad la parte dorsal a los recesos se retira lateralmente hasta desaparecer (Fig. 8). El núcleo infundibular dorsal se termina caudalmente antes de que finalice el núcleo infundibular ventral (Fig. 9).

Las neuronas que lo constituyen tienen el soma polarizado de tal modo que la prolongación principal mira hacia el área lateral. El núcleo es ovalado, de 10×8 micras con la cromatina dispuesta en acúmulos preferentemente en el interior.

Núcleo marginal

Está constituido por una capa neuronal presente en la zona rostral del lóbulo hipotalámico dorsal a los recesos laterales (Fig. 7). Las neuronas que lo constituyen aparecen en los cortes transversales cercanas a las meninges y avanzan progresivamente hasta la línea media. Son neuronas de apariencia similar a las del núcleo infundibular dorsal.

Núcleo infundibular ventral

Se sitúa en la zona ventral del lóbulo hipotalámico inferior al surco hipotalámico ventral (Figs. 7 y 8). Caudalmente las paredes del lóbulo hipotalámico se adelgazan disminuyendo el número de neuronas que forman el núcleo infundibular ventral (Fig. 9). Sus células se disponen alrededor del receso hipotalámico. Presentan núcleo ovalado de $12,5 \times 9$ micras, con cromatina laxa que forma pequeños acúmulos en el interior. El citoplasma está polarizado con una prolongación principal hacia el área lateral. Algunas neuronas poseen grumos de Nissl que forman una malla alrededor del núcleo. El aparato de Golgi se presenta en la zona de emergencia de la prolongación.

DISCUSION

La división del hipotálamo aceptada normalmente es la dada por LE GROS CLARK (1938) para mamíferos, quien habla de zona anterior o preóptica, zona media o tuberal e infundibular y zona posterior o mamilar. A pesar de que se ha intentado una homologación entre las estructuras de mamíferos y las de vertebra-

dos inferiores es necesario resaltar las diferencias de estas zonas en los anfibios urodelos.

La zona anterior comprende al igual que en mamíferos la región preóptica y la supraquiasmática, pero mientras que la región supraquiasmática de mamíferos posee núcleos diferenciados estos faltan en *Triturus*. La zona media representa la región tuberal y el infundíbulo.

La región tuberal de anfibios está bien desarrollada. Su comienzo viene dado en todas las especies por el sistema de comisuras postópticas, pero no hay acuerdo entre los distintos autores para establecer su terminación, ya que algunos (DIERICKX, 1967; DIERICKX y col., 1972) consideran el término túbere equivalente a hipotálamo caudal, mientras que otros (A. KAPPERS y col., 1936) hacen la distinción seguida por nosotros entre túbere y lóbulo hipotalámico. Su límite caudodorsal está bien marcado debido a la terminación del tercer ventrículo y aparición del mesencéfalo. La separación entre sus zonas ventrales es por el contrario difusa, ya que ambas se continúan sin una distinción morfológica que indique el paso de una a otra.

El infundíbulo de batracios abarca más estructuras que el de mamíferos, en los que la porción celular está bastante reducida. Esta estructura sería intermedia en desarrollo entre los lóbulos hipotalámicos de peces y el infundíbulo de mamíferos, por lo que siguiendo a KAPPERS y col. (1936) preferimos denominarlo lóbulo hipotalámico.

La parte posterior o mamilar de mamíferos falta en urodelos lo que puede explicarse probablemente por la falta de un fornix diferenciado que alcance el hipotálamo (HERRICK, 1948). Según SARNAT y NETSKY (1976) los cuerpos mamilares pueden identificarse en reptiles, aves y mamíferos y probablemente son primordiales en anfibios anuros y teleósteos. Considerando la falta de cuerpos mamilares en el hipotálamo de urodelos su porción posterior corresponde al lóbulo hipotalámico, pudiendo dividirse entonces en zona anterior o preóptica, zona media o tuberal y zona posterior o lóbulo hipotalámico.

HERRICK (1933) observa en el hipotálamo de los urodelos *Necturus* y *Ambystoma* una tendencia a dividirse en porciones dorsal y ventral. Esta opinión de HERRICK está de acuerdo con lo encontrado por nosotros en *Triturus*, ya que en la región preóptica el surco limitante de His establece la división entre la zona dorsal y la ventral, división dada en la región tuberal y en el lóbulo hipotalámico por el surco ventral.

Núcleo preóptico periventricular

La anatomía microscópica del núcleo preóptico de los anfibios se conoce en sus grandes líneas gracias a las investigaciones de HERRICK (1910, 1927), ROTHIG (1911) y CHARLTON (1929). HERRICK (1933) propone distinguir en el núcleo preóptico de *Necturus maculosus* cinco partes diferentes: anterior, magnocelular,

periventricular, posterior y epiquiasmática. Esta división nos parece artificiosa para *Triturus marmoratus* debido a que el manto periventricular tiene un carácter primitivo y no encontramos límites o zonas de separación dentro de él. Basándonos en el mayor tamaño celular y en su carácter neurosecretor hemos diferenciado dentro del núcleo preóptico una porción magnocelular coincidiendo con CHARLTON (1929), HERRICK (1933) y CLARAIMBAULT y ANTEINO (1970), a la que sin embargo no denominamos núcleo ya que las neuronas de esta porción están entremezcladas con neuronas no secretoras idénticas a las del resto del núcleo preóptico. Diferimos del criterio de GONZÁLEZ ELORRIAGA (1975) quien en su estudio sobre el hipotálamo de *Rana ridibunda* considera que el carácter neurosecretor es suficiente para conferir a la parte magnocelular la categoría de núcleo independiente.

Núcleo periventricular del túbér

Las capas neuronales del túbér se sitúan periventricularmente sin ningún área de fibras que marque grupos dentro de ella, por lo que en *Triturus* solamente hay un núcleo periventricular del túbér. Este parece ser el patrón general de la organización del túbér en urodelos. En anuros sin embargo, algunos investigadores señalan además de núcleos periventriculares dorsal y ventral, el núcleo ventromedial del túbér, lateral al órgano vasculoso y el núcleo difuso del túbér en la porción dorsal (TERLOU y PLOEMACHER, 1973; BRAAK y VON HEHN, 1969).

Núcleo infundibular dorsal

El núcleo infundibular dorsal fue inicialmente llamado núcleo infundibular por VAN OORDT y col. (1972) en *Xenopus*. Como este nombre se usa para designar grupos de neuronas en el hipotálamo de peces, reptiles y mamíferos cuya homología con el núcleo infundibular dorsal de anfibios no está clara, para diferenciarlos y debido a su localización se prefirió la denominación de núcleo infundibular dorsal (TERLOU y PLOEMACHER, 1973). En urodelos VIGH TEICHMANN y col. (1969) lo describen como un territorio similar al órgano paraventricular y sugieren que puede ser análogo al sistema del receso posterior de peces.

El núcleo infundibular dorsal de *Triturus marmoratus* corresponde al núcleo infundibular dorsal de *Xenopus laevis* (PEUTE, 1973; TERLOU y PLOEMACHER, 1973), *Bufo poweri* (CHACKO y col., 1974) y *Rana temporaria* (RAO y HARTWIG, 1974) aunque no tiene la misma localización en anuros que en urodelos. Ambos están en relación con los recesos laterales por las prolongaciones ventriculares de las neuronas que lo forman, pero en anuros éstas sólo se sitúan dorsalmente a los recesos laterales (TERLOU y PLOEMACHER, 1973, en larvas de *Xenopus laevis*; CHACKO y col., 1974, en *Bufo poweri*) mientras que en tritón los bordean tanto dorsal como ventralmente (RODICIO, 1978).

Para VAN OORT y col. (1972), TERLOU y PLOEMACHER (1973) y PEUTE (1973) el

núcleo infundibular dorsal de anfibios es homólogo del núcleo arqueado de mamíferos. Esta homología puede admitirse debido a que el núcleo arqueado tiene neuronas con carácter peptidérgico y neuronas aminérgicas, pero la homología no es completa ya que lo mismo en tritón (RODICIO, 1978), como en el resto de las especies investigadas (larvas de *Xenopus laevis*, PEUTE, 1973; TERLOU y PLOEMACHER, 1973); *Bufo poweri*, CHACKO y col., 1974; *Rana temporaria*, RAO y HARTWIG, 1974) el núcleo infundibular dorsal solamente posee neuronas aminérgicas.

Núcleo marginal

No conocemos ninguna cita sobre esta fila de neuronas situada en la porción dorsal del lóbulo hipotalámico de anfibios. Estas células representan el primer indicio de emigración neuronal hasta porciones mediales y laterales en el hipotálamo de *Triturus*.

Núcleo infundibular ventral

El núcleo infundibular ventral es conocido con distintos nombres según los investigadores. Así para FRONTERA (1952) sería el núcleo arqueado periventricular, para DIERICKX y col. (1972) el núcleo periventricular del túber cinereum ventral y para PEUTE y MEIJ (1973) el núcleo infundibular ventral. En anuros las neuronas que lo forman no constituyen un único grupo celular como sucede en *Triturus* y así FRONTERA (1952) señala que el núcleo arqueado periventricular está formado por dos grupos, el primero es medial y consta de una única fila de células a veces discontinua que rodea al ependimo del receso hipotalámico y el segundo es una ancha banda de células paralelas y lateral al grupo medial.

Además del núcleo infundibular ventral, que es la única masa de células presente en la zona ventral del lóbulo hipotalámico de urodolos, en anuros aparece una delgada banda de neuronas que corre casi paralela al núcleo arqueado periventricular (FRONTERA, 1952). Constituyen la sustancia gris hipotalámica medial. Para FRONTERA su situación indica una emigración lateral de células y sugiere que posiblemente sean el precursor del área hipotalámica medial. En *Triturus* no hay células dispersas en el área lateral ventral, pero sí dorsalmente. Debido a que en el hipotálamo de tritón son las únicas células desplazadas lateralmente nos parece que podrían ser el origen de posibles núcleos mediales o laterales, mientras que este origen no puede determinarse en la zona ventral debido a la falta de emigración neuronal.

Para DIEPEN (1962) la parte ventral del túber cinereum de anfibios es homóloga a los núcleos infundibular (arqueado) y ventromedial de mamíferos. Ya que la parte ventral del túber cinereum de DIEPEN corresponde en parte a nuestro lóbulo hipotalámico y que en él encontramos las neuronas peptidérgicas que forman el tracto a la eminencia media (RODICIO, 1978), datos que concuerdan con

los de DIERICKX y col. (1972) en *Rana temporaria* y los de PEUTE y MEIJ (1973) en *Rana esculenta*, la homología de éste y los núcleos de mamíferos parece probada. Sin embargo es necesario observar que no todo el hipotálamo caudal tiene neuronas peptidérgicas, sino que éstas están situadas en la parte caudal del lóbulo hipotalámico, por lo que la homología debe establecerse solamente con esta porción.

BIBLIOGRAFIA

- BRAAK, H., G. VON HEHN (1969).—Zur Feinstruktur des Organon vasculosum Hypthalami des Frosches (*Rana temporaria*). Z. Zellforsch., **97**: 125-136.
- CLAIRAMBAULT, P., F. ANTEINO (1970).—Anatomic comparée du diencephale des anoures. I. Cytoarchitecture. Z. Hirnforsch., **12**: 143-160.
- CLARK, W. E. LE GROS (1938).—The hypothalamus. Oliver and Boyd, London.
- CHACHKO, T., TERLOU, M., PEUTE, J. (1974).—Fluorescence and electron microscopical study of aminergic nuclei in the brain of *Bufo poweri*. Cell Tiss. Res., **149**: 481-496.
- CHARLTON, H. H. (1929).—The pars magnocellularis of the nucleus preopticus in Amphibia, particularly in Urodela. Proc. Akad. Weten. Amsterdam, **32**: 476-496.
- DIEPEN, R. D. (1962).—Der Hypothalamus. In «Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen», V. Möllendorf y Bargmann Eds., Bd. IV, T. 7, Springer Verlag, Berlin.
- DIERICKX, K. (1967).—The gonadotropic centre of the tuber cinereum hypothalami and ovulation. Z. Zellforsch., **77**: 188-203.
- DIERICKX, K., DRUYTS, A., VANDERBERGHE, M. P., GOOSENS, N. (1972).—Identification of adenyohypophysiotropic neurohormone producing neurosecretory cells in *Rana temporaria*. I: Ultrastructural evidence for presence of neurosecretory cells in the tuber cinereum. Z. Zellforsch., **134**: 459-504.
- FRONTERA, J. G. (1952).—A study of anuran diencephalon. J. Comp. Neurol., **96**: 1-69.
- GONZÁLEZ ELORRIACÁ, M. A. (1975).—Algunos aspectos morfológicos y funcionales del diencéfalo de *Rana ridibunda*. Tesis. Universidad Complutense. Madrid.
- HERRICK, C. J. (1910).—The morphology of the forebrain in amphibia and reptilia. J. Comp. Neurol., **20**: 413.
- (1927).—The amphibian forebrain. IV. The cerebral hemispheres of *Amblystoma*. J. Comp. Neurol., **43**: 231-235.
- (1933).—The amphibian forebrain. J. Comp. Neurol., **58**: 1-288.
- (1934).—The hypothalamus of *Necturus*. J. Comp. Neurol., **59**: 375-429.
- (1948).—The brain of the Tiger salamander. University of Chicago Press.
- KAPPERS, C. U. A., HUBER, G., CROSBY, E. C. (1936).—The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates. Mc Millan, New York.
- OORDT, P. C., GOOS, H. J. T., PEUTE, J., TERLOU, M. (1972).—Hypothalamo-hypophysial relations in amphibian larvae. Gen. Comp. Endocrinol. Suppl., **3**: 41-50.
- PEUTE, J. (1973).—Ultrastructural aspects of the nucleus infundibularis dorsalis in the caudal hypothalamus of *Xenopus laevis*. Z. Zellforsch., **137**: 513-520.
- PEUTE, J., MEIJ, J. C. A. (1973).—Ultrastructural and functional aspects of the nucleus infundibularis ventralis in the green frog, *Rana esculenta*. Z. Zellforsch., **144**: 191-217.
- RAO, P. D. P., HARTWIG, H. G. (1974).—Monoaminergic tracts of the Diencephalon and innervation of the pars intermedia in *Rana temporaria*. Cell and Tiss. Res., **151**: 1-26.
- RODICIO, M. C. (1978).—Estudio sobre el hipotálamo de *Triturus marmoratus*. Servicio de publicaciones de la Universidad. Oviedo.
- ROTHIC, P. (1911).—Zur Phylogenese des Hypothalamus. Folia Neurobiol., **5**: 913-927.
- SARNAT, H. B., NETSKY, M. G. (1976).—Evolución del sistema nervioso. Ed. Blume, Madrid.
- TERLOU, M., PLOEMACHER (1973).—The distribution of monoamines in the tel-, di- and mesencephalon of *Xenopus laevis* tadpoles, with special references to the hypothalamo-hypophysial system. Z. Zellforsch., **137**: 521-540.
- VICH-TEICHMANN, I., VICH, B., AROS, B. (1969).—Phylogeny and ontogeny of the paraventricular organ. In «Zirkumventrikuläre Organe und Liquor», Sterba Ed. G. Fischer, Jena.

- Fig. 1.-Corte transversal de la porción anterior de la región preóptica a nivel de la aparición del receso preóptico (rpo) y del núcleo preóptico (NOP). Método violeta de cresilo.
- Fig. 2.-Corte transversal de la región preóptica mostrando el tercer ventrículo (III V) en toda su extensión. A este nivel el núcleo preóptico consta de partes parvicelular y magnocelular. Método violeta de cresilo.
- Fig. 3.-Corte transversal de la porción caudal de la región preóptica. Método violeta de cresilo.
- Fig. 4.-Corte transversal de la zona rostral del túber a nivel de las comisuras postópticas (cop) mostrando el núcleo periventricular del túber (NPVT). Método violeta de cresilo.
- Fig. 5.-Corte transversal de la zona media del túber en el que se observa un desplazamiento dorsal de la base del tercer ventrículo (III V). Método violeta de cresilo.
- Fig. 6.-Corte transversal de la zona caudal del túber mostrando el receso hipotalámico (rh) unido a la porción principal del tercer ventrículo (III V). Método violeta de cresilo.
- Fig. 7.-Corte transversal de la zona anterior del lóbulo hipotalámico a nivel de la aparición de los divertículos laterales del receso hipotalámico (dlrh) mostrando el núcleo infundibular dorsal (NID), el núcleo marginal (NM) y el núcleo infundibular ventral (NIV). Método violeta de cresilo.
- Fig. 8.-Corte transversal de la zona media del lóbulo hipotalámico. A este nivel el núcleo infundibular dorsal (NID) sólo presenta su porción ventral. Método violeta de cresilo.
- Fig. 9.-Corte transversal de la zona caudal del lóbulo hipotalámico. Método violeta de cresilo.

AH: adenohipófisis

dlrpo: divertículos laterales del receso preóptico

no: nervio óptico

RTH: región tuberal de la hipófisis

slH: surco limitante de His

sm: surco diencefálico medio

sv: surco diencefálico ventral

VL: ventrículos laterales



Fig. 1



Fig. 2

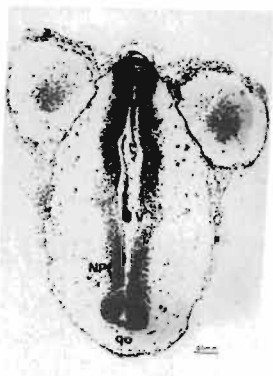


Fig. 3



Fig. 4

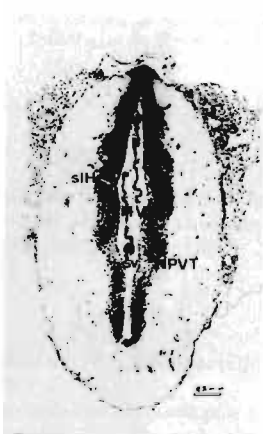


Fig. 5

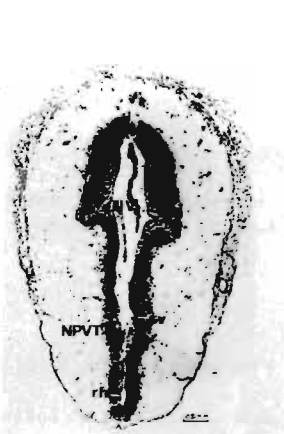


Fig. 6

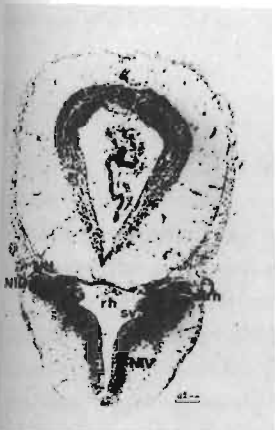


Fig. 7



Fig. 8

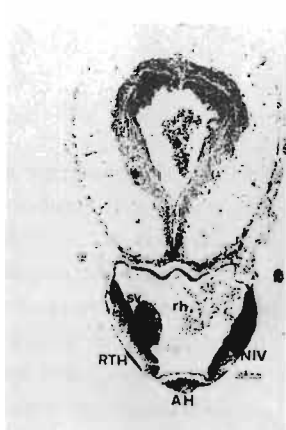


Fig. 9

ULTRAESTRUCTURA DE LOS VASOS SANGUINEOS DEL ORGANNO DE EIMER

Por

DELIO TOLIVIA FERNANDEZ

Departamento Interfacultativo de Morfología Microscópica.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

En el presente trabajo se ha realizado un estudio centrado preferentemente en la ultraestructura de los capilares sanguíneos a nivel del órgano de Eimer de *Talpa europaea* utilizando técnicas particulares para microscopía óptica y las habituales para M.E.

SUMMARY

This paper reports the results obtained after the observation of the blood vessels in the Eimer's organ of *Talpa europaea* under the E. M.

Each papilla of this organ is surrounded at the basal pole by thin walled irregular vessels, wich present pores and can be considered as sinusoids. The endothelial cells have a very irregular outline and present intense vesiculation.

From these morphological observations we can admit that in the Eimer's organ a rapid exchange of substances can exist.

INTRODUCCION

El órgano de Eimer es sin duda uno de los más curiosos dispositivos sensoriales conocidos y su peculiar organización permite deducir que posee una función particular, la cual, dado el gran número y variado tipo de formaciones nerviosas que aparecen en él, posiblemente, no quede reducida al campo táctil.

La riqueza del morro del topo en formaciones nerviosas se conoce desde hace tiempo y ya en 1871 Eimer reveló en el epitelio, con ayuda de impregnaciones áuricas, numerosas fibrillas nerviosas en las que, contrariamente a las desordenadas trayectorias de las correspondientes a otros epitelios de mamíferos, se reconocía una perfecta ordenación.

El órgano de Eimer aparece formado por la reunión de una serie de unidades repetitivas o «papilas» que, según Eimer, son unas 5.000 y se distribuyen en un área de 25 ó 30 mm². Según las estimaciones de BIELSCHOWSK en el citado órgano existen más de 150.000 fibrillas nerviosas, así como más de 5.000 corpúsculos multilaminares y un enorme número de células de Merkel.

Hemos podido observar que la organización peculiar del órgano de Eimer no queda reducida a sus componentes sensoriales y en el presente trabajo nos proponemos realizar una somera descripción de los vasos sanguíneos de la dermis superficial, en inmediata vecindad con la base de las papilas epiteliales.

MATERIAL Y METODOS

Los procedimientos técnicos se han llevado a cabo sobre material obtenido de topos vivos, realizándose la fijación según las normas habituales en este tipo de trabajos. Las piezas destinadas a microscopía óptica fueron cortadas por congelación y sobre las secciones se efectuó un procedimiento original de impregnación argéntica destinado a la demostración de los componentes nerviosos.

Para el estudio ultraestructural se fijaron las piezas en glutaraldehído-pa-raformaldehído tamponado, se deshidrataron en acetona y tras la inclusión en Durcupán y resina Gurr se realizaron las secciones en un ultramicrotomo LKB. Los cortes ultrafinos fueron contrastados sobre las rejillas mediante una doble coloración electrónica con acetato de uranilo y citrato de plomo, realizándose posteriormente la observación en un M.E. Philips EM 300.

RESULTADOS

A) *Organización general del Órgano de Eimer*

En secciones perpendiculares a la superficie epitelial se aprecia la existencia de una serie de formaciones cupuliformes que corresponden a la zona superficial de las papilas epiteliales, las cuales se extienden en profundidad como formaciones columnares que en su zona basal están separadas unas de otras por evaginaciones dérmicas interpapilares en correspondencia con las depresiones superficiales (Fig. 1).

A nivel de la dermis se observa la presencia de un plexo más o menos tupido formado por haces de fibras mielínicas (Fig. 2) que se dirigen a la base de las papilas, dando origen a este nivel a una serie de complejas formaciones glomerulares (Fig. 3) en las que podemos distinguir al menos dos tipos de fibras nerviosas: I) Las que finalizan a modo de mazas terminales integradas en corpúsculos sensitivos que presentan la estructura y ultraestructura propias de los del tipo de Vater-Paccini de organización simple (Fig. 4) y que parecen no faltar debajo de cada papila. Estas mazas terminales siguen un trayecto prácticamente paralelo a la superficie pero con un cierto grado de arrollamiento en espiral. II) Las

que penetran en las papilas tras perder su vaina de mielina, dotando así a cada papila de un haz de fibras amielínicas que siguen un trayecto perpendicular a la superficie epitelial hasta alcanzar el límite impuesto por la capa córnea (Figs. 1 y 5).

Cuando una papila ha sido seccionada diametralmente en toda su longitud se puede comprobar que el haz nervioso intrapapilar parece integrado por tres grupos de fibras, uno que sigue el eje de la papila y dos situados a ambos lados del central (Fig. 5). En secciones tangenciales se observa fácilmente cómo en realidad existen sólo dos conjuntos de fibras, uno central, compuesto en general por 1, 2, ó 3 fibras que tienen un diámetro de 2,5-3 μ y otro periférico, integrado por 20-30 fibras de menor diámetro (1-1,5 μ) y que se disponen ordenadamente alrededor de la fibra o fibras centrales en una formación cilíndrica con un diámetro de 15-25 μ que ocupa el eje de la papila epitelial, la cual a su vez presenta un diámetro de unas 90 μ (Fig. 6).

Por otra parte, no faltan algunas fibras que, a diferentes alturas, se separan del haz principal haciéndose divergentes. Además, en la zona superior de la papila las fibras presentan excrescencias laterales y ramificaciones incipientes que terminan, como las fibras principales, en pequeños engrosamientos. Por todo ello y sobre todo a ciertos niveles es fácil observar en las secciones tangenciales un conjunto de fibras y engrosamientos que aparecen dispersos por fuera del cilindro central sin manifestar una ordenación determinada (Fig. 7).

Según lo dicho se comprende que la papila epitelial presenta en su eje un «cilindro central» limitado por el haz de fibras nerviosas de situación periférica. Este cilindro central está compuesto por células epiteliales perfectamente ordenadas en columnas verticales y que presentan ciertas diferencias con respecto al resto del epitelio, por ejemplo en cuanto a su colorabilidad, situación que llevó a Eimer a considerar que el cilindro central era una masa sin estructura.

El cilindro central presenta su mínimo diámetro en el tercio medio de la papila, en donde es de unas 12-15 μ , mientras que en su zona basal alcanza las 35-40 μ . La base del cilindro está ocupada por células voluminosas, distintas de los queratinocitos vecinos en morfología y función y que son las denominadas «células de Merkel» (Fig. 5).

Las células de Merkel forman a modo de una placa celular limitante con la dermis y en cortes tangenciales a este nivel pueden contarse generalmente de 4 a 6 por cada papila (Fig. 8).

Las fibras nerviosas que se dirigen hacia la papila se hacen divergentes en su mayor parte para rodear exteriormente a la placa de células de Merkel, volviendo a reunirse por encima de ésta.

B) *Estudio de los vasos de la dermis superficial*

Ya a nivel de microscopía óptica, observando secciones tangenciales, llama la atención el hecho de que a niveles bajos, en los que se observan las

formaciones glomerulares de la base de las papilas, tales glomérulos aparecen rodeados de una estrecha franja de tejido conjuntivo, estando ocupado el resto del espacio interglomerular por una red de cavidades llenas de células sanguíneas (Fig. 3). De esta forma la zona glomerular debajo de cada papila aparece circundada por dichas cavidades sanguíneas, que forman como un foso peripapilar.

Utilizando el microscopio electrónico a bajos aumentos se puede comprobar la situación citada, apareciendo las zonas basales y yuxtapasales de las papilas prácticamente rodeadas por una serie de cavidades tapizadas por células endoteliales (Fig. 9), si bien a diversos niveles existen bandas conjuntivas que, a modo de puentes, relacionan el tejido conjuntivo subpapilar de las diversas papilas.

Los citados vasos llaman la atención no sólo por su extensión y situación sino también por la gran irregularidad que muestran en cuanto a las dimensiones de su luz (Fig. 9), ya que sus límites se presentan ondulados, a veces replegados, provistos de evaginaciones, etc. (Fig. 10) y, mientras que en muchos puntos la distancia entre una y otra pared de la cavidad es de 15μ o más, en otros se reduce a $0,2 \mu$ o menos, e incluso, en áreas discretas, la luz del vaso está representada solamente por estrechas hendiduras de hasta $200-300 \text{ \AA}$ debido a que las células endoteliales de las dos paredes enfrentadas se ponen prácticamente en contacto, aunque nunca hemos observado a estos niveles la presencia de dispositivos de unión intercelular (Fig. 11).

La pared de estos vasos es simple y delgada, estando formada solamente por una capa de células endoteliales en las que, como es habitual, cabe distinguir un soma celular conteniendo el núcleo y unas expansiones citoplásmicas laterales laminares que se alejan del soma y forman gran parte de la pared del vaso (Fig. 9). El núcleo de la célula no presenta especiales características, a no ser la presencia de lámina densa interna claramente observable, con un grosor de unos $400-500 \text{ \AA}$, que falta a nivel de los poros nucleares (Figs. 12-13).

El citoplasma somático contiene mitocondrias con crestas laminares, aparato de Golgi aparente (Fig. 13) y ribosomas bastante abundantes, tanto libres como adheridos a perfiles del retículo endoplásmico, que en algunas ocasiones presenta cisternas dilatadas. También existe una apreciable dotación de microtúbulos y microfilamentos, observándose con cierta frecuencia la presencia de cuerpos multivesiculares y multilaminares (Figs. 14-15).

El contorno somático es altamente irregular, presentándose replegado, provisto de evaginaciones y depresiones de variable tamaño y complejidad, apreciándose también gran número de vesículas pinocitóticas en diversas fases de formación (Figs. 12-13). Debido a esta situación el citoplasma aparece en gran parte ocupado por cavidades vesiculares, unas redondeadas u ovaladas, de unos $500-800 \text{ \AA}$ de diámetro, que parecen corresponder a las vesículas de pinocitosis y otras mayores, de contorno mas irregular, a modo de caveolas (Figs. 13-20). Estas

caveolas parecen resultar de la sección de depresiones superficiales, observándose en ocasiones en su pared la formación de vesículas de pinocitosis (Fig. 13).

A nivel basal la situación varía de unas células a otras y, mientras que en unos casos se aprecia en esta zona un contorno relativamente liso, aunque interrumpido por las vesículas en formación (o en fusión con la membrana) (Fig. 15), en otros se presenta altamente irregular, con expansiones complejas que penetran en el conjuntivo subyacente y que, en algunas secciones, dan lugar a imágenes curiosas en las que parece que la célula endotelial contiene en su citoplasma áreas de matriz conjuntiva (Fig. 16). La membrana basal no suele aparecer claramente organizada, si bien siempre se aprecia una cierta condensación de material por debajo de las células endoteliales.

Las expansiones laterales laminares de estas células participan de la misma irregularidad que el soma, presentando con frecuencia entrantes y salientes, muchas veces con aspecto de microvellosidades y siendo también intensa la vesiculación. El grosor de la pared citoplásmica vascular a estos niveles varía de unos puntos a otros pero siempre es escaso, teniendo en muchas zonas solamente unos 500 Å o incluso menos. Por otra parte, el endotelio suele presentar en estas áreas fenestraciones del tipo de «poro con diafragma» (Figs. 17-18-19).

El ensamblaje entre las células endoteliales se realiza generalmente mediante interdigitación más o menos intensa, apreciándose la existencia de claros dispositivos de unión intercelular, variables en número y complejidad de unos lugares a otros (Figs. 20-21).

DISCUSION

Los capilares de distintos órganos y tejidos se presentan con un aspecto prácticamente idéntico cuando se observan al microscopio óptico, pero los estudios ultraestructurales han permitido distinguir al menos tres tipos morfológicamente distintos:

1.º) *Capilares continuos*.—Propios del tejido muscular, nervioso y de la mayor parte del conjuntivo. Las células endoteliales presentan poco retículo endoplásmico rugoso, algunos microtúbulos y microfilamentos. La membrana celular presenta pequeñas invaginaciones de unos 800 Å, apareciendo también vesículas intracitoplásmicas de semejante tamaño. Por fuera de las células existe una membrana basal aparente y continua.

2.º) *Capilares fenestrados*.—Propios de los glomérulos renales, glándulas endocrinas, lámina propia del intestino y otros puntos. Se caracterizan por presentar áreas de endotelio extremadamente fino provistas de poros o fenestraciones que generalmente están ocluidos por un fino diafragma. La membrana basal es continua.

3.º) *Sinusoides*.—Son vasos provistos de pared muy delgada, calibre relativamente grande y contorno muy irregular. En algunos puntos, como lóbulo

anterior de la hipófisis y córtex adrenal, existen sinusoides fenestrados provistos de poros con diafragma, y en otros lugares, como el hígado de muchos mamíferos, aparecen sinusoides discontinuos (sinusoides verdaderos).

La función básica de los capilares sanguíneos consiste en el intercambio de sustancias con el medio extracapilar, viéndose afectada la intensidad de tal intercambio por la presencia de una barrera, unas veces prácticamente inexistente como en el hígado y otras particularmente intensa como en el encéfalo o el córtex túbico. Esta barrera hemato-tisular está representada a nivel morfológico por la estructura de la propia pared vascular (sin que éste sea necesariamente el único componente de tal barrera), por lo que el estudio de la ultraestructura vascular puede permitir una cierta estimación de la intensidad del intercambio.

Prescindiendo de cuál sea en cada caso el sistema preferencial de transporte (a través del espacio intercelular, vesiculación transendotelial, sistemas de poros, etc.) es lógico suponer que el intercambio estará facilitado en los puntos en los que la pared endotelial sea más delgada, presente fenestraciones, vesiculación intensa, etc. Concuerdá con esto el hecho de encontrarse los capilares fenestrados o los sinusoides en lugares como glándulas endocrinas, hígado, etc., en los que el intercambio es intenso. Por otra parte, a nivel del tejido conjuntivo se encuentran capilares continuos, a no ser en puntos de intercambio intenso como en la lámina propia del intestino.

Como hemos visto, en la dermis superficial del órgano de Eimer existe un sistema de capilares anfractuosos que forman un sistema laberíntico subpapilar y cuyas características básicas son:

- 1.º) Presentan un contorno muy irregular, con grandes variaciones en su luz.
- 2.º) Presentan pared fina, formada sólo por células endoteliales.
- 3.º) Presentan áreas de endotelio fenestrado.
- 4.º) Las células endoteliales presentan intensa vesiculación.

Por algunas de sus características, como son las citadas en 1 y 2, estos vasos parecen ajustarse más al modelo de sinusoide que a otro, y más en concreto al de sinusoide fenestrado, por lo que constituirían un caso muy particular entre los vasos del tejido conjuntivo, sobre todo entre los situados en la dermis.

La presencia de este tipo de vasos parece indicar que a nivel del órgano de Eimer existen unas particulares necesidades de intercambio. Por otra parte es interesante considerar que, como hemos visto, por debajo de cada papila aparece una especie de foso vascular prácticamente continuo y debido a la gran irregularidad de los vasos se establece una amplia superficie de relación. De modo análogo, las propias células endoteliales mediante sus múltiples repliegues, invaginaciones, etc., consiguen multiplicar sensiblemente la superficie útil. En suma, todos estos hechos parecen apuntar en la misma dirección y resulta lógico pensar que la tasa de intercambio debe de ser muy alta en el órgano de Eimer.

Esta situación no parece ser debida simplemente a las necesidades habituales de los componentes nerviosos, toda vez que en otros dispositivos receptores no parece darse una organización vascular semejante. Podríamos admitir entonces que el órgano de Eimer, único entre las formaciones sensoriales por su peculiar organización, tiene también requerimientos metabólicos muy particulares, precisando para su correcto funcionamiento la existencia de un líquido tisular de composición determinada y rápidamente renovable.

CONCLUSIONES

De las observaciones realizadas pueden obtenerse fundamentalmente las siguientes conclusiones:

- 1.^o) El órgano de Eimer presenta una vascularización muy particular.
- 2.^o) Los capilares, de sección muy irregular, circundan prácticamente la zona yuxtabasal de cada papila, presentando paredes finas y provistas de poros con diafragma en las porciones más tenues.
- 3.^o) Por algunas de sus características, estos vasos pueden ser considerados como sinusoides fenestrados.
- 4.^o) Las células endoteliales presentan contorno muy irregular, con múltiples caveolas, evaginaciones, vesiculación intensa, etc., lo que junto a la propia irregularidad de los vasos permite obtener una amplia superficie de intercambio.
- 5.^o) Los datos morfológicos obtenidos sugieren la existencia de una alta tasa de intercambio de sustancias a nivel del órgano de Eimer.

BIBLIOGRAFIA

- BENNET, H. S., LUFT, J. H., HAMPTON, J. C. (1959).—Morphological classification of vertebrate blood capillaries. *Am. J. Physiol.*, **196**: 381-390.
- BIELSCHOWSKY, M. (1907).—Ueber sensible Nervenendigungen in der Haut zweier Insectivoren (*Talpa europaea* und *Centetes caudatus*). *Anat. Anz.* XXXI: 187-194.
- BOEKE, J. (1940).—Problems of Nervous Anatomy. Oxford University Press, 12-17.
- BRUNS, R. R., PALADE, G. E. (1968).—Studies in blood capillaries. I) General organization of blood capillaries in muscle. *J. Cell Biol.*, **37**: 244-276.
- CORDIER, R. (1964).—Sensory Cells. *The Cell*; VI: 313-383. Academic Press, London.
- KISCH, B. (1957).—Electron microscopy of the capillary wall. The filiform processes of the endothelium. *Exptl. Med. Surg.*, **15**: 89-99.
- LUFT, J. H. (1964).—Fine structure of the diaphragm across capillary pores in mouse intestine. *Anat. Record.*, **148**: 307-308.
- RHODIN, J. A. G. (1968).—Ultrastructure of mammalian venous capillaries, venules and small collecting veins. *J. Ultrastruct. Res.*, **25**: 452-500.
- TOLIVIA, D. (1976).—Una nueva técnica para la rápida impregnación de las fibras y terminaciones nerviosas. *Trab. Inst. Cajal. Inv. Biol.* (en prensa).

- Fig. 1.—Sección perpendicular a la superficie del órgano de Eimer en la que se observan las fibras nerviosas papilares intraepiteliales y los gruesos troncos nerviosos de la dermis. M.O. 120X.
- Fig. 2.—Sección tangencial a nivel de la dermis superficial mostrando el plexo de fibras mielínicas. M.O. 120X.
- Fig. 3.—Sección tangencial a un nivel ligeramente inferior a la base papilar en la que se pueden apreciar las formaciones glomerulares subpapilares. En algunos puntos se visualizan como áreas claras los vasos (V) que circundan a los glomérulos. M.O. 120X.
- Fig. 4.—Corpúsculo sensitivo subpapilar del tipo Vater-Paccini. Apréciense cómo los vasos rodean prácticamente a esta formación. M.E. 1.000X.
- Fig. 5.—Sección longitudinal de dos papilas en donde se observan corpúsculos sensitivos (C), células de Merkel (cm) y troncos nerviosos dérmicos (Fm). Obsérvese cómo las fibras intraepiteliales llegan a la capa córnea terminando en varicosidades y limitando claramente el cilindro central epitelial. M.O. 480X.
- Fig. 6.—Sección tangencial a un nivel medio para mostrar la disposición ordenada de las fibras intraepiteliales de las papilas. M.O. 120X.
- Fig. 7.—Imagen semejante a la anterior a mayor aumento. Obsérvese la presencia de fibras nerviosas dispersas, sin clara ordenación por fuera del cilindro central. M.O. 480X.
- Fig. 8.—Sección tangencial a nivel de la base de una papila mostrando la «placa limitante» de células de Merkel. M.O. 1.200X.



Fig. 1

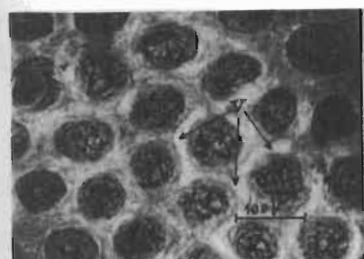


Fig. 3



Fig. 5

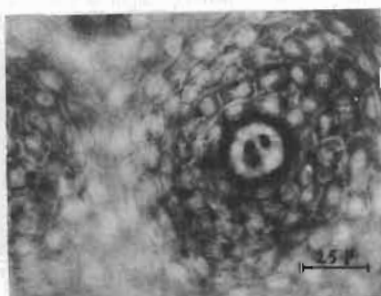


Fig. 7

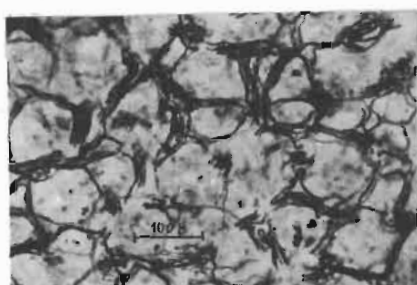


Fig. 2

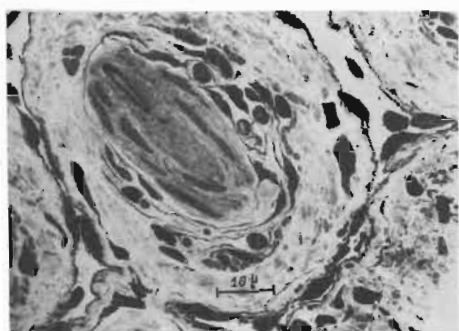


Fig. 4

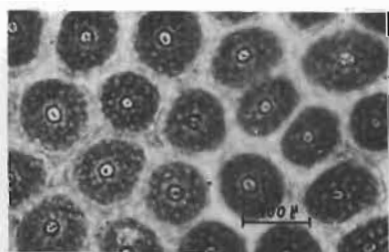


Fig. 6

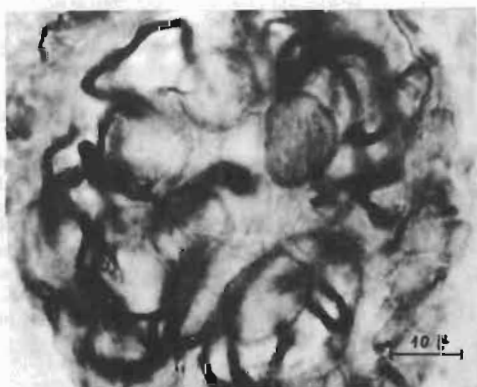


Fig. 8

- Fig. 9.—Sección tangencial a nivel de la base papilar. Se observa un capilar de luz irregular (cap.) limitado por las células endoteliales (e) cuyas expansiones laminares (l) forman gran parte de la fina pared vascular. M.E. 700X.
- Fig. 10.—Sección de un capilar que muestra la irregularidad de su luz y de las propias células endoteliales. M.E. 5.000X.
- Fig. 11.—Sección de un capilar mostrando cómo las células endoteliales enfrentadas se ponen en contacto en algunos puntos. M.E. 5.000X.
- Fig. 12.—Célula endotelial en la que se aprecia claramente la lámina densa interna (L.D.) ausente a nivel de los poros nucleares (p). Obsérvese el contorno celular irregular, festoneado y la presencia de vesículas, caveolas, etc. M.E. 13.500X.
- Fig. 13.—Célula endotelial en la que se observan la lámina densa interna (L.D.), aparato de Golgi (ag), caveolas (c) y vesículas (v). También se muestran mitocondrias, ribosomas, algunos microtúbulos, etc. Obsérvese como algunas caveolas presentan en su pared vesículas en formación. M.E. 16.000X.
- Fig. 14.—Cuerpo multilaminar (L) y microtúbulos (mt) en una célula endotelial. Obsérvese lo angosto de la luz capilar (cap.). V = vesículas en formación. M.E. 41.000X.
- Fig. 15.—Célula endotelial que muestra a nivel basal numerosas vesículas unidas a la membrana (v) y un cuerpo multilaminar (cl). M.E. 32.000X.
- Fig. 16.—Fragmento de un capilar en el que una célula endotelial parece contener en su citoplasma áreas de matriz conjuntiva (mc). Obsérvese la irregularidad de la pared capilar y su extrema delgadez en algunos puntos. M.E. 5.000X.
- Fig. 17.—Fragmento de la pared de un vaso en la que se aprecia la presencia de poros (p). M.E. 37.000X.

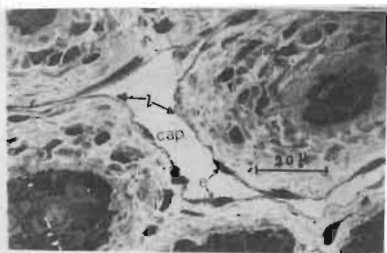


Fig. 9

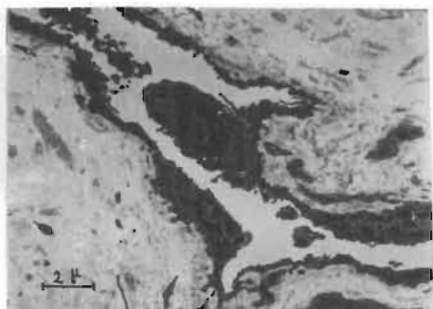


Fig. 10

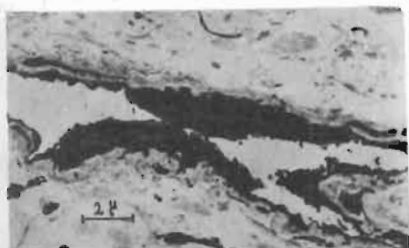


Fig. 11

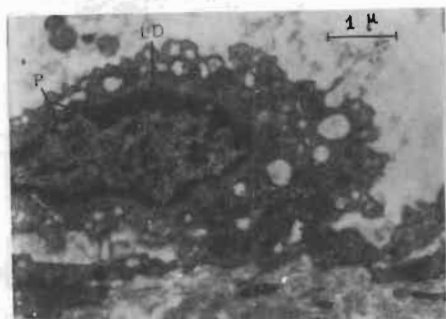


Fig. 12

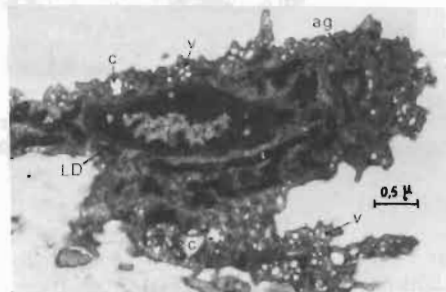


Fig. 13

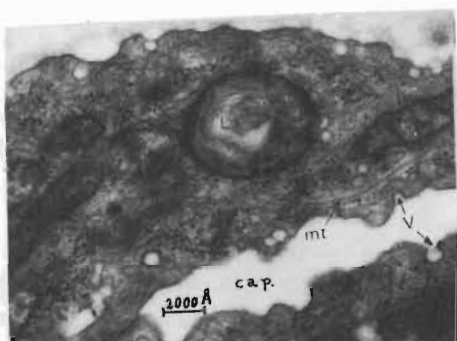


Fig. 14

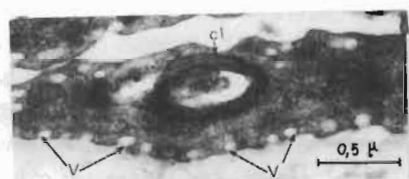


Fig. 15

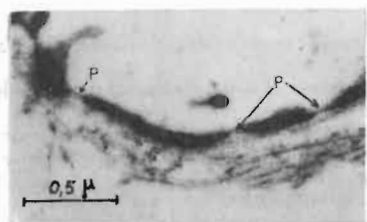


Fig. 17

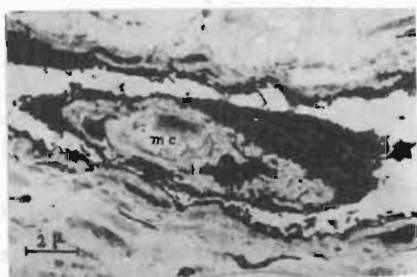


Fig. 16

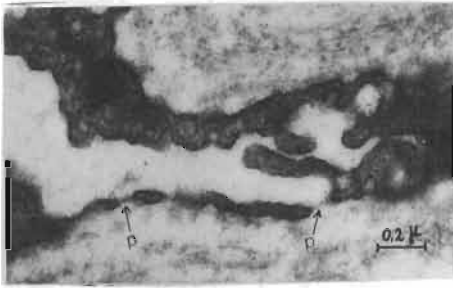


Fig. 18

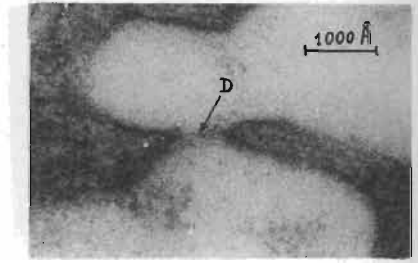


Fig. 19

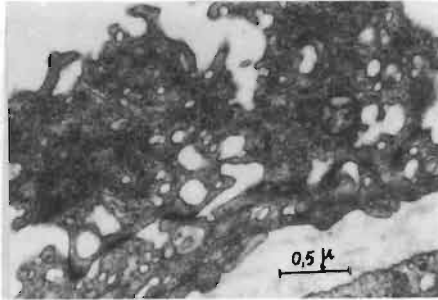


Fig. 20

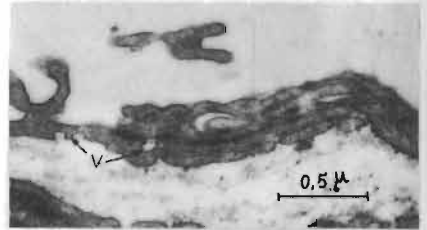


Fig. 21

Fig. 18.-Imagen semejante a la anterior en la que observamos el revestimiento endotelial irregular y poros ocluidos por un diafragma (p). M.E. 41.000X.

Fig. 19.-Imagen a gran aumento de un poro endotelial. Obsérvese el tenue diafragma (D) que ocluye su luz. M.E. 130.000X.

Fig. 20.-Sección oblicua de la pared capilar en la que se puede observar el contorno irregular de las células endoteliales, caveolas, vesículas, ribosomas, microtúbulos, etc., y la presencia en varios puntos de dispositivos de unión intercelular. M.E. 25.000X.

Fig. 21.-Zona de la pared capilar en la que se observa la interdigitación entre los extremos de dos células vecinas con formación de dispositivos de unión. V = vesículas. M.E. 32.000X.

ESTUDIO HISTOQUIMICO DE LA CRESTA, BARBILLAS Y OREJUELAS DE *Gallus domesticus* L.

Por
CARLOS CEVALLOS BOHORQUEZ
Departamento Interfacultativo de Morfología Microscópica.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se estudian las crestas, barbillas y orejuelas a nivel histoquímico, utilizando diversos métodos clásicos de diferenciación. Al final presentamos un cuadro comparativo de los resultados metacromáticos a diferente pH de las estructuras estudiadas.

INTRODUCCION

En trabajos anteriores hemos realizado estudios a nivel estructural y ultraestructural, de los apéndices cefálicos del *Gallus domesticus* L. (crestas, barbillas y orejuelas), CEVALLOS BOHORQUEZ, C., 1972-1975 (3a-3b), estableciendo niveles de comparación con trabajos como los de BOYLE, J., 1964 (8), RIZZOLI, C. E., 1950 (19); SZIRMAI, J. (21-22), BOAS, N. F., 1949 (3) y otros a nivel estructural, ultraestructural e histoquímico. En cuanto a este último punto el de la histoquímica, objeto del presente trabajo, hemos realizado análisis de los apéndices cefálicos utilizando métodos clásicos, encontrando algunas diferencias notables entre las reacciones que se realizan en las diversas estructuras de las crestas, barbillas y orejuelas, haciendo surgir nuevamente tan intensamente estudio, tan íntimamente ligado al campo de la histofisiología, patología aviar y al de la productividad avícola.

MATERIALES Y METODOS

Para el estudio histoquímico hemos utilizado ejemplares jóvenes (dos meses y cuatro meses) de *Gallus domesticus* L. (híbridos), machos en condiciones normales y sin ninguna tara patológica.

Fueron sacrificados por decapitación, y las crestas, barbillas y orejuelas fijadas de acuerdo a los métodos por realizar, a fin de poner en evidencia las diferentes reacciones histoquímicas a estudiar.

Se hicieron cortes de 8 μ , 10 μ y 16 μ .

Los métodos de tinción utilizados han sido el PAS, el verde de metilo pironina-Pappenheim-Unna, reacción de Feulgen y el azul de toluidina al 0,2 en solución tampón a pH 3; 3,5; 4,2, 7 y 9.

Los fijadores empleados fueron formol neutro 10 cc, agua destilada 90 cc, acetato de plomo a saturación. Bouin y formol al 15 % para congelación.

ANALISIS HISTOQUIMICO Y OBSERVACIONES

Las observaciones a nivel histoquímico, las hemos realizado con el siguiente planteamiento:

- 1) Análisis de la capa epidérmica.
- 2) Análisis de la capa dérmica.
- 3) Estudio de la zona del tejido mucoso.

En todas estas regiones hemos realizado un estudio comparativo de la presencia de mucopolisacáridos y ácidos nucleicos.

Observaciones de la capa epidérmica y de la dermis

En nuestras observaciones hechas con el método del PAS, hemos podido constatar en la capa reticular de la zona sub epitelial de la cresta y barbillas, la presencia de gran número de vasos sanguíneos sinusoidales. Estos vasos se muestran en cambio ausentes en las orejuelas, en donde hay solamente una pequeña banda de tejido muy similar a la capa reticular de la cresta y barbillas.

En la capa dérmica de la cresta, barbillas y orejuelas, se encuentran en cambio fibras colágenas de aspecto homogéneo, y vasos sanguíneos en espiral (Fotos A y B).

Los resultados observados con la técnica del PAS, fueron los siguientes, desde la zona superficial hacia la parte más profunda:

- 1.º Intensa reacción PAS positiva en capa córnea.
- 2.º Positividad más débil o ausencia de reacción PAS positiva, en capas espinosas y basal del epitelio; intensa PAS positividad en la membrana basal del epitelio.
- 3.º PAS positivo en las paredes de los vasos sanguíneos y también en el tejido conectivo situado inmediatamente por debajo del epitelio.
- 4.º Zona PAS negativa.
- 5.º Más hacia adentro tejido conectivo PAS positivo.
- 6.º Células sanguíneas PAS positivas, lo mismo que la zona mucosa.
- 7.º Tejido mixomatoso, constituido por células estrelladas con sustancia

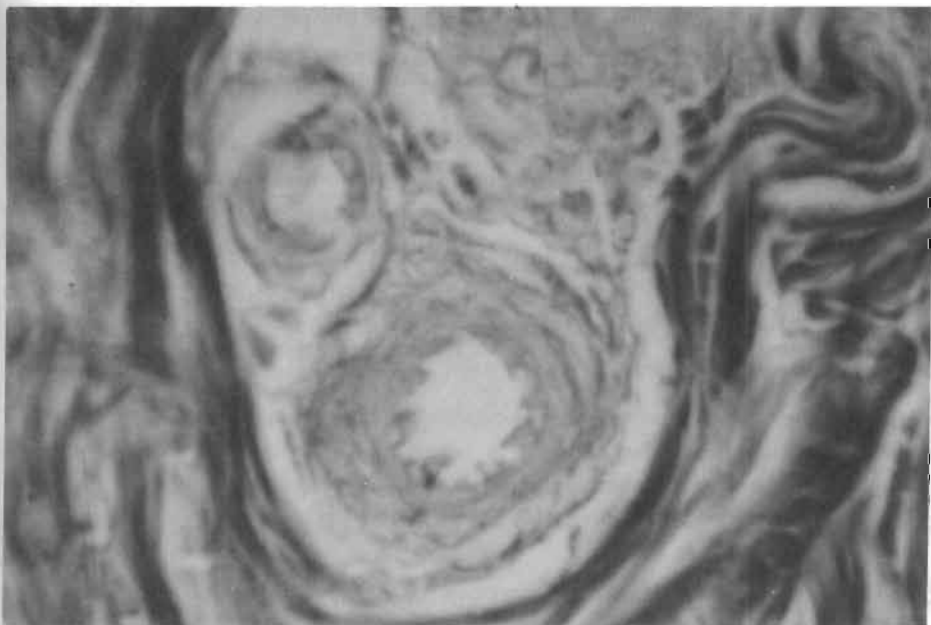


Foto A

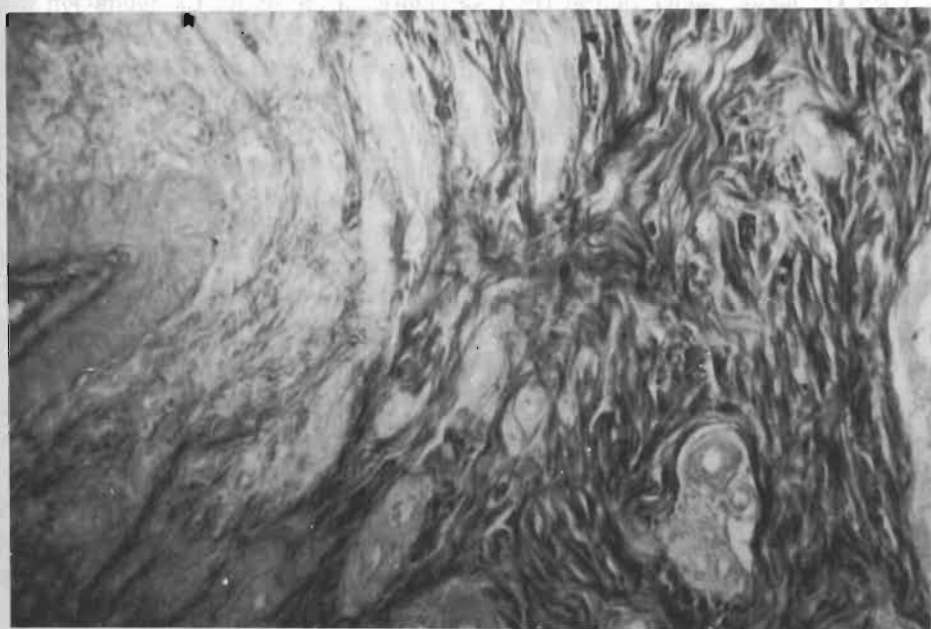


Foto B

Fotos A y B.-Capa dérmica de la cresta de *Gallus domesticus* L. con fibras colágenas de aspecto homogéneo y vasos sanguíneos.

fundamental metacromática (como veremos más adelante con las tinciones de azul de toudina realizados a diferentes pH).

Las orejuelas presentan las mismas características que las crestas, en lo que respecta a la reacción del PAS.

La reacción PAS positiva, fue observada especialmente intensa en la membrana basal del epitelio pavimentoso de revestimiento y en la capa córnea. La PAS positividad se presentó también, en paredes vasculares y en algunos haces de fibras colágenas. Esta misma reacción se encontró con intensidad uniforme en la zona media.

Observaciones en la barbilla con la tinción de Feulgen

Hemos observado que los nucleolos de las células de las capas basal y espinosa, se mostraron negativos a la reacción de Feulgen. Fueron en cambio positivos los núcleos, especialmente los de las células sanguíneas. Se observó gran acúmulo de linfocitos alrededor de los vasos.

Observaciones con el verde metilo pironina

Los nucleolos mostraron intensa coloración con la pironina (buena tinción del RNA), observándose que el DNA se coloreaba en verde. La coloración del DNA por verde de metilo, mostraba distribución semejantes a la revelada por la técnica de Feulgen. Con este último método no se tiñen las capas de queratina, pero se puede notar bien la zona de transición.

Se parecía una transición desde la capa basal a la zona epidérmica queratinizada, observándose disminución de la tinción de los núcleos, los cuales se hacen cada vez menos visibles a medida que nos acercamos a la capa córnea.

Análisis del tejido mucoso

El análisis del tejido mucoso, lo hemos realizado utilizando los métodos del PAS y la metacromasia con azul de toluidina.

Indudablemente, el estudio de las reacciones del PAS en cada una de estas estructuras nos ha llevado a demostrar la presencia de polisacáridos en dichos tejidos, y como veremos en su capítulo correspondiente, los materiales metacromáticos fueron observados casi exclusivamente en el espacio interfibrilar de la capa mucoide.

La capa mucoide está ligeramente teñida en comparación con la intensa reacción de la capa del tejido conectivo.

En la capa mucoide, la metacromasia se localiza en la sustancia fundamental, entre las fibras, mientras que la sustancia PAS positiva está asociada estrictamente a las fibras mismas. En la capa mucoide las fibras son sólo estructuras

PAS positivas. Al teñir con el PAS obtuvimos un color rojo intenso, índice de un gran contenido en mucopolisacáridos neutros.

La reacción de PAS se observó negativa en la sustancia mucoide de la cresta, pero menos pronunciada o casi imperceptible en las orejuelas.

Bien podemos decir por nuestras observaciones, que el PAS tiñe positivamente a las fibras colágenas.

ESTUDIO DE LAS ZONAS DEL TEJIDO MUCOSO CON LA REACCION METACROMATICA

El análisis histoquímico se realizó utilizando la reacción metacromática con azul de toluidina.

Las variaciones que hemos observado han sido conseguidas utilizando pH a diferentes escalas.

Nuestras observaciones nos han dado los siguientes resultados:

Barbillas

Metacromasia con azul de toluidina (pH 4,2). Se observó una fuerte metacromasia en el tejido mucoide (Fot. 1-2), correspondiente a los mucopolisacáridos ácidos, que se manifiestan en forma de color rojo púrpura. Tal metacromasia disminuyó en la zona inferior en donde observamos más bien una abundancia de vasos PAS positivos.

Utilizando un pH más bajo, del orden de 3,5, los mucopolisacáridos carboxilados ya no deben mostrar reacción metacromática, pudiendo de ese modo distinguir, si la metacromasia es debida a grupos carboxilados o a otros grupos ácidos. Es así como las metacromasias observadas a estos pH bajos podemos considerarlos debido a la presencia de fosfomucopolisacáridos y de sulfomucopolisacáridos.

Continuando bajando el pH, observamos que a pH 3 desaparecen la metacromasias, por lo que puede decirse que la metacromasia de las barbillas es debida a la presencia de mucopolisacáridos ácidos carboxilados.

Crestas

En las crestas observamos una metacromasia más marcada que en las barbillas. Los mucopolisacáridos ácidos se encuentran concentrados en la capa fundamental, integrando las zonas interfibrilares en donde está ampliamente repartido el tejido mucoide. Sin embargo la zona central constituida por los grandes vasos, no se tiñe metacromáticamente.

Utilizando pH 3,5 observamos que las metacromasias se siguen presentando intensas en la zona del tejido mucoide, pero no en las fibras colágenas. Las zonas epidérmicas profundas y dérmicas dan en cambio metacromasia negativa.

REACCIÓN METACROMÁTICA

Las ilustraciones que presentamos en blanco y negro nos muestran zonas más o menos oscuras que representan zonas de mayor o menor reacción metacromática.

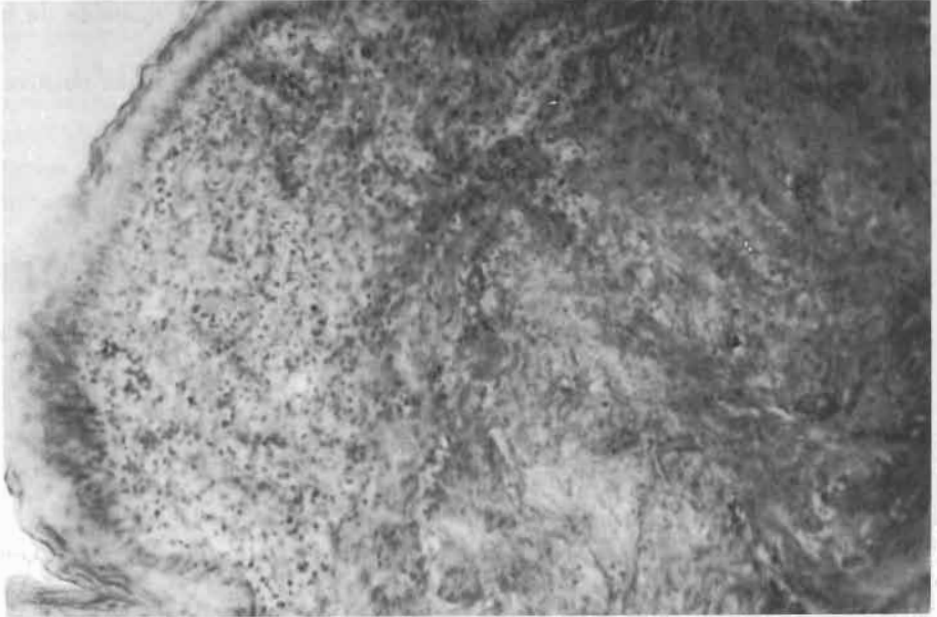


Foto 1

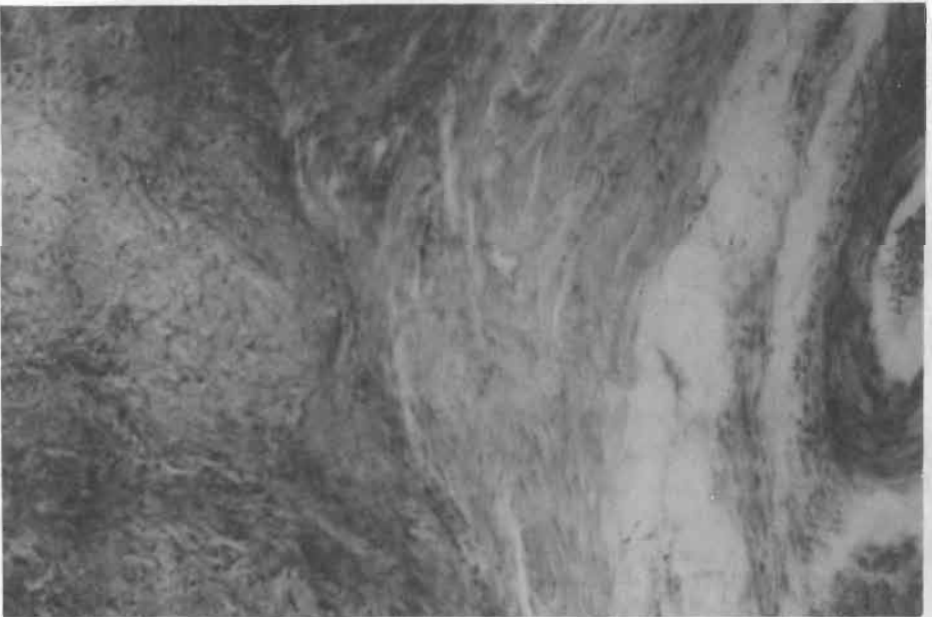


Foto 2

Foto 1-2.—Barbillas de *Callus domesticus* L. teñidas con azul de toluidina (pH 4.2). Fuerte metacromacia en el tejido mucoide.

Según nuestras observaciones, por lo tanto se demuestra la presencia de mucopolisacáridos carboxílicos, ya que observando estas mismas crestas a un pH 3, se pudo observar disminución de la intensidad de la metacromasia. Esta disminución correspondería por lo tanto a la ausencia de reacciones de mucopolisacáridos carboxílicos a pH tan bajo.

Al aumentar los pH a 4,2 7 y 9 (Fot. 3-4), pudimos evidenciar incremento de la intensidad de la metacromasia, observando menos diferencia de dicha intensidad en las diferentes regiones estudiadas. Tal es el caso de las observaciones hechas a pH 9. Esto es probablemente debido a que en los lugares en donde es más acentuada la metacromasia existen menos mucopolisacáridos fosforados o sulfatados que mucopolisacáridos carboxílicos.

Orejuelas

En las orejuelas hemos observado una metacromasia mucho más marcada a pH 4,2 (Fot. 5), con una especial diferenciación. Se observa en cambio una baja de esta metacromasia a pH 7, ocasiona pérdida de la diferenciación entre el tejido mucoso y los elementos interfibrilares, aunque persisten aún ligeras diferencias de la metacromasia estudiada a pH 7 y 9, hecho contrario de lo que hemos podido observar en las crestas y barbillas.

En cuanto a nuestras observaciones en las capas fibrosas intercelulares, ninguna reacción de color específico pudo ser detectada.

Cuadro comparativo de la reacción metacromática de las crestas, barbillas y orejuelas de Gallus domesticus L.

pH	Cresta	Barbillas	Orejuelas
3	-	-	-
3,5	+	+	±
4,5	++	+	++
7	+++	++	++
9	+++	++	++

DISCUSION

Como habíamos señalado en trabajos anteriores (3a-3b), pocos trabajos a nivel histoquímico se han realizado de las crestas, barbillas y orejuelas de *Gallus domesticus* L. Sin embargo algunos trabajos especializados se han realizado al respecto, como los de SZIRMAI, J. (21-22), referente a la capa fundamental de la capa mucoide de la cresta del pollo respondiendo favorablemente a la reacción metacromática, pero es negativa a la reacción de PAS, las fibras son PAS positivas. Esta observación de SZIRMAI coincide plenamente con nuestros resulta-

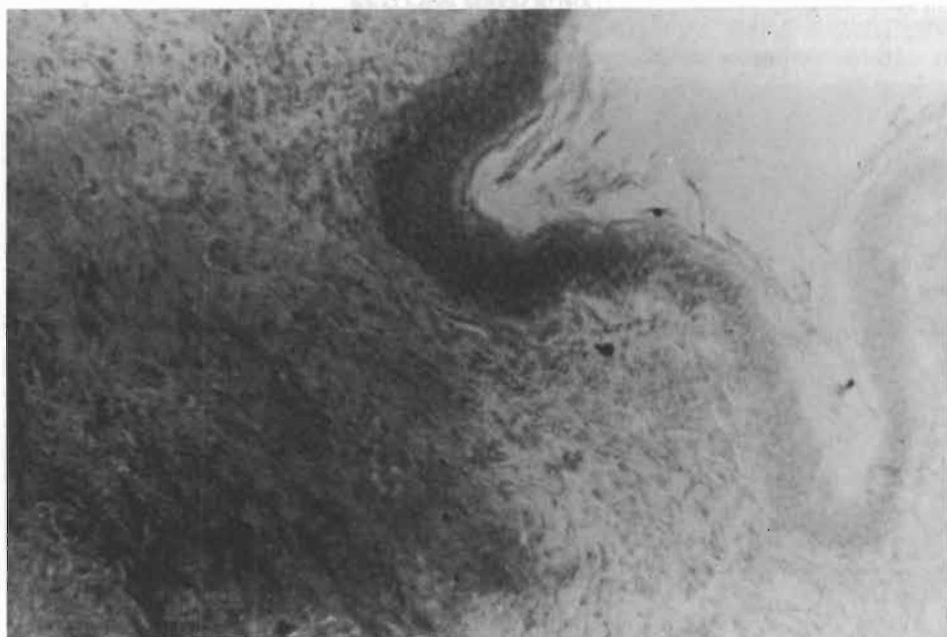


Foto 3

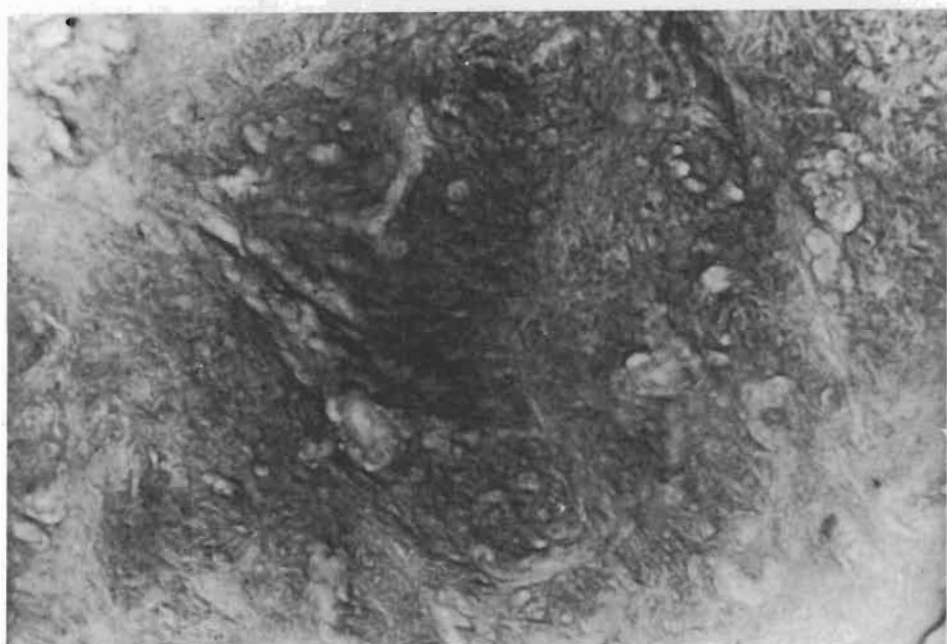


Foto 4

Foto 3-4.-Crestas de *Gallus domesticus* L. teñidas con azul de toluidina (pH 4,2 y 7). Aumento de la intensidad de la metacromacia.

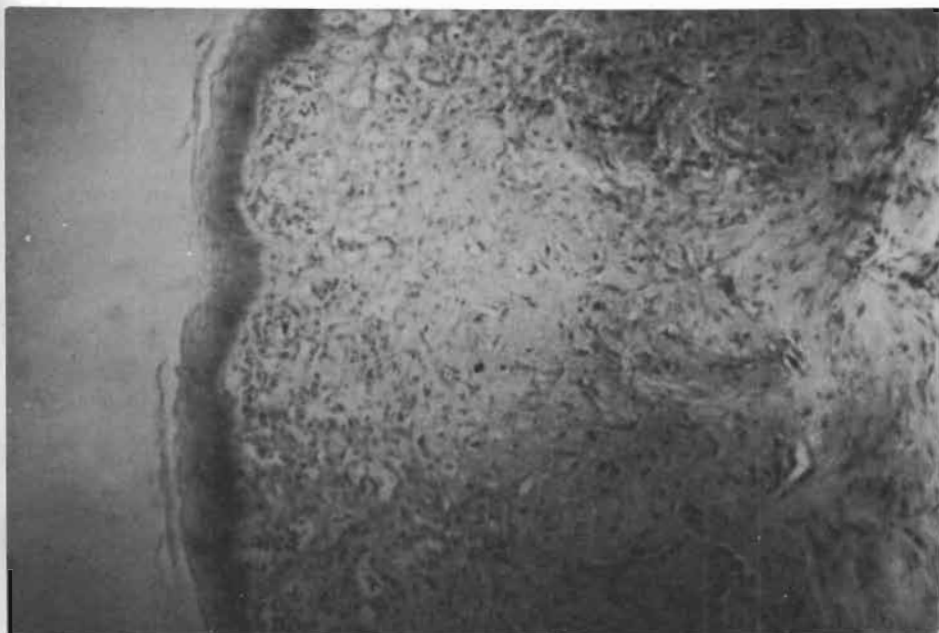


Foto 5.—Orejuela de *Gallus domesticus* L. teñidas con azul de toluidina (pH 4,2). Metacromacia mucho más marcada con especial diferenciación.

dos, sin embargo nosotros hemos encontrado que cuando existe un aumento del pH, aumenta la metacromacia y si bajamos el pH desaparece la metacromacia.

En cuanto a la presencia de la reacción PAS, del mismo modo pudimos comprobar que es negativo en la sustancia mucoide de la cresta, siendo positiva en cambio en las fibras. En el estudio de las barbillas se encontró la misma reacción de PAS que en las crestas, pero fue menos pronunciada en las orejuelas, DOYLE (6), nos dice que aproximadamente la mitad de la acumulación total en proteínas de la cresta, se encontró que era colágena, esta proporción está relativamente constante durante el período de regresión. El total de la acumulación de colágena, es similar a la total aparición de la proteína, esto parece estar relacionado con el peso.

Nosotros hemos comprobado estas reacciones utilizando en nuestras observaciones el verde de metilo pironina, en la cual hemos observado una buena tinción del RNA, observando que el DNA se tiñe en verde, mediante el método de Feulgen comprobamos que los nucleolos de las células de la capa basal y espinosa, se mostraron negativos a la reacción de Feulgen.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BÉNCIT, J. (1929).—Le déterminisme des caractères sexuels secondaires du coq domestique. Arch. Zool. Exp., t. 69, pp. 1-499.
- (2) BERDINIKOFF, A. y CHAMPY, Ch. (1931).—Recherches sur la substance mucoïde de la crête du coq. C. R. Soc. Biol., **106**: 804-805.
- (3) BOAS, N. F. (1949).—Isolation of hyaluronic acid from the cock's comb. J. Biol. Chem., **181**: 573-575.
- (3a) CEVALLOS BOHÓRQUEZ, C. (1972).—Estudio estructural y ultraestructural de los apéndices cefálicos de las aves, cresta, barbilla y orejuelas del *Gallus gallus* L. Madrid, Servicio de Publicaciones, Facultad de Ciencias Universidad Complutense de Madrid.
- (3b) CEVALLOS BOHÓRQUEZ, C. y MARÍN GIRÓN, F. (1974-75).—Estudio estructural y ultraestructural de la cresta, barbillas y orejuelas del *Gallus domesticus* L. Oviedo, Rev. de la Facultad de Ciencias, v. XV (núm. 2) y XVI.
- (4) CUNNINGHAM, J. T. (1906).—The evolution of the cock's comb. Report of the 76th. meeting of the Brit. Ass. Adv. Sc. pp. 603-604.
- (5) CHAMPY, Ch. y KRITCH, N. (1926).—Stude histologique de la crete des gallinaces et de ses variations dous l'influence des facteurs sexuels. (Archive de Morphologie Générale et experimentale). Paris, Lib. Doin, t. 25.
- (6) CHAMPY, C. KRITCH, N. y LLOMBART, A. (1929).—Etude de Quelques Structures comunes a des variants sexuels divers. Extraits des Comptes. Rendus de l'Association des Anatomistes. Berdeaux (25-27. Mars).
- (7) CHAMPY, Ch. et KRITCH, N. (1925).—Le tissu muco-élastique de la crete du coq. Soc. Biol., **92**: 683-685.
- (8) DOYLE, J., SZIRMAI, J. A. y DE TYSSONSK, E. A. (1964).—Conective tissue changes in the rooster comb during regression. Act Endocr. (Kbh.) 43/3 (457-475).
- (9) ELKNER, A. y SLONIMSKI, P. (1927).—Sur le tissu conjonctif de la crête du coq adulte. Bull. Hist. Appl., **4**: 263-278.
- (10) GARRAUL, H. (1934).—Etude histochemique de quelques tissus conjonctif muqueaux. Arch. d'anat. micr., **30**: 5-104.
- (11) HERINGA, G. C. (1948).—De rigging van reticuline to collagen. Verh. Kon. Vlam. Akad. Gen., **10**: 7-21.
- (12) JESSEN, H. (1970).—Two types of keratohylin granules. J. Ultrastructure research, **33**: 91-115, pp. 95-115.
- (13) KISZELY, GYÖRCSY, y PÓSALAKY, ZOLTÁN (1964).—Mikrotechnische und. Histochemische Untersuchungsmetoden. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- (14) LONGLEY, J. B. (1952).—The staining of mucopolysaccharide with particular reference to those of cock's comb. J. Nat. Conc. Inst. **83**: 233-234.
- (15) MANLEY, J. H. (1969).—Electrochemistry and collagen structure. J. Ultrastructure, **29**: 383-397.
- (16) MATOLSY, A. GEDEON y PARAKKAL, P. (1965).—Membrane-coating granules of keratinizing epithelia. J. Cell. Biol., **24**: 297-307.
- (17) MARTÍNEZ, I. RICARDO Jr, y PETERS, ALAN. (1971).—Membrane coating granules and membrane modifications in Keratinizing Epithlio. The American journal of Anatomy January, v. 130, n.º 1.
- (18) PRETO PARVIS, V. y SFALONE, M. R. (1968).—Attività fosfatásiche in forme diverse di cheratinizzazioni. (Inst. di Istol. Biol. Sper. 44/13.
- (19) RIZZOLI, C. E., RONDININI, R. (1950).—Ricerche istochimiche sul tessuto mucoso della cresta di pollo. Arch. Sci. Biol., **34**: 213-224.
- (20) SZIRMAI, J. A. (1957).—Studies on the connective tissue of the cock Comb III. Mast cells and the effect of testosterone. Histol. Lab. Munic. Univ. of Amsterdam. Acta Endocr. (Kbh), 25/3 (225-237).
- (21) SZIRMAI, J. A. (1956).—Studies on the connective tissue of the cock Comb I. Histochemical observations on the ground substance. J. Histochem. and Cytochem., v. 4, 97.
- (22) SZIRMAI, JOHN, A. (1956).—Studies on Connective Tissue of the cock Comb II. Effect of Androgens. (Proceeding of Society for Experimental Biology and Medicine, v. 93, pp. 92).
- (23) WINKELMANN, R. K. y MYERS, T. T. (1961).—The histochemistry and morphology of the cutaneous sensory end organs of the chicken. J. comp. neurol., **117**: 27-35.

DEPARTAMENTO DE PALEONTOLOGIA

(Director: Prof. Dr. Jaime TRUYOLS SANTONJA)

PALEONTOLOGIA

Ciencia biológica por su esencia, la Paleontología se aparta, sin embargo, por sus técnicas de trabajo y por la procedencia del material de estudio, del resto de las ramas de la Biología. Los cuerpos fosilizados pertenecen a la litosfera por su naturaleza mineral, y este hecho determina inevitablemente la amplia conexión que posee su estudio con el de las demás Ciencias Geológicas. No obstante, resultaría impensable prescindir de la información suministrada por los restos de los organismos que vivieron en el pasado en la organización de un plan de estudios para la licenciatura en Ciencias Biológicas: No sólo por la pura descripción sistemática del registro fósil que se conserva, sino por el caudal de datos filogenéticos que su estudio suministra, así como por las especulaciones paleoecológicas y paleobiogeográficas que pueden realizarse, obtenidas algunas en abierta conexión interdisciplinar.

Así, en el actual Plan de Estudios de la Sección, la asignatura de **Paleontología** figura como optativa en la Rama de Zoología. En el Departamento se imparten igualmente, en la licenciatura de Geológicas, las de Paleontología, Paleontología estratigráfica, Micro-paleontología y Paleobotánica, y se han explicado Cursos de Doctorado sobre **Paleobiología, Paleobotánica, Paleoicnología** y, más recientemente, **Origen y diversificación de los vertebrados en el tiempo** (curso 1970-71) y **La evolución estructural de los vertebrados a través del tiempo** (curso 1975-76).

La cátedra de Paleontología fue dotada en 1958, quedando integrada en la recién establecida Sección de Ciencias Geológicas, de tal modo que al crearse la de Biológicas hacía ya diez años que venía funcionando y se había constituido en Departamento por O. M. de 28-V-66. Actualmente cuenta además con una agregación de Paleontología de Invertebrados y dos adjuntías ocupadas en propiedad por los doctores Jenaro GARCÍA ALCALDE y Luis SÁNCHEZ DE POSADA.

INVESTIGACION

Las primeras investigaciones paleontológicas efectuadas en la Facultad de Ciencias son aún anteriores a la propia creación de la cátedra, fomentadas de años atrás por la de

Geología General, dirigida hasta 1961 por el malogrado profesor Noel LLOPIS (Carmen DE LA VEGA y Eduardo DE FRAGA, con catálogos paleobotánicos y paleomastológicos respectivamente). Desde 1961 a 1963 la nueva cátedra fue ocupada por el profesor Miguel CRUSAFONT, que importó como investigador su especialidad propia, el estudio de los Mamíferos del Terciario y su preocupación por los problemas de Evolución Biológica. Desde 1964, ocupada la cátedra por el actual titular, doctor Jaime TRUYOLS, se inició la tarea de estudiar la fauna y la flora de los terrenos paleozóicos de la Cordillera Cantábrica (Asturias, Norte de León y de Palencia), que hasta el momento habían merecido escasa atención por parte de los investigadores españoles. Para ello era necesario organizar colecciones representativas de los fósiles existentes en el área indicada con finalidad docente, y a la vez crear un equipo investigador capacitado para abordar el estudio de los diferentes grupos presentes. Los primeros resultados prácticos obtenidos llevan fecha de 1967.

Las líneas de investigación en el marco indicado se concretan en el estudio paleontográfico de los diversos grupos fundamentales para los terrenos paleozóicos de la región (Braquiópodos, Trilobites, Corales, Ostrácodos, Conodontos, Tentaculites, Pteridofitas, etc.) y su aplicación a la datación de los mismos. Su estudio taxonómico permite ya ahondar en el conocimiento de las asociaciones zoo y fitológicas presentes en las distintas épocas. Estudios paleoecológicos y otros de carácter paleobiogeográfico con base a los trabajos anteriores, están en una fase de desarrollo menos avanzada.

Los resultados obtenidos se materializan en parte con la presentación de catorce tesis hasta el mes de junio de 1978, así como de las seis tesis doctorales siguientes, que merecieron la máxima calificación académica:

J. L. GARCÍA-ALCALDE.—«Braquiópodos devónicos de la Cordillera Cantábrica (Orden Strophomenida)».

L. SÁNCHEZ DE POSADA.—«Ostrácodos carboníferos de la Cordillera Cantábrica».

I. MÉNDEZ-BEDIA.—«Biofacies y litofacies de la Formación Moniello-Santa Lucía (Devónico de la Cordillera Cantábrica, NW de España)».

M. A. ARBIZU SENOSIAÍN.—«Trilobites devónicos de la Cordillera Cantábrica (Orden Phacopiida)».

M. L. MARTÍNEZ CHACÓN.—«Braquiópodos carboníferos de la Cordillera Cantábrica (Orthida, Strophomenida, Rhynchonellida)».

M. SOTO FERNÁNDEZ.—«Rugosos solitarios del Devónico de la Cordillera Cantábrica».

Estas tesis y los trabajos publicados por componentes del Departamento han aumentado sensiblemente el grado de conocimiento de la fauna del Paleozoico de Asturias, León y Palencia en los últimos diez años. Baste decir que han sido establecidos más de 120 nuevos taxones para la Ciencia, descritos formalmente en estos trabajos.

Los proyectos de investigación del Departamento comportan frecuentes colaboraciones con especialistas de otros centros, y todas las tesis ejecutadas se han visto beneficiadas con estancias de sus autores en el extranjero (Universidades de Rennes, Louvain y Tübingen, Museos de Historia Natural de París, de Geología y Mineralogía de Leiden, Museo Senckenberg de Frankfurt, etc.). Varios miembros del Departamento forman parte de Comisiones Internacionales y Grupos de Trabajo creados oficialmente por las mismas para el estudio de temas concretos.

Se han promovido con frecuencia seminarios internos y organizado diversas conferencias; entre ellas, dos ciclos (en 1976 y 1977) sobre problemas generales del Carbonífero con vistas al próximo Congreso Internacional a celebrar en España.

DISTRIBUCION, EVOLUCION Y FILOGENIA DE LOS *DALMANITACEA* (TRILOBITA) DEVONICOS

Por

MIGUEL A. ARBIZU SENOSIAIN

Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

En este trabajo, se realizan diversas observaciones sobre la distribución paleobiogeográfica de los Trilobites *Dalmanitacea*, durante el Devónico, así como un estudio sobre las tendencias evolutivas y la filogenia del grupo.

En la distribución subfamiliar, se observa que aunque el endemismo de las distintas líneas es bastante marcado, existen en los diferentes dominios paleogeográficos elementos que son, sobre todo, característicos de otros dominios; por ello, hay que considerar que existió entre ellos una mayor comunicación de lo que hasta ahora se venía suponiendo.

En el estudio de las tendencias evolutivas del grupo, se analizan los datos proporcionados por los distintos autores, incluyéndose, además, nuestras propias observaciones, basadas principalmente, sobre materiales de la Cordillera Cantábrica. De acuerdo con estas tendencias evolutivas, se propone un esquema filogenético de los taxones de *Dalmanitidae* y *Synphoriidae*.

ABSTRACT

In this paper some observations on the paleobiogeographical distribution of *Dalmanitacean* Trilobites during the Devonian are made, as well as a study of the evolutionary trends and phylogeny of this group.

The distribution of their subfamilies shows a quite strong endemism of the different branches, however in the several paleogeographical realms, there are characteristic elements of others realms. Thus, a broader connection than that supposed until now, is assumed.

In the study of the evolutionary trends of this group, evidences pointed out by different authors, as well as our own observations on materials coming from the Cantabrian Mountains, are analyzed. According to these trends, a phylogenetic scheme of the taxa *Dalmanitidae* and *Synphoriidae* is proposed.

De acuerdo con la estructura sistemática desarrollada por STRUVE (1959, *Treatise on Invertebrate Paleontology*), la superfamilia *Dalmanitacea* VOGDES, 1890, comprende cuatro familias, de las cuales sólo *Dalmanitidae* VOGDES, 1890 y *Calmoniidae* DELO, 1935, poseen representantes devónicos.

Dalmanitidae abarcaría, en el concepto del referido autor, las subfamilias Dalmanitinae VOCDES, 1890, Acastavinae STRUVE, 1958 y Asteropyginae DELO, 1935, con géneros devónicos, y Zeliszkellinae DELO, 1935, con formas ordovícicas y silúricas.

En los últimos tiempos, este esquema clasificatorio, excesivamente simplista, ha ido siendo modificado para permitir la introducción de una gran masa de información nueva que proporciona una mejor perspectiva de la evolución global del grupo, de las relaciones filogenéticas entre las diversas líneas y de la distribución paleogeográfica de sus representantes. Así, por ejemplo, LESPERANCE & BOURQUE (1971), conscientes de la heterogeneidad de los taxones incluidos en Dalmanitinae, reivindican la autonomía de la subfamilia Synphoriinae DELO, 1935, incluida por STRUVE (*op. cit.*) en la sinonimia de aquella y, más tarde, LESPERANCE (1975), la eleva, incluso, al rango familiar, como Synphoriidae DELO, 1935, englobando las subfamilias Synphoriinae DELO, 1935 *emend.* y Trypaulitinae LESPERANCE, 1975.

Tanto LESPERANCE & BOURQUE (1971), como LESPERANCE (1975), han querido ver los sinforinidos como una radiación de formas desarrollada, en exclusiva, sobre lo que hoy es el Continente americano, rechazando la pertenencia a ellos del único género no americano, *Malladaia* D. OEHLERT & P. OEHLERT, 1897 que el propio DELO (1935), había incluido en Synphoriinae. Sin embargo, como ya demostramos en una publicación anterior (ARBIZU, 1978a), tanto éste género, como *Furacopyge* ARBIZU, presentan todos los caracteres diagnósticos de la familia Synphoriidae y han de ser incluidos en ella, como integrantes de la subfamilia Malladaiinae ARBIZU.

Las subfamilias Acastavinae y Asteropyginae, están estrechamente ligadas al dominio paleobiogeográfico del Viejo Mundo (*Old World Realm*, de BOUCOT, 1974), de manera que sólo algunas especies del asteropígido *Greenops* DELO, han colonizado otro dominio diferente: el de América Oriental (*Eastern America Realm*, de BOUCOT, 1974), apareciendo en el Devónico Medio del Este de Norteamérica.

Por su parte, Calmoniidae DELO, 1935, comprende las subfamilias Calmoniinae DELO, 1935 y Acastinae DELO, 1935. La primera de ellas, integra formas devónicas fuertemente endémicas, desarrollándose en el dominio paleobiogeográfico Malvino-Africano (*Malvinokaffric Realm*; BOUCOT, 1974). La segunda, es más cosmopolita, abarcando los Dominios del Viejo Mundo y de América Oriental.

La distribución geográfica de las subfamilias de Dalmanitidae, Synphoriidae y Calmoniidae, se recoge en Fig. text. 1 (con datos originales y otros de STRUVE, 1959; HAAS, 1970; LESPERANCE, 1975).

Como puede apreciarse, la mayoría de las líneas de Dalmanitacea, presentan un marcado endemismo durante el Devónico, de manera que su ámbito de distribución tiene límites, en general, bastante netos. Esto no quiere decir, no obstante, que el aislamiento de sus representantes haya sido total, como algunos

intenso que el que se ha venido suponiendo, de formas dalmanitáceas entre los diferentes dominios paleobiogeográficos, el cual explicaría (como lo ha hecho en el caso de los Malladaïinae) parte de las numerosas anomalías registradas al intentar trazar la filogenia de los distintos grupos. Es indudable que la percepción justa de dicho fenómeno, depende estrechamente del azar de los hallazgos, sobre todo en un grupo como el de los Trilobites devónicos, donde rara vez se producen grandes acumulaciones de restos fósiles y donde la conservación de los mismos suele ser siempre bastante deficiente. Sin embargo, el ritmo de la investigación está creciendo tanto en la actualidad, que es de esperar que muy pronto puedan ponerse de manifiesto las principales corrientes migratorias y su efecto en las distintas áreas, lo cual deberá, necesariamente, inducir aún cambios más profundos en la sistemática de los Dalmanitacea.

Como se observa en la Fig. text. 1, en el Devónico de la Cordillera Cantábrica, los Dalmanitacea están representados por las familias Dalmanitidae y Synphoriidae.

Entre los Dalmanitidae, hemos encontrado y estudiado hasta la actualidad, un total de 24 especies diferentes, de las cuales, 20 pertenecen a la subfamilia Asteropyginae y 4 a Acastinae. Solo una forma, *Dalmanites cf. caudatus* (BRUNNICH), encontrada en las pizarras de la Fm. Formigoso (Silúrico), representaría a los típicos Dalmanitinae en esta región.

La familia Synphoriidae, está representada exclusivamente por los Malladaïinae, que como ya indicamos anteriormente, constituye la única radiación en Europa de formas consideradas, hasta hace poco, como exclusivas del Continente americano.

Tanto en Dalmanitidae como en Synphoriidae, se pueden observar ciertas tendencias evolutivas generales que, principalmente, son las siguientes: en el cefalón la compactación glabellar, aproximación de la glabela a la sutura facial en su recorrido anterior, reducción de la superficie visual y acortamiento de las espinas genales. En el pigidio, hay dos caracteres de gran importancia: el tipo de segmentación de las costillas pleurales y la morfología del reborde, el cual, en muchos casos, presenta ondulaciones o espinas, más o menos desarrolladas.

Estos caracteres, tipo de segmentación costal y espinas del reborde pigidial, tienen gran importancia para trazar la filogenia de las subfamilias Asteropyginae, dentro de Dalmanitidae, y Malladaïinae, dentro de Synphoriidae.

En general, se puede señalar que los pigidios tienden a ser cada vez más transversos y a poseer un menor número de anillos axiales y costillas pleurales en las formas más modernas; los segmentos que forman el pigidio tienden también a fundirse cada vez más fuertemente, presentando las formas más antiguas de cada línea, unas costillas divididas en dos semicostillas, mucho más marcadamente y más separadas entre sí, que en las formas más modernas de la misma línea. En cuanto a las espinas pigidiales, se observa una reducción de su longitud e,

incluso, una disminución en su número, como ocurre al final de la subfamilia Asteropyginae, o bien su desaparición total, como es el caso en los Malladaïinae.

Estas dos subfamilias, Asteropyginae y Malladaïinae, han merecido la atención de nuestros últimos trabajos (ARBIZU, 1978 a y b), donde se han aportado nuevos datos, a base del material presente en la Cordillera Cantábrica. Sus antecesores deberían poseer, de acuerdo con nuestras observaciones sobre la evolución del grupo, un cefalón provisto de una glabela débilmente ensanchada hacia delante, con un lóbulo frontal de superficie poco convexa y lóbulos laterales disminuyendo de 3p a 1p; la superficie visual sería amplia y las puntas genales estarían bien desarrolladas. El pigidio poseería un elevado número de anillos axiales y costillas pleurales; estas costillas, estarían bien diferenciadas en dos semicostillas separadas por un marcado surco interpleural. Por último, su reborde estaría pobremente diferenciado y, por lo menos en los estadios ontogenéticos tempranos de su desarrollo, presentaría proyecciones espinosas.

Las relaciones filogenéticas entre las distintas subfamilias de Dalmanitacea, presentes en el Devónico, son difíciles de trazar y muy especulativas, ya que durante el Silúrico, sus representantes son muy escasos, con la consecuente falta de datos.

Entre los representantes silúricos de Dalmanitacea, se conocen formas pertenecientes a Acastavinae, Dalmanitinae y Acastinae. Las dos primeras subfamilias, según la clasificación de STRUVE (1959), pertenecen a Dalmanitidae, mientras que Acastinae, pertenece a la familia Calmoniidae.

En nuestro esquema filogenético (Fig. text. 2), no se han representado las subfamilias Calmoniinae y Acastinae, que comprende la familia Calmoniidae. Calmoniidae, está compuesta por formas devónicas, exclusivamente del Dominio Malvino-Africano, por lo que sabemos hasta hoy. Su morfología cefálica, nos podría indicar un origen próximo a alguna de las formas de Dalmanitinae que dieron lugar en el Dominio del Viejo Mundo, a los géneros *Protacanthina* GANDL, *Gourdonia* PILLET y alguna de las especies incluidas por GANDL, dentro del género *Metacanthina*, tal como «*M.*» *asnoensis*. Los Acastinae DELO, presentes desde el Ordovícico en Europa y en América, darían lugar a diferentes géneros incluidos dentro de la subfamilia Acastavinae STRUVE. Los Acastavinae están constituidos por formas en las que se puede apreciar, en su cefalón, una cierta compactación glabellar, superficie visual poco extensa y puntas genales cortas; sus pigidios, muestran un reducido número de anillos axiales y costillas pleurales, pudiendo presentar en su reborde una espina posterior, normalmente corta, así como pequeñas indentaciones laterales que, en algunos casos, constituyen cortas espinas. Todos estos caracteres nos indican que se trata de formas de dalmanitáceos que han sufrido unos procesos evolutivos, hasta alcanzar estadios filogenéticos próximos a su desarrollo final, por lo que su potencialidad, como fuentes originarias de otras formas, sería muy reducida.

Este último punto, está en contra de las ideas de GANDL (1972). Este autor,

supone que los Asteropyginae, salvo la línea *Protacanthina-Gourdonia*, tendrían su origen a partir de los Acastavinae, precisamente de algunas formas tales como *Acastella tiro* R. & E. RICHTER, del Gedinense Inferior, que presenta un reborde pigidial provisto, al menos en su molde interno, de cortas proyecciones espinosas.

Según las observaciones que hemos indicado, sobre las tendencias evolutivas de Dalmanitacea, es muy poco probable que formas con los caracteres presentes en Acastavinae puedan dar lugar a los Asteropyginae, cuyos taxones, incluso los más evolucionados, presentan unos pigidios con un número de anillos axiales y costillas pleurales superior, así como unas espinas laterales más desarrolladas. Por todo ello, pensamos que es más probable que los Asteropyginae tengan su origen en Dalmanitinae, o bien a partir de alguna de las formas que dan lugar a Dalmanitinae que, hacia finales del Silúrico, hubiera desarrollado los caracteres propios de la subfamilia Asteropyginae.

Tales formas ancestrales, pudieron representar el origen de la línea *Protacanthina-Gourdonia*, en donde el número de espinas tendió a aumentar con el tiempo, desviándose así del modelo asteropígido.

La subfamilia Asteropyginae ha sido tratada ampliamente por nosotros (ARBIZU 1978b), y para cualquier aclaración nos remitimos a dicho estudio, indicando aquí, a modo de resumen, alguna de las conclusiones filogenéticas del trabajo anterior.

La subfamilia Asteropyginae está caracterizada por la posesión de un cefalón muy próximo al de los Dalmanitinae y un pigidio provisto de cinco pares de espinas laterales y una espina posterior, más o menos desarrolladas.

Para comprender su filogenia, es de gran utilidad el estudio de la evolución del tipo de segmentación, así como morfología de las espinas laterales del pigidio. Los tipos de segmentación empleados, son los propuestos por STRUVE (1958), «*prorotundifrons*», «*boothi*», «*cometa*» y «*supradevónica*», incluyéndose además, el tipo «*alcaldei*», propuesto por ARBIZU (1978).

De esta manera se pueden diferenciar, claramente, dos grupos de formas. El primero de ellos estaría constituido por aquellos taxones con espinas laterales pigidiales de la misma longitud, con segmentación «*prorotundifrons*» o «*prorotundifrons*» modificada, en sus formas más primitivas, para evolucionar, posteriormente, a los tipos «*boothi*», «*cometa*» y, posiblemente, «*supradevónica*». El segundo grupo, presenta pigidios con espinas laterales de diferente longitud, siendo el 5.º par de espinas laterales más cortas que las correspondientes al 4.º par; sus tipos de segmentación serían «*alcaldei*» evolucionando a «*cometa*» y «*supradevónica*».

Inicialmente la subfamilia estuvo representada por formas del primer grupo (Fig. text. 2), aparecidas en el Gedinense, con segmentación «*prorotundifrons*», evolucionando en, al menos, tres líneas distintas procedentes de una base común aún no bien conocida: las líneas de *Treveropyge* STRUVE, *Pilletina* HAAS y, con gran probabilidad, la de *Pseudocryphaeus* PILLET.

La transformación de la segmentación pigidial «*prorotundifrons*» en «*boothi*», se registró tanto en *Pseudocryphaeus* como en especies enraizadas en *Pilletina*, constituyendo la línea de *Metacanthina* PILLET-Asteropyge HAWLE & CORDA, desembocando, finalmente, las formas de esta stirpe en otras con segmentación «*supradevónica*».

Pseudocryphaeus fue un género con numerosas especies, con segmentación «*prorotundifrons*» modificada y, principalmente, «*boothi*», parte de las cuales debieron tender, en diferentes momentos del Devónico, a la adquisición de la segmentación «*cometa*» (Fig. text. 2), originando taxones como *Delocare* STRUVE y *Kayserops* DELO.

De la misma raíz, se desprendieron formas con la más típica segmentación «*boothi*» que desembocaron, finalmente, en *Greenops* (*Neometacanthus*) R. & E. RICHTER, del que, a su vez, derivó *G.* (*Greenops*) DELO.

Una ramificación de *Pseudocryphaeus* está representada por el pequeño grupo de *Rhenops* R. & E. RICHTER, poco más importante que *Feruminops* HAAS, cuyo origen parece situarse cerca de *Pilletina*.

Próxima a la línea *Metacanthina-Asteropyge*, aunque no relacionada claramente con ninguna forma previa, se desarrolló la línea en cuya base encontramos el género *Comura* R. & E. RICHTER (Fig. text. 2). De las formas que dieron origen al género provisto de segmentación «*cometa*», se desprenderían, por un lado *Psychopyge* H. & G. TERMIER, con segmentación «*supradevónica*» en la parte proximal de las costillas, y, por otra, *Alcaldops* ARBIZU, con segmentación «*alcaldei*». La gran perforación que ocupan el surco interpleural en la segmentación «*alcaldei*» iría reduciéndose, en el curso de la evolución, a causa de un acercamiento de las semicostillas, para dar como resultado las formas del género *Heliopyge* HAAS, con segmentación «*supradevónica*». El avance ulterior de este proceso evolutivo, conduciría a la desaparición total de las perforaciones existentes en el pigidio de *Heliopyge*, lo que iría acompañado de una reducción de la longitud de las espinas laterales, desembocando en especies correspondientes al género *Bradocryphaeus* HAAS.

Por último, y de acuerdo con la idea de HAAS, alguna de las formas de *Bradocryphaeus*, sufriría una mutación regresiva, originando especies provistas de sólo cuatro pares de espinas laterales, agrupadas en el género *Neocalmonia* PILLET, taxon cuya pertenencia a Asteropyginae, hay que considerar como excepcional.

La subfamilia Dalmanitinae, según la concepción de los distintos autores que se ocuparon del grupo, ha planteado problemas en cuanto a los géneros que debería comprender. Como se ha indicado al principio de este trabajo, los estudios sobre las tendencias evolutivas de formas americanas incluidas por STRUVE (1959) en dicha subfamilia, llevados a cabo por LESPERANCE & BOURQUE (1971), hace que estos autores reivindicuen la autonomía de la subfamilia Synphoriinae que, posteriormente, LESPERANCE (1975) eleva a la categoría familiar, para com-

prender las subfamilias Synphoriinae y Trypaulitinae. Con esto, Dalmanitinae queda muy reducida en cuanto al número de géneros ya que, únicamente, *Dalmanites* BARRANDE y, con probabilidad, *Odontochile* HAWLE & CORDA y *Neoprobolium* STRUVE, serían los constituyentes de dicha subfamilia.

De todas maneras, aunque Dalmanitinae comprenda tan escaso número de géneros, estos, o bien sus antecesores, tuvieron gran importancia como formas sintéticas que, en el curso de la evolución, pudieron ser la base de distintas ramas subfamiliares.

Pensamos que formas próximas a *Dalmanites puticulifrons* WHIT. & CAMP., del Silúrico de Maine (USA), con pigidios transitorios espinosos, pudieron desarrollar los caracteres de los Asteropyginae. También una forma próxima a la anterior, daría origen a la línea *Protacanthina-Gourdonia*, caracterizada porque sus pigidios tienen tendencia a la adquisición de más de cinco pares de espinas laterales y una punta posterior más robusta que en Asteropyginae.

Por otra parte, *Odontochile*, o alguna forma afín, pudo ser, con gran probabilidad, el origen de los Synphoriidae.

LESPERANCE (1975), propone un esquema filogenético muy sugestivo, de las formas americanas de la familia Synphoriidae, basado en sus caracteres evolutivos que, en Synphoriinae consisten, principalmente, en la variación del margen cefálico anterior, mientras que en Trypaulitinae, los caracteres evolutivos más importantes para trazar su filogenia, se encuentran en el pigidio.

Malladaiainae, integrada por los géneros *Malladaia* y *Furacopyge*, representantes europeos de Synphoriidae, ha sido objeto de un trabajo anterior por nuestra parte (ARBIZU 1978a), en donde se indicaba su posición sistemática dentro de Synphoriidae y que, debido a sus caracteres, hay que considerar como una subfamilia autónoma, próxima y, probablemente, derivada de Trypaulitinae.

Del análisis de la evolución de los caracteres de *Malladaia* y *Furacopyge*, se observa que si bien en el cefalón se produce en el tiempo ciertos cambios, como son la disminución de la superficie visual, abombamiento de la glabella, así como una reducción de las puntas genales, es en el pigidio donde las tendencias evolutivas son más patentes. Estas tendencias pigidiales son la disminución del número de anillos axiales y costillas pleurales, aproximación de las semicostillas, con pérdida de importancia de la marca del surco interpleural, y en cuanto al reborde, desaparición de las espinas laterales y acortamiento de la espina posterior.

Así pues, *Malladaia truyolsi* ARBIZU, la especie más antigua del género, presenta un pigidio con 12 anillos axiales y 7-8 pares de costillas pleurales, así como un reborde espinoso provisto de una ancha espina posterior; la otra especie perteneciente a este género, *M. luciae* D. & P. OEHLERT, que se encuentra a unos 80 m estratigráficos por encima de su antecesora, presenta ya un pigidio con 10-11 anillos axiales y seis pares de costillas pleurales netas, pudiendo poseer

alguna vez un 7.º par muy reducido, presentando su reborde, como máximo, débiles ondulaciones, así como una reducida espina posterior.

En cuanto a las especies del género *Furacopyge*, además de presentar las mismas tendencias sobre la reducción en el tiempo de anillos axiales y costillas pleurales del pigidio, se observa también una clara variación en la segmentación costal, así como otras tendencias particulares referidas al sistema de perforaciones características de este género.

En la especie más antigua del género, *Furacopyge progenitor* ARBIZU, las perforaciones se disponen en una sola hilera, situada principalmente a lo largo de amplios surcos interpleurales; la especie que le sigue en el tiempo, *F. sotoi* ARBIZU, presenta los surcos interpleurales menos pronunciados y las perforaciones están desplazadas hacia atrás, situándose principalmente, sobre la semicostilla posterior; la especie más moderna, *F. morzadeci* ARBIZU, presenta muy débiles surcos interpleurales, así como dos sistemas de perforaciones, uno de ellos, el anterior, dispuesto sobre el surco interpleural, mientras que el posterior está más retrasado, afectando sólo a la semicostilla posterior.

El análisis de las relaciones entre *Malladaia* y *Furacopyge* en su área original, nos condujo a demostrar una correlación clara entre cambios ecológicos bruscos, evidenciados en el carácter de los sedimentos, y cambios profundos en las poblaciones de Trilobites, ilustrando una modalidad de especiación acelerada,

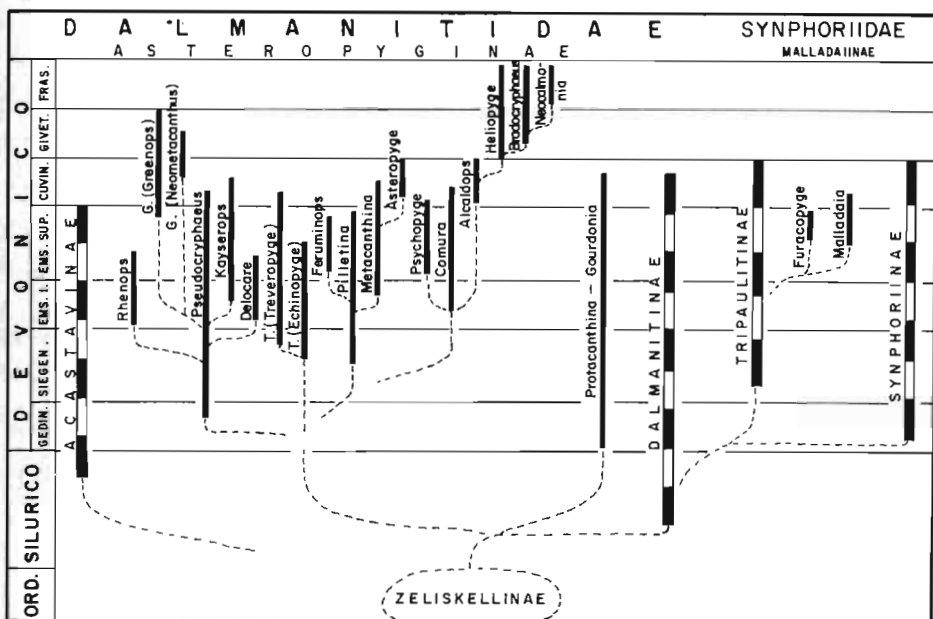


Fig. 2.—Esquema de la filogenia de taxones de Dalmanitidae y Synphoriidae.

conduciendo, en breve lapso de tiempo, a la diferenciación genérica y a la extinción de una subfamilia entera (ARBIZU, 1978a).

BIBLIOGRAFIA

- ARBIZU, M. (1978).—Trilobites Synphoriidae del Devónico de la Cordillera Cantábrica: Malladaiainae nov. subfam. *Trab. Geol. Univ. Oviedo*, **10**: 37-73.
- (1978).—Asteropyginae (Trilobita) du Dévonien des Montagnes Cantabriques (NO de l'Espagne). *Bull. Soc. Géol. Min. Bretagne* ser. C. IX, fasc. 2: 59-102.
- BOUCOT, A. J. (1974).—Silurian and Devonian biogeography. En: Paleogeographic provinces and provinciality, Ch. A. ROSS, Ed. *Soc. Econ. Pal. Min. Spec. Publ.*, **21**: 165-176.
- CAMPBELL, K. S. W. (1967).—Trilobites of the Henryhouse Formation (Silurian) in Oklahoma. *Oklah. Geol. Surv. Bull.*, **115**: 68 pp.
- DELO, D. M. (1935).—A revision of the phacopid Trilobites. *Journ. Paleont.*, (5) **9**: 402-420.
- ERBEN, H. K. (1962).—Zur analyse und interpretation der rheinischen und hercynischen und hercynischen magnafacies des Devons. *Symp. Silur/Devon-Grenze 1960*, 42-61.
- GANDL, J. (1972).—Die Acastavinae und Asteropyginae (Trilobita) Keltiberiens (NE-Spanien). *Abh. Senck. Naturf. Ges.*, **530**: 184 pp.
- GARCIA-ALCALDE, J. L. (1973).—Braquiópodos Devónicos de la Cordillera Cantábrica (Strophomenida). Tesis Doctoral Univ. Oviedo (impugnada).
- & ARBIZU, M. (1976).—Les faunes pélagiques du Dévonien moyen de León (versant meridional des Montagnes Cantabriques, NO de l'Espagne). *Ann. Soc. Géol. Nord*, (4) **96**: 413-417.
- HAAS, W. (1968).—Trilobiten aus dem Silur und Devon von Bithynien (NW Turkey). *Palaeontographica*, (A) **130**: 60-207.
- (1970).—Zur phylogenie und systematik der Asteropyginae und beschreibung einiger neuer Arten (Phacopacea, Trilobita). *Senck. leth.*, (3/4) **51**: 97-132.
- & MENSINK, H. (1969).—Asteropyginae aus Afghanistan (Trilobita). *Akad. Wiss. Lit. Math. Nat. Kl.*, **6**: 155-211.
- HUPE, P. (1953).—Classification des Trilobites. *Ann. Paleont.*, **39**: 61-168 (1-110).
- (1955).—Classification des Trilobites. *Ann. Paleont.*, **41**: 91-325 (111-345).
- KOZLOWSKI, R. (1923).—Faune dévonienne de Bolivie. *Ann. Paleont.*, (1-2) **12**: 112 p.
- LESPERANCE, P. J. (1975).—Stratigraphy and paleontology of the Synphoriidae (Lower and Middle Devonian Dalmanitacean trilobites). *Journ. Paleont.*, (1) **49**: 91-137.
- & BOURQUE, P. A. (1971).—«The Synphoriinae: an evolutionary pattern of Lower and Middle Devonian trilobites. *Journ. Paleont.*, (2) **45**: 182-208.
- LESPERANCE, P. J. & BOURQUE, P. A. (1973).—The Synphoriinae: an evolutionary pattern of Lower and Middle Devonian Trilobites. *Journ. Paleont.*, (2) **47**: 329-330.
- MORZADEC, P. (1969).—Le Dévonien de la rive Nord de la riviere du Faou (Finistere). Etude stratigraphique-Etude des Trilobites. *Bull. Soc. Géol. Min. Bretagne*, 58 pp.
- OEHLERT, D. & OEHLERT, P. (1897).—Fossiles dévoniens de Santa Lucía (Espagne) (1^{re} partie). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (3) **24**: 814-875.
- ORMISTON, A. R. (1972).—Lower and Middle Devonian trilobite zoogeography in northern North America. *24th Int. Geol. Congr. Montreal*, Sec. 7, 594-604.
- PILLET, J. (1954).—La classification des Phacopacea (Trilobites). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (6) **6**: 27-41.
- (1958).—Contribution a l'étude de quelques Asteropyginae (Trilobites). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (6) **8**: 3-20.
- (1961).—Sur le genre *Cryphina* D. & P. OEHLERT 1889 (Trilobite Dévonien). *Bull. Soc. Et. Sci. Angers, n. s.*, (4) **91**: 11-20.
- (1969).—Un nouveau genre de Trilobite dévonien en Afghanistan (*Neocalmonia* nov. gen., Calmoniinae, Tril.). *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, **5**: 144-145.
- (1972).—Les Trilobites du Dévonien inférieur et du Devonien moyen du Sud-Est du Massif Armonicaïn. *Mém. Soc. Et. Sci. Anjou*, **1**: 307 pp.
- & LAPPARENT, A. F. (1969).—Description de Trilobites ordoviciens, siluriens et dévoniens d'Afghanistan. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **79**: 323-333.
- RICHTER, R. & RICHTER, E. (1926).—Die Trilobiten des Oberdevons. Beiträge zur kenntnis devonischer trilobiten. *Abh. Preuss. Geol. Land.*, **99**: 314 pp.
- (1952).—Phacopacea von der Grenze Emsium/Eifelium (Tril.) *Senck. leth.*, (1/3) **33**: 79-108.
- (1954).—Die Trilobiten des Ebbe-Sattels und zu vergleichende Arten (Ordovizium, Gotlandium-Devon). *Abh. Senck. Naturf. Ges.*, **488**: 75 pp.

- STRUVE, W. (1958).—Beiträge zur Kenntnis der Phacopacea (Trilobita). 2: Acastavinae n. subfam.; 3: *Treveropyge* n. gen. und *Comura (Delocare)* n. subgen. (Asteropyginae). *Senck. leth.*, (3/4) **39**: 221-234.
- (1959).—Beiträge zur Kenntnis der Phacopacea (Trilobita). 5: *Gourdonia destombesi* n. sp. (Asteropyginae) aus dem Mittel-Devon von S-Frankreich. *Senck. leth.*, (1/2) **40**: 47-50.
- STRUVE, W. (1959).—Suborder Phacopina STRUVE, nov. En: *Treat. Invert. Pal.*, (O), Arthropoda, **1**, 461-495. Reimpr. 1968 N. Y.
- STUMM, E. C. (1953).—Trilobites of the Devonian Traverse group of Michigan. *Contr. Mus. Pal. Univ. Michigan*, (6) **10**: 101-157.
- (1954).—Lower Middle Devonian Phacopid Trilobites from Michigan, southwestern Ontario, and the Ohio Valley. *Contr. Mus. Pal. Univ. Michigan*, (11) **11**: 201-221.
- WHITTINGTON, H. B. (1959).—Ontogeny of Trilobites. En: *Treat. Invert. Pal.*, (O), Arthropoda, **1**: 127-144.
- & CAMPBELL, K. S. W. (1967).—Silicified Silurian Trilobites from Maine. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, (9) **135**: 447-482.

LOS PRIMEROS VEGETALES VASCULARES DE LA CORDILLERA CANTÁBRICA (NW. ESPAÑA)

Por
P. LORENZO

Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo. España.

RESUMEN

Se dan a conocer, por primera vez, restos vegetales pertenecientes a plantas vasculares recogidas en el Devónico del Noroeste de España, al mismo tiempo que constituyen los ejemplares más antiguos descubiertos, hasta el momento, en la Cordillera Cantábrica.

ABSTRACT

In the present paper the distribution and a short description of the Devonian floras in the Cantabrian Mountains have been given for the first time.

INTRODUCCION

Las primeras plantas vasculares conocidas aparecieron por primera vez sobre la superficie de la Tierra hace unos 400 millones de años durante el Downtoniense (Silúrico superior), sin embargo, el hecho de que el criterio fundamental para distinguir una planta vascular sea la presencia de elementos del xilema, hecho difícilmente observable en los ejemplares fosilizados, da lugar a que hayan existido numerosos descubrimientos y hallazgos, de edad aún más antigua, atribuibles con dudas a dicho tipo de vegetales. A partir del Devónico comienza una progresiva proliferación y radiación de las plantas terrestres, apareciendo las líneas de evolución que darían lugar a las Licofitas, Artrofitas y Psilofitas.

Hasta la presente publicación ha existido un hiato de conocimientos importante en torno a las primeras plantas vasculares en general, y a las devónicas en particular, de la Cordillera Cantábrica, solamente COMTE (1959) que señala restos

de *Cyclostigma* sp., en las pizarras de Fueyo (Frasniense), PELLO (1972) que reseña la presencia de Licofitas en las Areniscas del Devónico Superior, a 100 m por debajo del Viseense, en Llueves (Cangas de Onís, Asturias) y KULLMANN (1963) que señala en el valle de Arruz (NE provincia de Palencia) bancos con restos de *Taeniocrada* sp., fueron los únicos autores que han citado taxones concretos dentro de la zona Cantábrica. Otros autores (SÁNCHEZ DE LA TORRE et al., 1976) indican macrorrestos de la paleoflora en la secuencia de las Areniscas del Devónico Superior que aflora en la playa de la Gargantera (SE de Luanco, Asturias). Por lo que respecta al resto de España son igualmente escasos los datos de que se disponen sobre este tipo de flora: GÓMEZ DE LLARENA (1950) señala restos de *Psilophyton* sp. y *Haliserites* sp. (nombre paragenérico introducido por STERNBERG en 1833 y sustituido en *Taeniocrada* por WHITE en 1903) en el Devónico medio de Quinta del Real (Navarra); TEIXEIRA y PAIS (1973) describen e ilustran cf. *Calamites* sp. y cf. *Sublepidodendron* sp. de Villar de Ciervos en Allañices (Zamora); por último, la mejor aportación al conocimiento de este tipo de flora la realiza ALVAREZ-RAMIS (1978) quien estudia 20 especies del Devónico superior de Hornachos (Badajoz).

YACIMIENTOS

Yacimiento n.º 1: Hoja n.º 104 del Mapa Topográfico del Instituto Geográfico y Catastral (E. 1 : 50.000). En el corte que hay de la formación la Vid en Adrados (León), entre las zonas biostratigráficas de braquiópodos *Mesodowillina triculta* (FUCHS) y *Xana bubo* GARCÍA-ALCALDE. La sucesión comprende materiales depositados en un medio típico de estuario, el tipo de plantas hallado, si bien terrestres, es característico de un habitat litoral. La edad del yacimiento es Siegeniense. Se han diferenciado: *Psilophyton* sp., y *Psilophytites* sp.

Yacimiento n.º 2: Hoja n.º 104, en los esquistos de Fueyo, al Norte de las Caldas de San Adrián (León), cerca del contacto con las calizas de Portilla (Givetiense-Frasniense). La sucesión comprende pizarras nodulosas y algunos bancos de cuarcita. Los fósiles provienen de los nódulos alóctonos recogidos; a veces, a causa de la rápida formación de estos y debido a una oxidación muy poco marcada de la materia orgánica, pueden encontrarse fragmentos vegetales relativamente bien conservados. Estos nódulos se produjeron en una plataforma de fango no turbidítica. Es presumible que la vegetación se ha fosilizado no lejos del lugar donde ella crecía, dado que su constitución no permitía un largo transporte en el agua, dándonos este yacimiento, por tanto, una idea de la proximidad de la línea de costa. En estos mismos esquistos de Fueyo han aparecido también restos de flora en otras localidades de las montañas cantábricas pero en un estado de conservación deficiente, por ejemplo en Olleros de Alba (León) y en Fueyo (León); al mismo tiempo, las pizarras nodulosas de estos sitios guardan faunas de

Braquiópodos (*Douvillina* sp.), Nautiloideos y Lamelibranquios (*Buchiola* sp.). Los elementos florísticos son: *Hostimella* sp., *Taeniocrada* sp., *Thursophyton* sp.,

Yacimiento n.º 3: Al Oeste de Lores (Palencia), Hoja n.º 106, en el arroyo de Aranz, la primera banda calcárea que aparece en el flanco W del sinclinal de Cartes, dentro de las llamadas calizas de Requejada pertenecientes a la formación La Abadía (Emsiense). El yacimiento se sitúa biostratigráficamente en la zona de *Mimosphinctes-cantabricus* KULLMANN. Junto a la flora fósil se ha encontrado asociada una fauna de corales compuesta por: *Syringaxon* aff. *smithi* PRANTL, *Neaxon regularis* KULLMANN, *Barrandeophyllum cantabricum* KULLMANN, *Barrandeophyllum parvum* KULLMANN, cf. *Metriophyllum* sp., cf. *Metrionaxon primitivus* KULLMANN, *Nicholsoniella nodosa* KULLMANN, *Oligophyllum plerophylloides* KULLMANN, *Oligophyllum crassum* KULLMANN, *Oligophyllum pentaphylloides* KULLMANN, *Oligophyllum tenuiseptatum* KULLMANN, *Pentaphyllum irregulare* KULLMANN, cf. *Streptelasma* sp., *Enterolasma ibericum* KULLMANN; y una fauna de cefalópodos compuesta por: *Anetoceras* sp., *Mimosphinctes cantabricus* KULLMANN, *Mimosphinctes* cf. *tripartitus* EICHENBERG, *Mimagoniatites* sp., *Mimagoniatites erbeni* KULLMANN, *Mimagoniatites tabuliformis* KULLMANN (ver KULLMANN, 1965). El que aparezcan en este yacimiento goniátidos hace pensar que estos materiales se han depositado en un medio relativamente profundo dado su naturaleza pelágica, pero de una baja energía dado el tamaño de la flora encontrada; otra posibilidad para explicar esta oritocenosis es que se haya tratado de un medio cercano a la costa pero profundo debido a la existencia de fuertes relieves. La flora consta de numerosos ejemplares de *Hostimella* sp.

Yacimiento n.º 4: En las pizarras que afloran en el mismo pueblo de Polentinos (Palencia), Hoja n.º 106, dentro de la formación La Abadía. Los restos aparecidos se han atribuido a aff. *Archaeocalamites* sp.

DESCRIPCION DE LOS RESTOS

PSILOFITAS

- *Psilophyton* sp. (Lám. 1, Fig. 14): Numerosos fragmentos de tallos desnudos, pseudomonopodiales o ramificados dicotómicamente.

Distribución estratigráfica: Devónico inferior-Devónico superior.

- *Psilophytites* sp. (Lám. 1, Fig 13): Tallos incompletos sin hojas, pero con finas emergencias que parten del eje en ángulo bastante recto. Se trata de un género de forma basado en caracteres puramente vegetativos.

Distribución estratigráfica: Downtoniense-Devónico superior.

- *Hostimella* sp. (Lám. 1, Figs. 4, 5, 8, 12; Lám. 2, Figs. 1, 2, 3): Varios fragmentos con ejes estériles sin hojas ni emergencias, pseudomonopodiales o con ramificación dicotómica. El ejemplar más completo presenta sucesivas dicotomizaciones más o menos simétricas, pareciendo disminuir éstas de espesor hacia la

parte superior de la planta, el espesor medio es de unos 3 mm, y los ángulos que presentan las dicotomizaciones son de unos 30°. En las superficies de los tallos se observan crenulaciones debido a lo delicado de su superficie.

Distribución estratigráfica: Devónico inferior-Devónico superior.

- *Taeniocrada* sp. (Lám. 1, Figs. 2, 6, 10): Un número elevado de fragmentos que muestran los ejes planos, con una anchura de 1 a 8 mm, en algunos ejemplares puede observarse el haz vascular central y también algunos esporangios semicirculares unidos al eje mediante un apéndice que parte de éste, sin ninguna estructura visible debido a su estado de conservación.

Distribución estratigráfica: Devónico inferior-Devónico superior.

- *Thursophyton* sp. (Fig. 1, b): Un solo tallo robusto, sin bifurcaciones, portando hojas en forma de aguja, densas, oprimidas y dispuestas en espiral.

Distribución estratigráfica: Devónico inferior-Devónico superior.

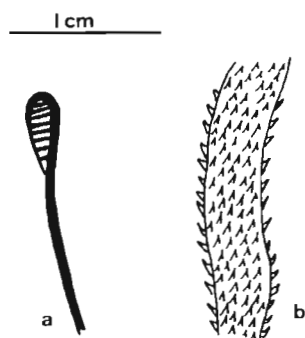


Figura 1
Reconstrucción de a: *Pectinophyton* sp., b: *Thursophyton* sp.

ESFENOFITAS

- aff. *Archaeocalamites* sp. (Lám. 2, Fig. 4): Fragmentos de tallos costulados longitudinalmente con los salientes rectilíneos y paralelos. Desafortunadamente no se observan los entrenudos, siendo estos un criterio importante para la clasificación; por otro lado, la distribución estratigráfica discrepa con la dada hasta ahora para este género, pues se estima que su aparición aconteció durante el Devónico superior.

FILICOFITAS

- *Pseudosporochnus* sp. (Lám. 1, Figs. 3, 7, 11): Varias impresiones de tallos fragmentarios, estriados longitudinalmente e irregularmente ramificados en sus extremidades.

Distribución estratigráfica: Cuviniense-base del Devónico superior.

PROGIMNOSPERMAS

- cf. *Rhacophyton* sp. (Lám. 1, Fig. 1): Un solo ejemplar que muestra los tallos característicos de este género, el raquis secundario posee estrías longitudinales muy finas, con una anchura de 4 mm, el raquis de último orden es rígido y presenta un surco profundo y oblicuo

Distribución estratigráfica: Devónico superior.

INCERTAE SEDIS

- *Villersia* sp. (Lám. 1, Fig. 9): Dos ejemplares sobre cuarcita representando filamentos muy finos y sin ninguna ornamentación especial ni estructura y con numerosas bifurcaciones.

Distribución estratigráfica: Devónico superior.

- *Pectinophyton* sp. (Fig. 1, a): Un ejemplar que muestra la típica disposición de los esporangios en forma de dientes de peine densos.

Distribución estratigráfica: Devónico.

CONSIDERACIONES PALEOBIOGEOGRAFICAS

Gracias a los avances que en los últimos años han supuesto las investigaciones sobre la tectónica de placas y el paleomagnetismo, ha podido llegarse a establecer con un grado bastante elevado de precisión la disposición de los mares y continentes en épocas pasadas. Así, se ha distinguido durante el Devónico en el hemisferio Norte un gran continente llamado del Old Red Sandstone o continente Boreal, junto a éste se han diferenciado una serie de zonas biogeográficas sumergidas. El que la Cordillera Cantábrica no se encontrase dentro de estas tierras emergidas, y el que hayan aparecido elementos de flora continental en materiales marinos, no es de extrañar pues ya DE SITTER (1949) y COMTE (1959) sospecharon la existencia de zonas emergidas en el Noroeste de Asturias, zonas que fueron confirmadas por RADIC (1962) con el nombre de Kantabrischen Block y por BOGAERT (1967) con el nombre de Asturian geanticline, y actualmente aceptadas por la totalidad de los autores. Es de señalar que tanto para el Siegeniense y Emsiense como para el Frasnense las diferencias de la flora encontrada en la Cantábrica con respecto a la aparecida en diferentes localidades del antiguo macrocontinente o islas próximas a éste es nula. De esta forma, *Hostimella* ha aparecido en U.S.A., Alemania, Bélgica, Escocia y Francia; *Taeniocrada* en Alemania, Inglaterra, Bélgica, U.S.A. y Siberia; *Thursophyton* en Noruega, Escocia, Alemania, Bélgica, Francia y Siberia; *Archaeocalamites* en todo el hemisferio Norte y en la región ecuatorial; *Pseudosporochnus* en Bohemia, Bélgica, Noruega, Escocia, U.S.A. y U.R.S.S.; *Pectinophyton* en Noruega y Siberia; *Villersia* en Bélgica; *Rhacophyton* en Bélgica y U.S.A.; siendo el género *Psilophyton* el único que se ha localizado en el continente Austral, si bien dado su marcado carácter cosmopolita ha aparecido también en Canadá, U.S.A., Europa y Asia.

AGRADECIMIENTOS

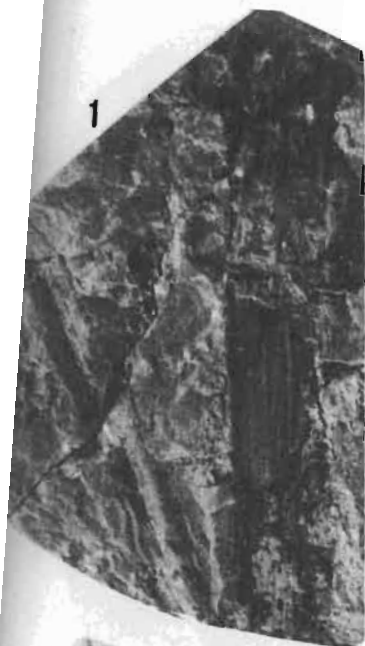
Mi más reconocida gratitud al doctor J. L. García-Alcalde, doctor F. Soto, y profesor Truyols por todas las ayudas y los datos facilitados. Las fotografías han sido realizadas por G. Torre del Hoyo.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ-RAMIS, C. (1978).—Note on a Devonian Flora from Badajoz, Spain. *Abstract Int. Symp. Devonian System*, Bristol, 1978.
- BOGAERT, H. A. VAN (1967).—Devonian and Lower Carboniferous Conodonts of the Cantabrian Mountains (Spain) and their stratigraphic application. *Leidse Geol. Meded.*, **39**: pp. 129-192, 68 figs. 3 Láms.
- COMTE, P. (1969).—Recherches sur les terrains anciens de la Cordillère Cantabrique. *Mem. Inst. Geol. Min. España*, **60**: 440 pp., 4 Tabs., cuadros, cortes y un mapa.
- GÓMEZ DE LLANERA, J. (1950).—Breve noticia sobre hallazgos paleontológicos en el Paleozoico de los Pirineos Vascos. *Estudios Geológicos*, **11**: pp. 245-247.
- KULLMANN, J. (1963).—Las series devónicas y del Carbonífero inferior con ammonoideos de la Cordillera Cantábrica. *Estudios Geológicos*, **XIX**, pp. 161-191, 5 text.-figs., 2 cuadros, 6 Láminas.
- KULLMANN, J. (1965).—Rugose Korallen der Cephalopoden fazies und ihre verbreitung im Devon des südöstlichen Gebirges (Nordspanien). *Akademie der Wiss. und der Lit.*, **2**: pp. 1-168, 20 Abb., 7 Tf.
- PELLO, J. (1972).—Estudio Geológico de la Región Central de Asturias. *Tesis Doctoral inédita*. Tomo I: Texto con 198 pp.; Tomo II: Láminas y figuras. Universidad de Oviedo.
- RADIC, F. (1962).—Ordovizium/Silurium und die Frage Prävariszischer Faltungen in Nordspanien. *Geologischen Rundschau*, **52**: pp. 346-357.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L., COLMENERO, J. R. y SUÁREZ DE CENTI, C. (1976).—Serie de la arenisca del Devónico superior en la playa de la Gargantera. *Trabajos de Geología*, **8**: pp. 187-201, 4 Láms.
- SITTER, L. U. DE (1949).—The Development of the Palaeozoic in Northwest Spain. *Geologie en Mijnbouw* **11**^e, **12**: pp. 325-340.
- TEIXEIRA, C. y PAIS, J. (1973).—Sobre la presença de Devónico na região de Bragança (Guadramil e Mofreita) et de Alcañices (Zamora). *Bol. Soc. Geol. Portugal* **XVIII**, II-III, pp. 199-202, 1 Pl.

LAMINA 1

- Fig. 1.—cf. *Rhacophyton* sp., X3.
- Fig. 2.—*Taeniocrada* sp., X3.
- Fig. 3.—*Pseudosporochnus* sp., X3.
- Fig. 4.—*Hostimella* sp. ramificaciones dicotómicas, yacimiento n.º 2, X3.
- Fig. 5.—Idem Fig. 4.
- Fig. 6.—*Taeniocrada* sp., haz vascular central, X3.
- Fig. 7.—*Pseudosporochnus* sp., X3.
- Fig. 8.—*Hostimella* sp., yacimiento n.º 2, X3.
- Fig. 9.—*Villersia* sp., X3.
- Fig. 10.—*Taeniocrada* sp., con esporangios, X3.
- Fig. 11.—*Pseudosporochnus* sp., X3.
- Fig. 12.—*Hostimella* sp., yacimiento n.º 2, X3.
- Fig. 13.—*Psilophyites* sp., X3.
- Fig. 14.—*Psilophyton* sp., X3.



1



2



3



4



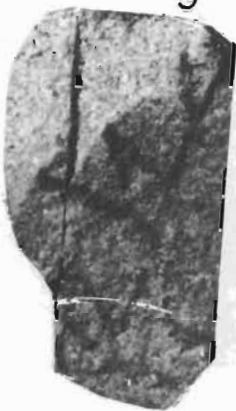
5



6



10



9



8



7



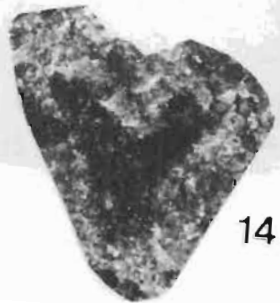
12



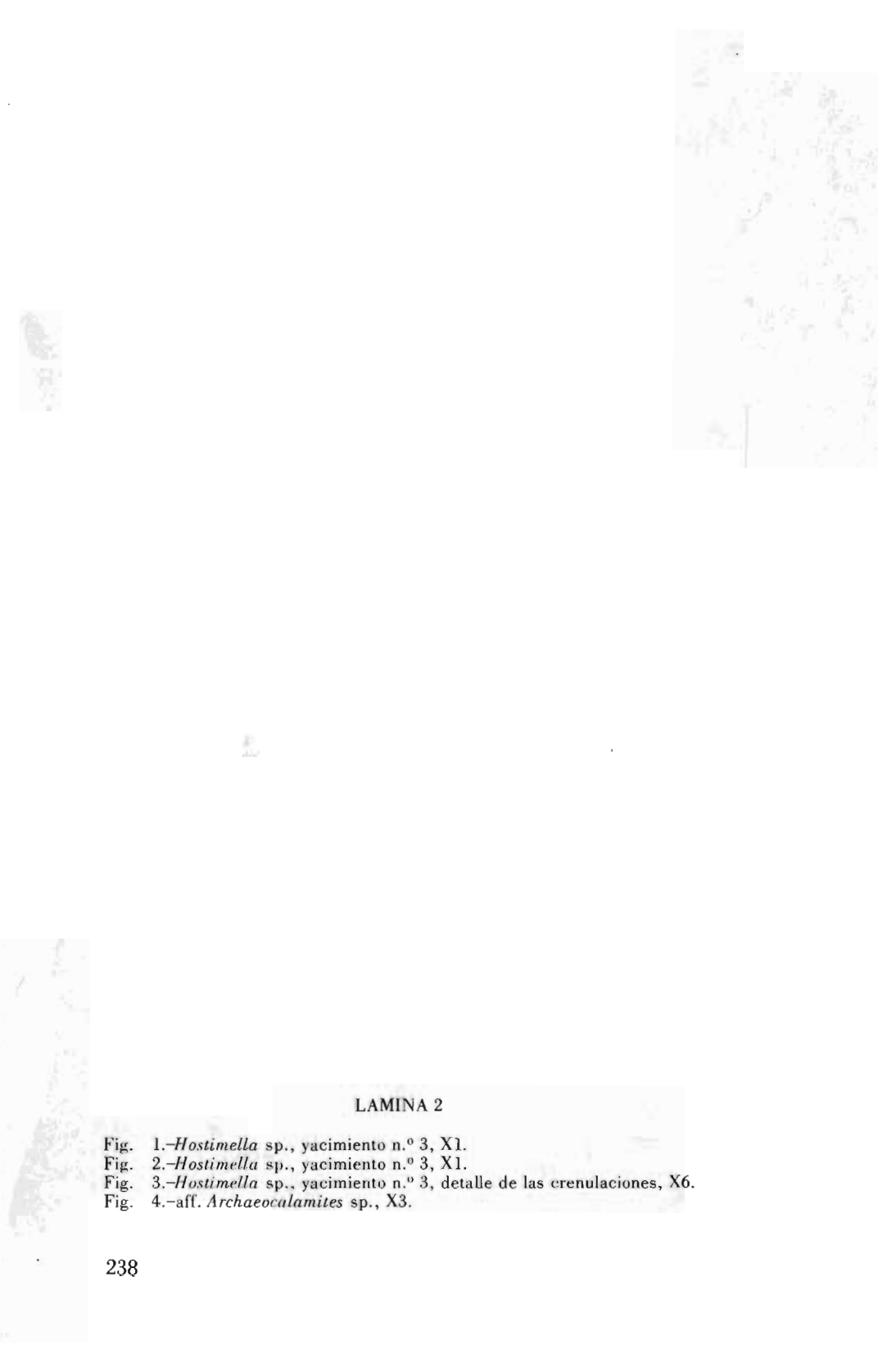
13



11



14

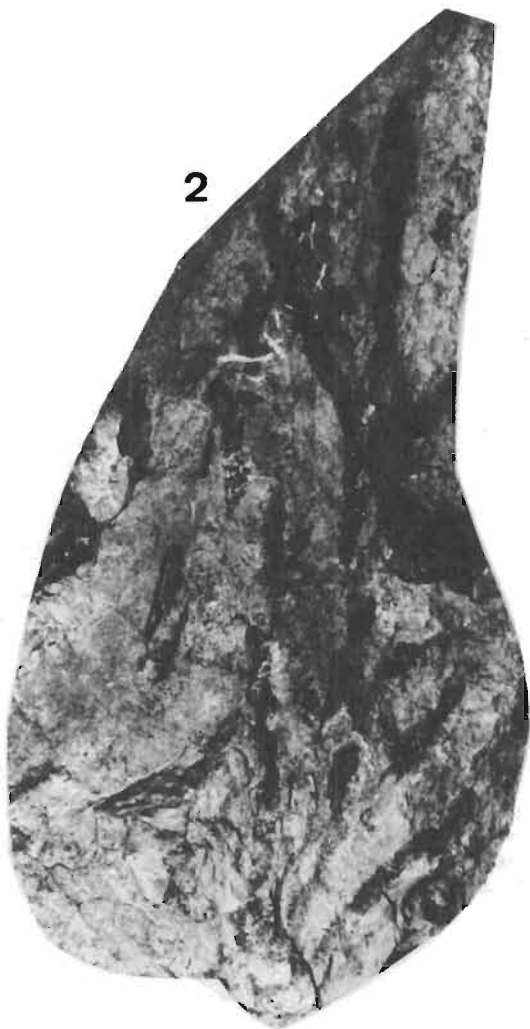


LAMINA 2

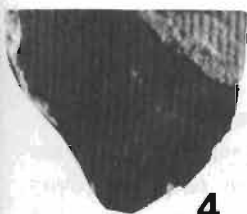
- Fig. 1.-*Hostimella* sp., yacimiento n.º 3, X1.
Fig. 2.-*Hostimella* sp., yacimiento n.º 3, X1.
Fig. 3.-*Hostimella* sp., yacimiento n.º 3, detalle de las crenulaciones, X6.
Fig. 4.-aff. *Archaeocalamites* sp., X3.



1



2



4



3

HIPOTESIS SOBRE LA MORFOGENIA DE ALGUNOS *HADROPHYLLIDAE* (COELENTERATA, RUGOSA) DEL DEVONICO INFERIOR DE LA CORDILLERA CANTABRICA (NW DE ESPAÑA)

Por

FRANCISCO SOTO

Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

La observación y análisis estadístico de numerosos ejemplares fósiles pertenecientes a la familia *Hadrophyllidae* (Coelenterata, Rugosa), recogidos en capas del Devónico inferior (Formación La Vid) de la localidad de Adrados (Boñar, prov. de León, España), nos permite realizar algunas hipótesis sobre la morfogenia de sus corallitas, basadas en las relaciones del diámetro de la cara oral con la altura del cono aboral. De estas consideraciones hipotéticas, se desprende a su vez una interpretación de carácter funcional.

ABSTRACT

The observation and statistical analysis of numerous fossil specimens belonging to the family *Hadrophyllidae* (Coelenterata, Rugosa) collected from La Vid Fm. (Lower Devonian) at Adrados locality (Boñar, province of León, Spain), allow to establish some hypothesis on the corallite morphogenesis. These hypothesis are based on the relation corallite diameterproximal cone height. From these assumptions a functional interpretation is made.

Diversas campañas paleontológicas llevadas a cabo en el Devónico de la región astur-leonesa de la Cordillera Cantábrica (NW de España) a lo largo de estos últimos años, nos han permitido reconocer multitud de yacimientos, cuyo rico contenido en formas fósiles pertenecientes a Celentéreos (en particular a Rugosos) ha proporcionado abundantes colecciones. Si bien nuestro primer propósito dentro del campo de los Rugosos lleva una dirección eminentemente sistemática, ello no es óbice para que, a medida que vayamos conociendo de una manera precisa los diferentes taxones, nos aventuremos en trabajos de otra índole cuyo contenido no sea sólo el estrictamente sistemático. En este sentido, el hallazgo de un importantísimo yacimiento en capas del Devónico inferior (Forma-

ción La Vid) de Adrados (Boñar, prov. de León) con gran cantidad de ejemplares fósiles de Rugosos, pertenecientes a la familia *Hadrophyllidae* NICHOLSON, nos brinda la oportunidad de exponer, en el presente trabajo, algunas hipótesis en torno a la morfogenia de las coralitas de esta familia. Para ello, nos basamos en el análisis de las relaciones del diámetro de la cara oral (medido perpendicularmente al plano cardinal-antípoda) con la altura del cono aboral.

* * *

La familia *Hadrophyllidae* está constituida por corales solitarios, discoidales, de pequeño tamaño, ligeramente trocoides o en forma de botones aplanados y desprovistos de las estructuras endotECALES esenciales tábulas y disepimentos. Los septos están dispuestos en cuadrantes y la fósula cardinal siempre es más o menos acusada.

La peculiar morfología externa de las coralitas y su simplicidad estructural hacen que sean fácilmente reconocibles en el campo.

La observación y análisis estadístico del material fósil perteneciente a *Hadrophyllidae*, recogido en la localidad leonesa de Adrados, nos permite distinguir tres tipos diferentes de coralitas (SOTO, 1975) (*) que agrupamos de la siguiente manera:

Grupo A: coralitas con cara oral más o menos convexa y cara aboral plana (Lám. 1, Figs. 4-9).

Grupo B: coralitas con cara oral convexa y cara aboral ligeramente cónica (Lám. 1, Figs. 10-15).

Grupo C: coralitas con cara oral muy convexa y cara aboral cónica (Lám. 1, Figs. 1-3).

El crecimiento de la coralita en los ejemplares de esta familia con cara aboral más o menos cónica (Grupos B y C), comienza a partir de un punto que coincide con el ápice de la cara aboral. El depósito de carbonato cálcico en los bordes del cáliz (epiteca) produce sucesivos anillos concéntricos, cuyo número y disposición indican el grado y dirección del desarrollo y hacen que aumente el diámetro basal y la altura del cono aboral.

Entre los ejemplares objeto de estudio se observa que las coralitas poseen siempre un mayor desarrollo en dirección al septo cardinal, lo cual produce la desviación del ápice hacia el septo antípoda dentro del plano principal cardinal-antípoda (Fig. 1; Lám. 1, Figs. 3, 6, 9, 12, 15). En las coralitas con cara aboral cónica (Grupos B y C), este hecho puede estar relacionado con el emplazamiento asimétrico de la larva (plánula) sobre el disco basal, desplazado hacia el borde

(*) Estos grupos creados de una manera artificial para los propósitos del presente trabajo, no guardan relación con aquellos expresados por el autor (SOTO, 1978) con el fin de delimitar géneros de la familia a partir del carácter «sección lateral».

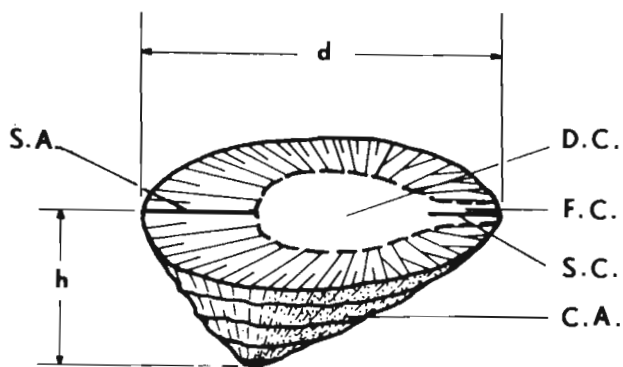


Fig. 1.-Vista latero-oral de una coralita (Grupos B y C), sobre la que se indican medidas y estructuras esqueléticas utilizadas en este trabajo. Abreviaturas: D. C. = depresión calicular; F. C. = fósula cardinal; S. C. = septo cardinal; C. A. = cono aboral; S. A. = septo antípoda; d = diámetro de la cara oral; h = altura del cono aboral.

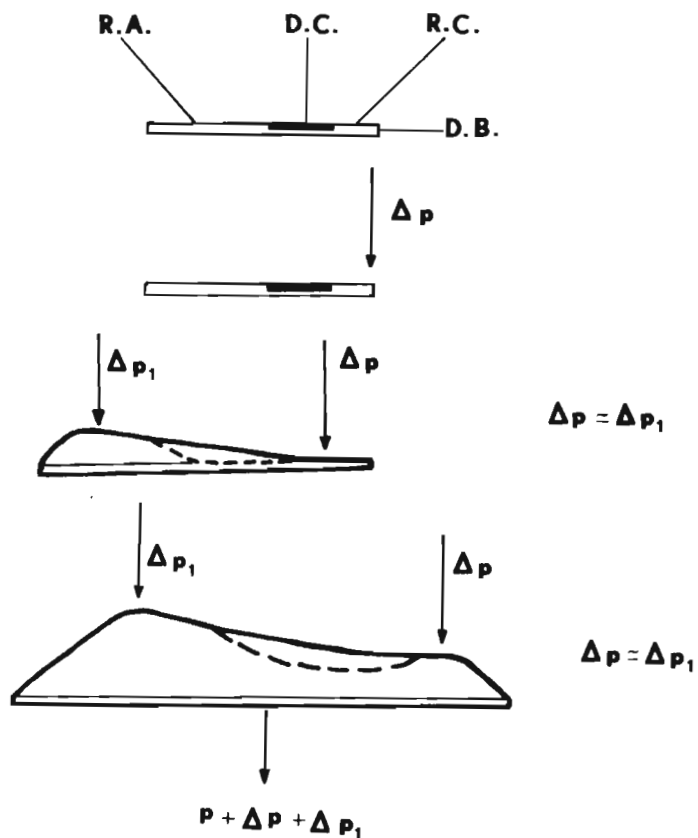


Fig. 2.-Vista lateral de las coralitas con cara aboral plana (Grupo A), mostrando la supuesta distribución de cargas. Abreviaturas: R. A. = región antípoda; D. C. = depresión calicular; R. C. = región cardinal; D. B. = disco basal.

cardinal. Por vivir estos organismos sobre fondos lodosos (como parece demostrar el tipo de matriz pizarrosa en la que se encuentran), el incremento de peso sobre la región cardinal provocaría su hundimiento en el fango. La situación de algún órgano importante en esta región (los sifonoglifos ?), induciría una respuesta adaptativa del animal en el sentido de crecer más velozmente en la dirección en que se iba empantanando.

Este problema parece resolverse de otra forma para las coralitas con cara aboral plana (Grupo A). En ellas, el aumento de carga sobre la región cardinal, debida al emplazamiento asimétrico de la plánula, se equilibra mediante un desarrollo en altura mayor de los septos de la región antípoda. El incremento de peso resultante sobre el centro de gravedad vendría compensado por el aumento de superficie de la cara oral (Fig. 2).

Con objeto de estudiar la morfogenia de las coralitas con cara aboral cónica (Grupos B y C), hemos analizado la relación del diámetro de la cara oral con la altura del cono aboral (Tablas 1, 2) mediante un ordenador electrónico, que ajustó diversas funciones a la distribución de ambas variables, obteniendo cada vez el coeficiente de correlación r . En ambos casos la función más ajustada resultó ser la lineal (Figs. 3, 4; Tabla 3).

El débil valor de r obtenido para el Grupo B, expresa la escasa probabilidad de que en el desarrollo ontogenético de esta especie, exista proporcionalidad lineal constante entre las variables consideradas.

Sin embargo, en la gráfica de distribución (Fig. 3) se observan claramente dos sectores; en el primero (ejemplares jóvenes comprendidos en el intervalo \emptyset : 5,5-9,5), la correlación de ambos caracteres respecto a una función lineal es superior a 0,85, mientras en el segundo (ejemplares maduros comprendidos en el intervalo \emptyset : 9,5-16,5), la correlación r se expresaría prácticamente mediante una recta paralela al eje de abscisas, por lo que la correlación real es nula o casi. Esto nos permite apuntar la posibilidad de existencia de dos fases de crecimiento distintas (crecimiento bicíclico): en una primera fase juvenil, un incremento del diámetro de la cara oral estaría acompañado de un incremento de la altura del cono aboral, mientras que en una segunda fase adulta, se detendría el desarrollo en altura y continuaría creciendo el diámetro de la cara oral.

Este fenómeno puede interpretarse funcionalmente, recordando de nuevo el habitat en que vivieron dichos organismos. La falta de consistencia del sustrato les impedía fijarse sólidamente, por lo que la acción de las corrientes, mareas, oleaje u otros organismos, los desplazaría con cierta facilidad, pudiendo provocar la inversión de su posición normal ocasionándoles la muerte. Dado el pequeño tamaño de estos animales, la adquisición de un cierto peso obviaría habitualmente estos inconvenientes; sin embargo, durante los primeros estadios del desarrollo el peso no sería suficiente, por lo que la formación de un cono aboral permitiría un anclaje adecuado. Así, en esta primera fase $\Delta \emptyset / \Delta h \approx$ constante.

DPO	h	d	DPO	h	d	DPO	h	d
2022	2,8	12	2052	2	13	2082	1,3	10,8
2023	2	12,6	2053	1,8	14	2083	1,9	11,2
2024	2	13	2054	2	11,2	2084	2,1	12,8
2025	2,1	13,3	2055	1,8	12,3	2085	2	11,5
2026	1,8	11	2056	1,9	11,5	2086	2,1	13,1
2027	2	12	2057	1,4	13	2087	1,9	11,8
2028	1,2	12,3	2058	1,9	10	2088	1,9	15,2
2029	1,2	15,2	2059	1,1	10	2089	2,2	12
2030	2,4	14	2060	1,9	11	2090	2,3	13,9
2031	2	14	2061	1,3	11,6	2091	2	10,1
2032	2,2	14,6	2062	2,3	11	2092	2,4	12
2033	1,2	12,2	2063	2,6	11	2093	1,5	9,2
2034	1,9	10,9	2064	1,2	10,9	2094	2,1	13
2035	2	13,2	2065	1,7	9,8	2095	0,8	7
2036	0,8	6,2	2066	2	10	2096	1,3	9,1
2037	2,2	11	2067	2,3	11,1	2097	1,3	11,1
2038	2	10,9	2068	1,6	10	2098	2	10
2039	2	13,3	2069	1,3	11	2099	1,6	9,4
2040	1	8	2070	1,1	8,3	2100	1,2	10,5
2041	2	10,5	2071	2	13,8	2101	1,2	8,1
2042	2	16,5	2072	2,1	12,7	2102	2,3	10
2043	2,6	13,1	2073	2	14,1	2103	2	12,1
2044	1,5	13,1	2074	1,9	10	2104	2	11,9
2045	1,4	13	2075	2,1	10,3	2105	2	10
2046	1,9	9,5	2076	1,2	8,5	2106	1	9,5
2047	2,7	10,5	2077	2	10,9	2107	2	10,5
2048	1,6	12	2078	2,3	10	2108	1,7	11,8
2049	2,5	16	2079	2	11	2109	1,6	11,5
2050	1,9	15	2080	1,2	10,6	2110	0,4	5,6
2051	2,1	13,3	2081	2,7	10,6	2111	0,7	6,4

Tabla 1.-Medidas (en mm) efectuadas sobre los ejemplares fósiles del Grupo B.

TABLA 2

DPO	h	d
2349	1,8	7,5
2351	2,4	6,4
2352	3,5	10
2353	3,1	8,4
2354	2,5	8,5
2355	3,3	8,9
2356	3,1	9
2357	2,8	8
2358	2	8,5
2359	2	8,5
2360	3,3	8,3

Tabla 2.-Medidas (en mm) efectuadas sobre los ejemplares fósiles del Grupo C.

TABLA 3
Medidas (en mm) efectuadas

GRUPO	FUNCION	r
B	$x - 12y + 10 = 0$	0,31
C	$x + 2y - 2 = 0$	0,81

Tabla 3.-Funciones lineales y coeficientes de correlación correspondientes a los Grupos B y C.
Abreviatura: r = coeficiente de correlación.

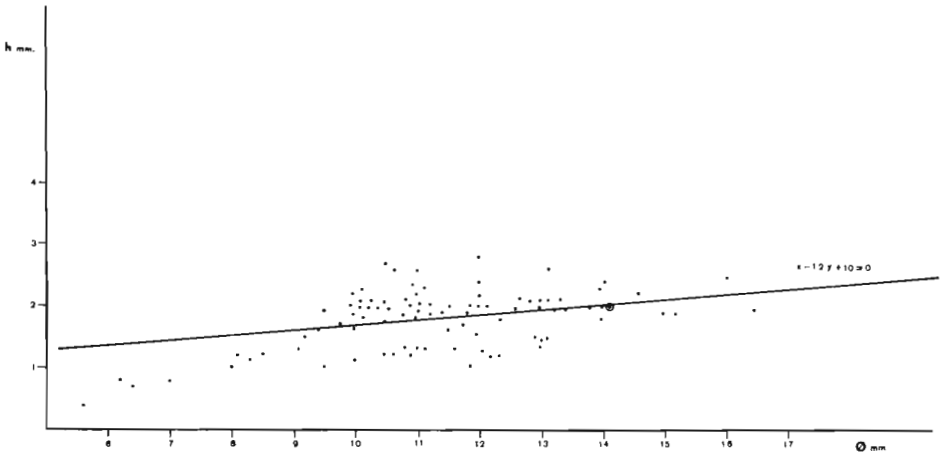


Fig. 3.-Gráfica de distribución diámetro/altura, para el Grupo B.

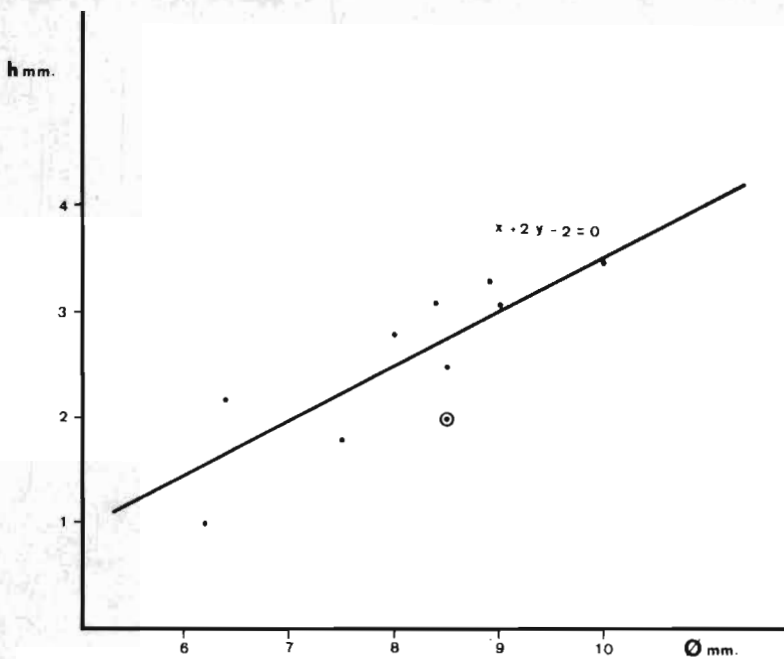


Fig. 4.—Gráfica de distribución diámetro/altura, para el Grupo C.

Alcanzado el peso mínimo necesario para la fijación gravitatoria, la profundidad del anclaje perdería importancia e incluso sería perjudicial su incremento puesto que aumentaría demasiado el peso total sin ganancia apreciable de superficie de sustentación, provocando un hundimiento peligroso de los organismos en el lodo. Así, en este momento $\Delta h \approx 0$.

Consideraciones en este mismo sentido no han podido ser expresadas en el Grupo C, debido al escaso número de ejemplares que del mismo poseemos (11), de forma que de la interpretación de los datos referentes a dicho Grupo (Fig. 4; Tabla 3) parece existir una proporcionalidad lineal bastante ajustada entre las variables consideradas.

BIBLIOGRAFIA

- HILL, D. (1956).—Rugosa. En: *Treatise on Invertebrate Paleontology. Coelenterata, Rugosa and Scleractinia. Part F.* 234-324. University of Kansas Press (Lawrence, Kansas).
- SOTO, F. (1975).—Nota previa sobre los Hadrofilidos (Rugosos) del Devónico de la Cordillera Cantábrica. *Brev. Geol. Ast.*, **2**: 27-32.
- (1978).—Rugosos solitarios del Devónico de la Cordillera Cantábrica (Suborden *Streptelasma-tina*). Tesis doctoral (impublished), Facultad de Ciencias de Oviedo. 2 Tomos: Tomo 1, 1-398; Tomo 2, 24 Láms.
- (1978).—*Crassicyclus* n. gen. (Coelenterata, Rugosa) del Devónico de la Cordillera Cantábrica (NW de España). *Trabajos de Geología (Universidad de Oviedo)*. **10**: 425-435.

LAMINA 1

(En todas las vistas, el septo cardinal está orientado hacia la parte superior de la Lámina).

Figs. 1-3.-*Hadrophyllum* n. sp. A.

Ejemplar DPO 2351. Vista oral, perfil lateral y vista aboral. $\times 4$.

Figs. 4-9.-*Microcycclus* n. sp. A

4-6.-Ejemplar DPO 1888. Vista oral, perfil lateral y vista aboral. $\times 3$.

7-9.-Ejemplar DPO 1887. Vista oral, perfil lateral y vista aboral. $\times 3$.

Figs. 10-15.-*Hadrophyllum* n. sp. B.

10-12.-Ejemplar DPO 2022. Vista oral, perfil lateral y vista aboral. $\times 3$.

13-15.-Ejemplar DPO 2023. Vista oral, perfil lateral y vista aboral. $\times 3$.

Complejo de La Vid, Adrados (Boñar, provincia de León, España).



1



2



3



4



5



6



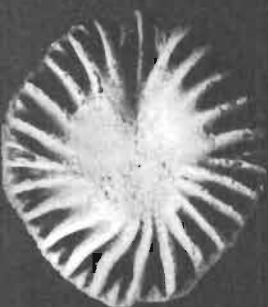
7



8



9



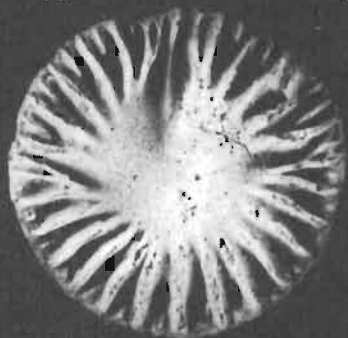
10



11



12



13



14



15

CEMENTACION EN BRAQUIOPODOS ARTICULADOS

Por
JENARO L. GARCIA-ALCALDE
y
MARIA LUISA MARTINEZ-CHACON
Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

El tipo de fijación al sustrato de los Braquiópodos Articulados tuvo, antaño, gran valor sistemático. La cementación, en concreto, ha sido considerada generalmente, como exclusiva del orden Strophomenida. En este trabajo se compendian las observaciones más recientes mostrando que, grupos cementantes como Thecideidina y Thecospiracea, son más bien terebratulidos o espiriferidos modificados, mientras que los Davidsoniidae deben ser reasignados al orden Spiriferida.

Se señala, por primera vez, el desarrollo del hábito cementante en un miembro de la familia Leptaenidae, el género *Leptaenomendax* n. gen., cuya descripción, así como la de su especie-tipo, *L. chaconae* n. sp., se aborda al final del trabajo.

ABSTRACT

The attachment of Articulate Brachiopods had a great systematic value long ago. The cementation, specifically, has been regarded for the most part, as exclusive of the orden Strophomenida. This paper summarizes recent data showing that cemented groups as Thecideidina and Thecospiracea, are rather modified terebratulids or spiriferids, whereas Davidsoniidae must be reassigned to the order Spiriferida.

Development of cementation is shown for the first time in a leptaenid genus, *Leptaenomendax* n. gen. which is described, as well as its type-species *L. chaconae* n. sp.

Los Braquiópodos Articulados constituyen un grupo zoológico peculiar, cuya evolución parece haberse producido de forma críptica, a nivel de categorías taxonómicas superiores. La mayoría de caracteres aparecen, en general, recombinados de tal manera que, muy pocos de ellos, pueden singularizarse como diagnósticos de taxones de rango elevado, ordinal y subordinal sobre todo.

La historia de la sistemática del grupo, sin embargo, se encuentra jalonada por numerosos ensayos impregnados de supuestos de exclusividad de ciertos

caracteres que, a la postre, se revelaron como insuficientes para establecer una clasificación natural.

Por ejemplo, el tipo de fijación al sustrato, deducido de la conformación de la región peduncular o de la presencia de órganos esqueléticos o señales pertenecientes a sistemas menos ortodoxos, en los organismos fósiles, ha tenido una gran relevancia en clasificaciones antiguas. Algunas modalidades, como la cementación, figuran aún entre los caracteres más generalmente considerados, entre los Braquiópodos Articulados, como criterios ordinales de valor absoluto.

Los Braquiópodos, después de una fase larvaria de vida libre, nadadora, se adosan a un cuerpo soportante de naturaleza variada: sedimentos, objetos, masas rocosas del fondo u otros organismos.

La cementación, en concreto, consiste en la fijación, parcial o total, de la valva peduncular del animal a un sustrato adecuado, mediante secreción de sustancias aglutinantes. El medio cementante de los organismos fósiles, de acuerdo con WILLIAMS (1973), debía tener una composición similar al de la película de mucopolisacáridos que recubre el periostraco de los Braquiópodos actuales y que constituye el cemento orgánico mediante el cual se fijan los representantes vivientes del Inarticulado *Crania* y, probablemente, del Articulado *Thecidellina*.

Cuando, por cualquier razón, el organismo es separado de su soporte, el área de cementación aparece como una superficie irregular, sin la ornamentación propia del resto de la concha. *Cicatrices* similares, en conchas fósiles, permiten deducir el hábito cementante de los organismos correspondientes.

Hasta hoy, el fenómeno de la cementación había sido puesto claramente de manifiesto, dentro de los Braquiópodos Articulados, en representantes de Strophomenidina, Orthotetidina, Productidina, Oldhaminidina, así como en Thecideidina, Thecospiracea y Davidsoniidae, cuya situación sistemática discutiremos más adelante.

Nuestras propias observaciones, permiten incluir la familia Leptaenidae, uno de cuyos miembros, *Leptaenomendax* n. gen., descrito más adelante, se cementaba por el umbo ventral a otros cuerpos, principalmente colonias de Briozoos fistulipóridos y fenestélidos (Lám. 1, Figs. 1-10).

Todos los taxones reseñados fueron clásicamente considerados, y aún lo son por muchos autores como RUDWICK (1968, 1970) y COWEN & RUDWICK (1967), como pertenecientes al orden Strophomenida. En este supuesto, la cementación aparecería como carácter diagnóstico de dicho grupo.

Sin embargo, en el caso de los Thecideidina, Thecospiracea y Davidsoniidae, se ha acumulado, en los últimos tiempos, información de gran importancia, tendente a establecer su parentesco con órdenes diferentes de Strophomenida. Así, los trabajos de WILLIAMS (1968, 1973) y MACKINNON (1974), sobre todo, muestran que la microestructura de la concha, la conformación del cardinalio y el tipo de braquidio y dentición de los dos primeros taxones mencionados, son

caracteres más propiamente espiriféridos o terebratúlidos que estrofoménidos. Los pseudopuntos desarrollados en formas de ambos grupos, difieren de los típicos pseudopuntos estrofoménidos, en su carácter impersistente y textura, siendo, en cambio, estrechamente comparables con los de *Cadomella* (Spiriferida) y otros koninckináceos, y con los del terebratúlido actual *Megerlia* (WILLIAMS, *ops. cit.*; BRUNTON & MACKINNON, 1972).

La afirmación de BAKER (1970, p. 90) de que, al menos, el thecideidino *Moorellina* dispuso de un foramen supraapical, en el extremo de un tubo peduncular (*pedicle sheath*), se contradice con la manifestación posterior del mismo autor, de que dicha estructura cerraba, en principio, el delirio. Un foramen de este tipo sería más bien transapical, como el de la mayoría de terebratúlidos y muchos espiriféridos.

El desarrollo de cobertura delirial completa, en Thecideidina y Thecospiracea, es interpretable como consecuencia directa de la atrofia del pedúnculo ante la adquisición de otro tipo de fijación al sustrato. Esta respuesta fisiológica se registra, no sólo en Strophomenida, sino también en espiriféridos como *Theocyrtella* y en otros grupos.

En estas condiciones, el carácter cementante de dichos grupos sería el único obstáculo importante que se opondría a su remoción de los Strophomenida. La cementación, empero, no es un fenómeno exclusivo de los Braquiópodos Articulados, puesto que se produce también, por ejemplo, en los Inarticulados y en los Lamelibranquios. Por ello, parece más lógico aceptar que pudo evolucionar en otros grupos de Articulados que oponerle, como carácter estrofoménido prevaliente, a la gran masa de evidencias morfológicas y estructurales que señalan otras afinidades.

Los Davidsoniidae constituyen un caso similar al de los anteriores, aunque ha sido tratado de manera algo diferente.

La familia, como visualizada por HAVLICEK (1965) y WILLIAMS (1965), comprendía los géneros *Davidsonia*, *Biconostrophia* y *Pro davidsonia*, cuyo carácter más llamativo es la posesión de sendos conos calcáreos surcados espiralmente, en la valva ventral.

Los autores referidos, incluyeron el grupo dentro de los Strophomenida, basándose WILLIAMS (*op. cit.*), aparentemente, en la supuesta estructura pseudopuntuada de la concha y posesión de pseudodeltidio de los géneros considerados, así como en el hábito cementante de *Davidsonia*.

El descubrimiento en *Carinata* de conos calcáreos, similares a los de los Davidsoniidae, realizado por JOHNSON & BOUCOT (1972), y la evidencia de que *Biconostrophia* y *Pro davidsonia* tenían estructura impuntuada, cobertura delirial con sutura media, foramen apical y cardinalio no estrofoménido, condujo a dichos autores a proponer una clasificación radicalmente diferente. En ella, *Biconostrophia* y *Pro davidsonia* eran removidos de los Davidsoniidae integrando, junto

con *Carinatina* y otros géneros, el núcleo principal de la subfamilia Carinatinae, dentro del orden Spiriferida (Lám. 1, Figs. 11-19).

JOHNSON (1973, 1975), completando sus observaciones sobre los orígenes, evolución y relaciones de las anteriores formas, concluyó proponiendo la superfamilia Carinatinaea, constituida por Carinatinae y Notanopliidae. Carinatinae comprendiendo, a su vez, dos subfamilias, Carinatinae, con la misma composición genérica supuesta por JOHNSON & BOUCOT (1972), salvo *Gracianella* y *Dnestrina* que formarían la otra subfamilia del grupo, Gracianellinae.

Las razones por las cuales, los autores referidos no osaron trasladar la totalidad de los Davidsoniidae al orden Spiriferida radican, en nuestra opinión, en el carácter cementante de *Davidsonia*, así como en el desconocimiento de la estructura de la concha y tipo de órganos deltidiales de dicho género.

Nuestras observaciones evidencian que *Davidsonia verneuli* posee cobertura deltidial con una clara sutura media (Lám. 1, Figs. 18-19), la cual se patentiza, igualmente, en las figuraciones de dicha especie y de *D. bouchardiana* debidas a KONINCK (1853) y en las de WILLIAMS (1965, fig. 262) y HAVLICEK (1967, pls. 49, 51, fig. text. 88A). Este tipo de cobertura deltidial no es otra cosa que un deltidio, cuya génesis y estructura difiere sensiblemente de la del pseudodeltidio de los Strophomenida. La desaparición del foramen peduncular sería, igual que en el caso de Thecideidina y Thecospiracea, una consecuencia directa de la adopción del hábito cementante.

Por otra parte, los estudios preliminares que realizamos sobre la estructura de la concha de *Davidsonia*, parecen indicar que es impuntuada.

Añadiendo a los datos anteriores, la presencia en *Davidsonia* de un braquidio espiralado, que se acomoda a los conos calcáreos de la valva ventral (GARCÍA-ÁLCALDE, 1973), la ausencia de un área perideltial, como la que caracteriza a todos los Strophomenida «davidsoniáceos» primitivos, la dentición cirtomatodonta y la esencial similitud del resto de caracteres internos, con los de *Biconostrophia* y *Pro davidsonia*, parece incuestionable que los tres géneros deben tener un destino común.

Esto significa que todos los Davidsoniidae deben ser reasignados al orden Spiriferida y, por tanto, que la cementación evolucionó en órdenes diferentes de Strophomenida. Las conclusiones de WILLIAMS (1968, 1973) y MACKINNON (1974), respecto al origen de Thecideidina y Thecospiracea, y las de JOHNSON & BOUCOT (1972) y las nuestras propias, sobre el de Davidsoniidae, se apoyan, en este contexto, mutua e indirectamente.

Estas observaciones provocan cambios sistemáticos importantes que conviene puntualizar.

En primer lugar, la exclusión de Davidsoniidae del orden Strophomenida, obliga a utilizar otro nombre superfamiliar para los taxones estrofoménidos relacionados, hasta ahora, con dicha familia. Por ello, aceptando en parte, la clasificación de COOPER & GRANT (1974), proponemos como nombre superfamiliar substi-

tutivo, el de Chilidiopsacea, por ser Chilidiopsidae BOUCOT, 1959, la familia válida más antigua de dicho grupo.

En segundo lugar, la incorporación de Davidsoniidae a Carinatinacea *sensu* JOHNSON, 1975, entraña el cambio de este último nombre por el de Davidsoniacea, de acuerdo con el artículo 23, del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

SISTEMATICA

Por J. L. GARCÍA-ALCALDE

Leptaenidae HALL & CLARKE, 1894

Leptaenomendax n. gen.

Especie-tipo. *L. chaconae* n. sp. Emsiense Superior, Cordillera Cantábrica (NO de España).

Diagnóstico. Conchas lepteniformes, asimétricas, cementadas por el umbo ventral a otros cuerpos. Ornamentación irregular, rugosa y costulada. Seudodeltidio mucho más alto que el quilidio. Foramen peduncular persistente a través de la ontogenia. Interior de ambas valvas similar al de *Leptagonia* MCCOY.

Discusión. *Leptaenomendax* difiere del resto de Leptaenidae, en su hábito cementante. Algunos géneros de Leptaenoideidae WILLIAMS, 1953, presentan un tipo de fijación similar, pero difieren profundamente de *Leptaenomendax* en su morfología externa e interna.

Especies asignadas. Sólo la especie tipo.

Leptaenomendax chaconae n. sp.

Lám. 1. Figs. 1-10

Derivatio nominis. Dedicada a M. L. Martínez-Chacón.

Material. Holotipo DPO 431 (Lám. 1. Figs. 1-3) y cerca de 200 paratipos, procedentes del estrato y localidad típicos, depositados en la Colección del Departamento de Paleontología de Oviedo. Los paratipos DPO 432, 433, 477, 6259 y 6260 son también figurados.

Estrato y localidad típicos. Paquete de calizas margosas del tercio superior del Grupo La Vid (Emsiense Superior), unos 50 m por debajo del contacto con la Fm. Santa Lucía, cerca de la Iglesia del pueblo de Colle (Sabero, prov. de León), Coordenadas en el Mapa Topográfico del Instituto Geográfico y Catastral de España. E. 1 : 50.000, Hoja n.º 104 (Boñar). x = 1º33'45" y = 42º50'33".

Descripción. Conchas asimétricas, transversas, pequeñas, biconvexas a cóncavoconvexas, fuertemente geniculadas en dirección dorsal. Superficie de ambas valvas cubierta de depresiones. Ornamentación a base de arrugas concéntricas irregulares, en número de 8-10 en la región media de la concha, estrías de crecimiento y cóstulas radiales finas, bifurcantes y sinuosas.

Disco ventral suavemente convexo, con región umbonal deprimida o aplanada, debido a la presencia de una cicatriz de cementación de bordes irregulares, más o menos extensa (Lám. 1, Figs. 7, 9).

Interárea ventral alta, apsaclina. Seudodeltidio convexo, cubriendo todo el delirio. Foramen apical, circular y pequeño.

Disco dorsal convexo en la región umbonal, aplanado o algo cóncavo en el resto de la superficie. Generalmente presenta un pliegue medio irregular que se continúa en la cola, complementado por una depresión media en la cola ventral.

Interárea dorsal casi linear, anaclina. Quilidio convexo, 3-5 veces más bajo que el pseudodeltidio.

Dientes cardinales fuertes, crenulados. Lamelas dentales largas, con bases arqueadas, delimitando una plataforma muscular elevada, subpentagonal, que ocupa casi la mitad de la longitud del disco, apoyada en un corto septo medio (Lám. 1, Figs. 4, 8). Campo muscular dividido por un miofragma al que se adosan las huellas lanceoladas, largas y estrechas de los aductores. Huellas de los diductores semicirculares, surcadas por finas elevaciones radiales, limitando lateralmente las huellas de los aductores, pero situadas en un plano inferior.

Reborde subperiférico ventral, ancho y redondeado, definiendo, posterolateralmente, áreas auriculares. La superficie interna del disco, salvo la plataforma muscular, está cubierta de gruesos tubérculos.

Proceso cardinal bilobado. Lóbulos finos y altos, separados por una depresión estrecha y profunda. Mióforos subcuadrados, hendidos en su parte media, dirigidos posteroventralmente. Rebordes internos (*inner socket ridges*), rectos, largos, estrechos y bajos, con taludes posteriores crenulados. Cavidades glenoides, algo oblicuas y poco profundas.

Campo muscular implantado sobre una plataforma triangular elevada que se extiende casi hasta el borde anterior del disco, bisectada por un brevissepto, cuya altura y grosor aumentan distalmente (Lám. 1, Fig. 5). Campo muscular separado de la base del proceso cardinal por una depresión circular amplia. Huellas del par medio de aductores situadas sobre relieves longitudinalmente ovalados, separados por una depresión fusiforme, en cuyo fondo nace el brevissepto. Huellas del par lateral de aductores, mucho mayores que las otras y separadas de ellas por débiles septos transmusculares, algo desprendidos distalmente de la plataforma. La región anterior de la plataforma, se encuentra en un plano inferior al campo muscular y presenta sendas depresiones ovales, separadas por el brevissepto, de función desconocida.

Disco dorsal contorneado por un diafragma muy alto, subperiférico. La superficie interna del disco, salvo la plataforma, está cubierta de gruesos tubérculos.

D i s c u s i ó n . *Leptagonia praepostera* (BARRANDE), se parece a nuestra especie, en su aspecto deforme, pero carece de cicatriz de cementación y de ornamentación rugosa.

BIBLIOGRAFIA

- BAKER, P. G. (1970).—The growth and shell microstructure of the thecideacean brachiopod *Moorellina granulosa* (MOORE) from the Middle Jurassic of England. *Palaeontology*, (1) **13**: 76-99.
- BOUCOT, A. J. (1959).—A new family and genus of Silurian orthotetacid brachiopods. *Journ. Paleont.*, (1) **33**: 25-28.
- BRUNTON, C. H. C. & MACKINNON., D. I. (1972).—The systematic position of the Jurassic Brachiopod *Cadomella*. *Palaeontology*, (3) **15**: 405-411.
- CÓDIGO INTERNACIONAL DE NOMENCLATURA ZOOLOGICA (1972).—Congreso Internacional de Zoología de Mónaco. Traducción española. Ed. Herman Blume, 1976.
- COOPER, G. A. & GRANT, R. E. (1974).—Permian Brachiopods of West Texas, II. *Smithsonian Contrib. Paleobiol.*, **15**: 233-458.
- COWEN, R. & RUDWICK, M. J. S. (1967).—*Bittnerula* HALL and CLARKE, and th Evolution of Cementation in the Brachiopoda. *Geol. Mag.*, (2) **104**: 155-159.
- DACIS, A. S. (1972).—Ultrastructure of Thecospirid shells and their position in brachiopod systematics. (Trad. del ruso). *Pal. Zhur.*, **3**: 87-98.
- GARCIA-ALCALDE, J. L. (1973).—Braquiópodos Devónicos de la Cordillera Cantábrica. 5) El aparato braquial de *Davidsonia* BOUCHARD-CHANTEREAUX, 1849 (Strophomenida, Davidsoniacea). *Brev. Geol. Asturias*, **1**: 1-5.
- HAVLICEK, V. (1956).—The brachiopods of the Branik and Hlubocepy limestones in the immediate vicinity of Prague. (En checo, resumen en inglés). *Sborn. Ust. Ustav. Geol.*, 116 pp.
- (1965).—Superfamily Orthotetacea (Brachiopoda) in the Bohemian and Moravian Paleozoic. *Zvlast. Ot. Vest. Ustred. Ust. Geol.*, (4) **40**: 291-294.
- (1967).—Brachiopoda of the suborder Strophomenidina in Czechoslovakia. *Rozpr. Ustred. Ust. Geol.*, **33**: 235 pp.
- JAANUSSON, V. (1971).—Evolution of the Brachiopod hinge. *Smithsonian Contrib. Paleobiol.*, **3**: 33-46.
- JOHNSON, J. G. (1973).—Mid-Lochkovian brachiopods from the Windmill Limestone of Central Nevada. *Journ. Paleont.*, (6) **47**: 1.013-1.030.
- (1975).—Devonian Brachiopods from the *Quadrithyris* zone (Upper Lochkovian), Canadian Arctic Archipelago. *Contrib. Canadian Paleont. CSC Bull.*, **235**: 5-57.
- & BOUCOT, A. J. (1972).—Origin and composition of the Carinatininae (Devonian Brachiopoda). *Journ. Paleont.*, (1) **46**: 31-38.
- KONINCK, L. DE (1853).—Notice sur le genre *Davidsonia*. *Mém. Soc. r. Sci. Liège*, **8**: 129-139.
- LENZ, A. C. (1968).—Two new Lower Devonian Atrypid Brachiopods from Royal Creek, Yukon Territory, Canadá. *Journ. Paleont.*, (1) **42**: 180-185.
- MACKINNON, D. I. (1974).—The shell structure of Spiriferide Brachiopoda. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol.*, (3) **25**: 187-261.
- RUDWICK, M. J. S. (1968).—The feeding mechanism and affinities of the Triassic brachiopods *Thecospira* ZUGMAYER and *Bactrynum* EMMRICH. *Palaeontology*, (3) **11**: 329-360.
- (1970).—Living and Fossil Brachiopods. Ed. Hutchinson and Co. (Publishers) Ltd., 178-202 Great Portland Street, London. 199 pp.
- WILLIAMS, A. (1965).—Superfamily Davidsoniacea. En: *Treatise on Invertebrate Paleontology, Brachiopoda*, part H (1), 403-412.
- (1968).—Evolution of the shell structure of Articulate brachiopods. *Spec. Pap. Palaeontology*, **2**: 55 pp.
- (1973).—The secretion and structural evolution of the shell of Thecideidine brachiopods. *Philos. Trans. Roy. Soc. London*, (865) **264**: 439-478.

LAMINA 1

- Figs. 1-10.—*Leptaenomendax chaconae* n. gen. n. sp. Colle (Sabero, prov. León). Parte alta del Grupo La Vid (Emsiense Superior).
- Figs. 1- 3.—Holotipo DPO 431. Vistas dorsal, ventral y frontal, $\times 2$. Obsérvese en Fig. 2, el soporte al que se cementa la concha, un briozoo fenestélido.
- Fig. 4 —Paratipo DPO 432. Interior ventral, $\times 2$.
- Fig. 5 —Paratipo DPO 6259. Interior dorsal, $\times 2$.
- Figs. 6- 7.—Paratipo DPO 477. Vistas dorsal y ventral, $\times 2$. Obsérvese el gran desarrollo del pseudodeltidio (Fig. 6) y la cicatriz de cementación en el ápice ventral (Fig. 7).
- Fig. 8 —Paratipo DPO 433. Fragmento de valva ventral en vista interna, mostrando la alta plataforma muscular, $\times 2$.
- Figs. 9-10.—Paratipo DPO 6260. Vistas ventral y dorsal, $\times 3$. Obsérvese en Fig. 10, el gran desarrollo del sudodeltidio y la irregularidad de la valva dorsal.
- Figs. 11-13.—*Pro davidsonia* sp. Valle del río Carrión (prov. Palencia). Parte alta de la Fm. Gustalapedra (Cuviniense Sup.).
- Figs. 11-12.—Ejemplar DPO 13271. Vistas ventral y dorsal, $\times 4$.
- Fig. 13 —Vista ampliada de la interárea ventral del ejemplar anterior, mostrando el foramen apical, algo dañado, y la sutura deltidial, $\times 8$.
- Figs. 14-19.—*Davidsonia verneuili* BOUCHARD-CHANTEREAUX.
- Figs. 14-15.—Ejemplar DPO 6701, cementado a un coral colonial. Vistas interna y lateral de la valva ventral, $\times 3$. Carretera de Cornellana a La Planadera (prov. Oviedo). Tercio inferior de la Fm. Candás (Givetiense).
- Figs. 16-17.—Valva dorsal algo fragmentada del ejemplar anterior. Vistas interna y externa, $\times 3$.
- Fig. 18 —Ejemplar DPO 13272a, cementado a un coral colonial plano. Valva ventral en vista interna, mostrando la sutura deltidial, $\times 2$. Las Pozas de Santa Eugenia (O de Aviadus, prov. León). Tercio inferior de la Fm. Portilla (Givetiense).
- Fig. 19 —Ejemplar DPO 13273a, cementado a un coral colonial plano. Vista posterodorsal de una valva ventral, mostrando la sutura del deltidio, $\times 2$. Misma procedencia, formación y edad que el ejemplar anterior.

LAMINA 1



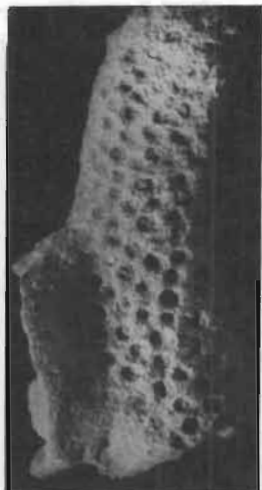
1



2



14



15



16



3



4



6



17



11



5



7



9



13



8



10



12



18



19

LA GENESIS DEL KOSKINOIDE EN BRAQUIOPODOS ARTICULADOS

Por

M. L. MARTINEZ-CHACON

y

J. L. GARCIA-ALCALDE

Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

El género *Uncites* (Spiriferida) y diferentes estromenidos del Paleozóico, muestran la región posterior de la valva ventral atravesada por un cúmulo de pequeñas perforaciones. Esta estructura, denominada «koskinoide» por JUX & STRAUCH (1966), ha sido interpretada por la mayoría de autores como relacionada con un órgano de sujeción al sustrato, constituido por numerosas fibras pedunculares saliendo al exterior por las perforaciones.

En este trabajo, se discute la morfología y la génesis del koskinoide, se señala dicha estructura en varios taxones en los que, hasta el presente, era desconocida, y se describen dos nuevas especies de estromenidos provistos de koskinoide.

ABSTRACT

Paleozoic brachiopods such as some strophomenids, and *Uncites* (Spiriferida) show the posterior region of the ventral valve densely pierced by rounded and minute holes. This «koskinoid» structure (JUX & STRAUCH, 1966), has been interpreted by most authors as related with an attachment organe divided into numerous pedicle fibers which emerge through openings in the beak area.

The development and morphology of the koskinoid are discussed herein. The koskinoid structure is signaled in several strophomenid taxa in which it was previously unknown. Two new strophomenid species with koskinoid are described.

INTRODUCCION

La escasa entidad taxonómica y numérica de los braquiópodos vivientes, constituye el obstáculo más grave para aplicar el principio del actualismo en la interpretación morfofuncional de las diferentes huellas y estructuras de las conchas fósiles.

El sistema de fijación al sustrato de la mayoría de braquiópodos fósiles, por ejemplo, puede ser reconstruido a partir de la presencia de órganos esqueléticos

pedunculares y huellas musculares ajustoras, iguales o análogas a las de los seres actuales.

Sin embargo, determinadas estructuras supuestamente relacionadas con la fijación, carecen de equivalencia actual y resultan más difíciles de interpretar. Así, la denominada por JUX & STRAUCH (1966) «koskinoide» (del griego, *Κόσκινον* = criba), presente en ciertos braquiópodos articulados paleozóicos.

El koskinoide consiste en un conjunto numeroso de perforaciones minúsculas, situadas en el ámbito posterior de la valva ventral. Dichas perforaciones fueron observadas por primera vez en el género *Uncites* (Spiriferida, Devónico Med.), por QUENSTEDT (1871) e interpretadas por PAECKELMANN (1922) como vías de salida de un órgano de sujeción (Lám. 2, Fig. 2).

JUX & STRAUCH (1966), compararon su función con la del biso de los Lamelibranquios. SCHUMANN (1969), supone que dicho órgano sería similar al de braquiópodos actuales como *Terebratulina* y *Chlidonophora*, con pedúnculo dividido en numerosos filamentos, pero a diferencia de estos, con el cuerpo peduncular principal protegido en el interior de la concha y con las fibras individuales saliendo al exterior por las perforaciones del koskinoide. SCHUMANN mostró, por otra parte, que el koskinoide no era exclusivo de *Uncites*, sino que se desarrolló también, por convergencia, en braquiópodos sistemáticamente muy alejados de dicho género, pero ocupando similares biotopos, como *Kiangsiella* y, quizá, *Meekella* y *Streptorhynchus* (Strophomenida, Carbonífero-Pérmico).

En los últimos años se ha evidenciado que el koskinoide es una estructura habitual en Strophomenida, concretamente en Strophomenidina y en Orthotetidina *sensu* COOPER & GRANT (1974). Así, JOHNSON, BOUCOT & MURPHY (1973: 36-38), lo encontraron en *Morinorhynchus* (Pridoliense, USA); GRATSIAKOVA (1974, 1975), en *Areostrophia* (Devónico Inferior, URSS); y GRANT (1976), en *Derbyia*, *Meekella*, *Schuchertella* y *Perigeyerella* (Pérmico, Tailandia). Este último autor piensa, además, que el koskinoide existiría también en numerosos Orthotetidina del Pérmico de Texas (USA), descritos por COOPER & GRANT (1974), si bien la silicificación que afecta al material estudiado lo enmascara la mayoría de las veces.

En nuestras investigaciones sobre braquiópodos del Devónico y Carbonífero, descubrimos la presencia de koskinoide en varias especies de Strophomenida. Parte de ellas pertenecen a géneros donde dicha estructura había sido ya señalada, como *Morinorhynchus* sp. (Gediniense, Marruecos), *Schuchertella* sp. 1 (Fameniense, Marruecos), *Schuchertella* sp. 2 (Bashkiriense, España), *Meekella* sp. (Moscoviense, España) y *Streptorhynchus* (?) cf. *subpelargonatus* (Bashkiriense, España). El resto, en cambio, se encuadran en géneros donde no se conocía previamente; así, *Aesopomum cantabricum* n. sp. (Emsiense Superior, España), *Eoschuchertella jordani* n. sp. (Frasniense, España), *Xytostrophia* cf. *umbracula* (Devónico Medio, España), *Tapajotia* sp. (Bashkiriense, España) y *Diplanus posadai* (Moscoviense, España).

GRATSIAKOVA (com. escr. 1976) nos confirmó la presencia de koskinoide en una especie no descrita de *Eoschuchertella* del Devónico Superior ruso. Por su parte, GRANT (com. escr. 1976), nos indicó que, después de revisar cuidadosamente sus colecciones, había advertido también el koskinoide en dos especies de *Diplanus*: la especie-tipo, *D. lamellatus* y *D. catatonus*.

Ante la rápida sucesión de nuevos descubrimientos, cabe suponer que el koskinoide debió desarrollarse en muchos más taxones que los que acabamos de indicar. La posibilidad de observarlo, sin embargo, depende estrechamente del estado de conservación y del tipo de fosilización de las conchas. La silicificación, por ejemplo, suele enmascarar con frecuencia las perforaciones (GRANT, 1976: 20).

MORFOLOGIA DEL KOSKINOIDE

Las perforaciones del koskinoide tienen el aspecto de cilindros huecos atravesando la pared de la concha, normales a ella o algo inclinados. La sección de las bocas externa e interna de los cilindros, varía de circular a elíptica, de acuerdo con la inclinación de las perforaciones.

El diámetro en el exterior, oscila bastante. SCHUMANN (1969), indica para *Uncites*, valores de 200 μ y para *Kiangsiella*, de 150 μ . En nuestros ejemplares los diámetros medidos son:

Uncites gryphus (Lám. 2, Fig. 2): 175-200 μ .

Meekella sp. (Lám. 2, Fig. 1): 75-100 μ .

Diplanus posadai (Lám. 3, Fig. 1): 55-60 μ .

Streptorhynchus (?) cf. *subpelargonatus* (Lám. 3, Fig. 2): 60-65 μ .

Tapajotia sp. (Lám. 1, Fig. 4): 15-35 μ .

Eoschuchertella jordani (Lám. 3, Fig. 3; Lám. 4, Figs. 4-9): 50-65 μ .

Aesopomum cantabricum (Lám. 1, Fig. 2): 75-85 μ .

Xyostrophia cf. *umbracula* (Lám. 1, Fig. 3): 45-60 μ .

Morinorhynchus sp. (Lám. 1, Fig. 5): 66-70 μ .

Schuchertella sp. 1 (Lám. 1, Fig. 1): 45-50 μ .

El número de perforaciones es muy variable, incluso entre individuos de la misma especie. El tipo de distribución, en cambio, es bastante regular en todos los taxones que lo poseen. En general, las perforaciones se apiñan densamente en la parte posterior de la valva ventral, ocupando la región protegular, la bréfica y el inicio de la neánica (Lám. 1, Fig. 3). En *Uncites* aparecen también sobre el sindeltario, y en los estrofoménidos, excepcionalmente, en los bordes superiores de la interárea ventral. Hacia delante, tienden a concentrarse en dos fajas divergentes, más o menos anchas, alcanzando por lo regular, menos de la mitad de la longitud de la valva, las cuales enmarcan un área media donde la densidad de perforaciones es mucho menor (Lám. 3, Figs. 1, 3). El ángulo que forman los ejes de máxima densidad de distribución, es bastante variable tanto intraspecífica como interespecíficamente.

GENESIS Y FUNCION DEL KOSKINOIDE

El origen exógeno del koskinoide: traumático, diagenético, intervención de otros organismos (comensalismo, parasitismo), etc., parece descartable por:

- 1) La regularidad en la disposición y forma de las perforaciones.
- 2) Su presencia constante a lo largo de la ontogenia de las especies que lo poseen.
- 3) Su desarrollo en especies adaptadas a medios muy diferentes.
- 4) Su localización, restringida siempre a la región posterior ventral.

La relación del koskinoide con un órgano peduncular dividido en filamentos es soportado:

- a) Por la existencia de formas actuales con pedúnculo dividido.
- b) Porque los organismos con koskinoide carecieron, en general, de otro tipo de fijación eficiente en el estadio adulto.
- c) Por la morfología de la región umbonal ventral que, en la mayoría de braquiópodos con koskinoide suele estar deformada, indicando una fuerte sujeción al fondo.
- d) Por la situación de las aberturas internas de las perforaciones, en torno a la zona ocupada, normalmente, por estructuras pedunculares.

En este contexto, sin embargo, ningún autor se preocupó de analizar en profundidad la génesis de dicho aparato.

GRANT (1976: 20), por ejemplo, supone que los filamentos podrían perforar la propia concha, dado que los de algunos braquiópodos actuales y ciertas formas fósiles estudiadas por BROMLEY & SURLYK (1972), son capaces de atravesar cuerpos calcáreos. Esta hipótesis se vería favorecida:

- 1) Por la capacidad corrosiva de las fibras pedunculares, demostrada en otras especies (cf. *Terebratulina caputserpentis*, Lám. 4, Figs. 1-3 de este trabajo).
- 2) Por la aparente limpieza con que algunas perforaciones atraviesan las láminas calcáreas de la pared de la concha (Lám. 4, Figs. 6-8).
- 3) Porque el número de perforaciones, aunque muy variable, parece siempre menor en los individuos juveniles que en los adultos de la misma especie.

Un mecanismo de este tipo significaría, sin embargo, que las fibras pedunculares tendrían que perforar el manto que tapiza la cavidad interna, antes de alcanzar y atravesar la pared de la valva. Un modelo como el indicado, requiriendo un proceso autolesionante repetido, no es fácilmente comprensible en un ser vivo.

JOHNSON, BOUCOT & MURPHY (1973: 37-38), apuntan que la génesis de las perforaciones podría haberse producido mediante el aislamiento paulatino de las fibras pedunculares a lo largo del margen anterior, en fases iniciales del crecimiento del organismo. Esta sería una solución más natural que orillaría la objeción fundamental puesta a la hipótesis anterior y explicaría, asimismo, el aumento proporcional del número de perforaciones con la edad de los organismos.

No obstante, ninguna de las ideas anteriores explica la distribución general de las perforaciones en un cúmulo posterior y sendas fajas submedianas anteriores.

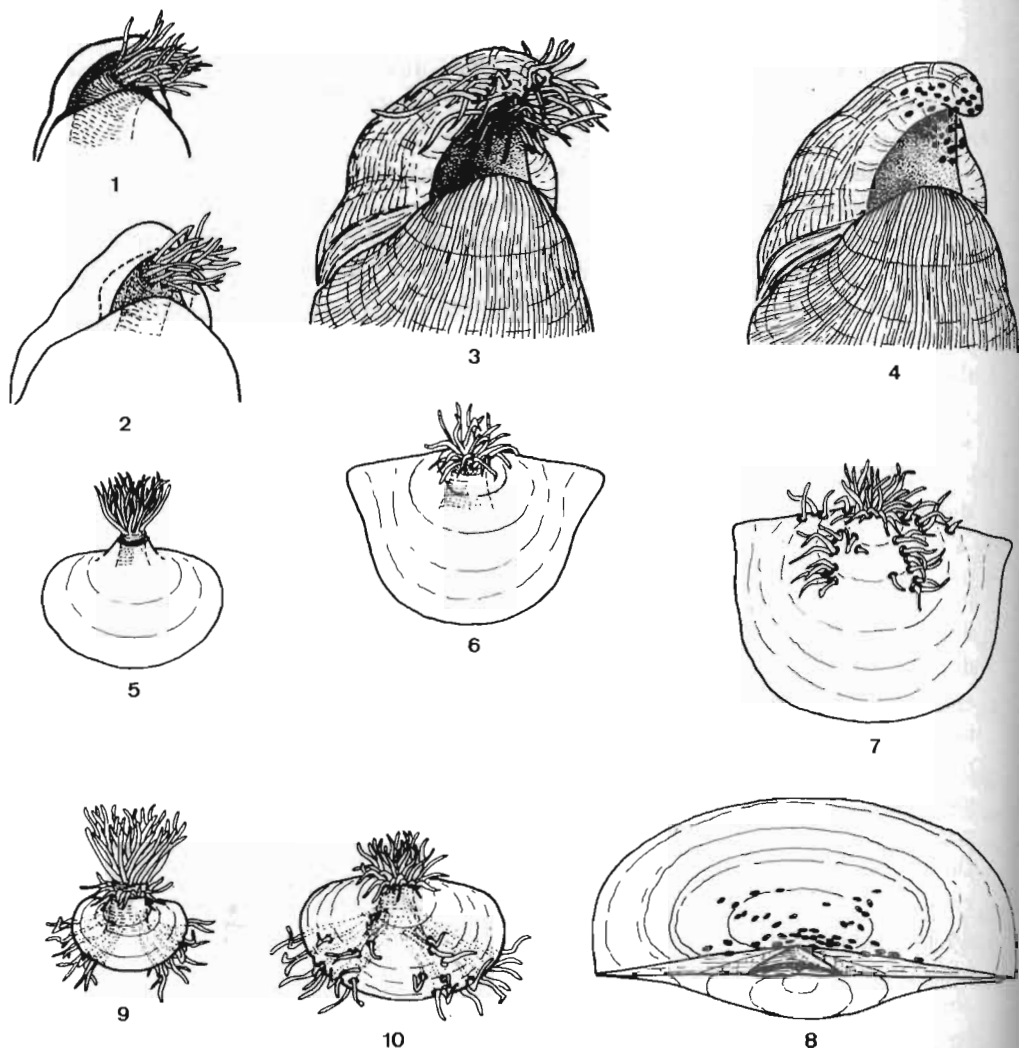
Para tratar de abordar el problema, es necesario imaginar lo que sucedería después de que la larva desciende al sustrato y crea el primer esbozo de concha en el estadio protegular. En esta fase, los braquiópodos con koskinoide habrían dispuesto de un foramen peduncular: supraapical los estrofoménidos, y, probablemente subapical *Uncites*. Este foramen falta, sin embargo, en los adultos de ambos tipos de organismos. Supuesto que los primitivos forámenes hubiesen dejado pasar un pedúnculo dividido (Figs. text. 1, 5), las fibras pedunculares pudieron resultar aisladas durante el proceso de obliteración, conformándose así el sector apical del koskinoide (Figs. text. 2, 6).

La evolución posterior de dicha estructura podría haberse producido de dos maneras:

A) Las fibras pedunculares, ligadas a cuerpos soportantes, estarían al principio incompletamente individualizadas en perforaciones singulares, dependiendo del grado de obliteración de la primitiva abertura peduncular. En el curso del crecimiento del individuo, las fibras aumentarían de grosor y tenderían a separarse, provocando la resorción de los bordes de las perforaciones. Simultáneamente, la distribución de tensiones frente a los puntos de sujeción, determinada en gran medida por el aumento en peso y tamaño del individuo y, probablemente también, por sus necesidades de estabilización en el fondo, induciría la migración de las fibras sobre la superficie de la valva ventral (Figs. text. 3, 7). Durante el desplazamiento, cada fibra tendería a quedar aislada en una perforación única. La dirección migratoria general, vendría condicionada por la situación de los órganos internos; la masa muscular aductora-diductora, implantada en la parte media de la valva ventral, y los sacos gonadales, en las partes laterales, obstaculizarían el emplazamiento de fibras en dichas regiones. En consecuencia, las perforaciones se alinean preferentemente, en fajas submedianas, alcanzando hacia delante poco más que las huellas pedunculares internas (Figs. text. 4, 8).

B) Parte de las fibras del cuerpo peduncular principal, o bien nuevas fibras originadas del mismo, podrían emerger libremente por la comisura de la concha, orillando la región ocupada por la masa muscular aductora-diductora (Fig. text. 9). Durante el crecimiento, dichas fibras serían aisladas en el borde del manto, a medida que fuesen fijándose en cuerpos soportantes externos, a causa de que la concha crecería más velozmente que ellas (Fig. text. 10). Tanto las fibras aisladas en el borde creciente del manto, como las aisladas en el curso de la obturación del primitivo foramen, podrían haber migrado, igual que en el caso anterior, debido a la distribución de tensiones.

De producirse este último mecanismo generativo, sin embargo, deberían encontrarse, estadísticamente, conchas de individuos juveniles mostrando perfo-



Figs. 1-4.-Desarrollo supuesto del koskinoide en *Uncites* (esquemático, en vista dorsolateral derecha.

Elementos ornamentales suprimidos en Figs. 1-2, para mayor claridad del dibujo).-1: El pedúnculo dividido (cuyo cuerpo principal se ve, en parte, por transparencia), asoma libremente por la abertura deltidial.-2: La cavidad deltidial es cubierta por un sindeltario que aísla las fibras pedunculares en perforaciones.-3: Las fibras migran hacia la región umbonal ventral.-4: Distribución final del koskinoide (fibras pedunculares omitidas).

Figs. 5-8.-Desarrollo supuesto del koskinoide en *Strophomenida* (esquemático; en vista ventral, salvo

Fig. 8 en vista posteroventral. Elementos ornamentales radiales omitidos para mayor claridad del dibujo).-5: El pedúnculo dividido asoma libremente por el foramen supraapical.-6: El foramen es obliterado por depósitos conchíferos que aíslan las fibras pedunculares en perforaciones.-7: Las fibras migran a lo largo de la valva ventral.-8: Distribución final del koskinoide (fibras pedunculares omitidas).

Figs. 9-10.-Otro posible desarrollo del koskinoide en *Strophomenida* (esquemático; en vista ventral:

elementos radiales omitidos).-9: Las fibras pedunculares emergen en parte por el foramen supraapical y, en parte, por la comisura de la concha.-10: El foramen es obliterado por depósitos conchíferos que aíslan parte de las fibras. El resto, va siendo aislado progresivamente en el margen creciente de la concha, en bandas submedias.

raciones recién aisladas en los márgenes anterolaterales de la valva ventral o cerca de ellos, lo que hasta ahora no hemos podido observar nunca.

Ambas hipótesis explican, no obstante, el aumento del número de agujeros del koskinoide a lo largo de la ontogenia del organismo, así como su distribución final, obviando el problema que representa la perforación del manto en la hipótesis de GRANT (1976), a la que hicimos alusión anteriormente.

Por otra parte, el que las perforaciones atravesen estructuras esqueléticas preexistentes, sería una consecuencia normal de la migración de las fibras pedunculares. Y, en cualquier caso, las láminas calcíticas de la capa secundaria muestran, en sección tangencial, una disposición concéntrica alrededor de muchas perforaciones lo que parece indicar que su génesis se produjo por la actividad secretora del manto alrededor de cuerpos preexistentes, como podrían serlo las propias fibras pedunculares (Lám. 4, Fig. 5). Incluso, en ciertos casos se observan posibles centros de migración. Así, en Lám. 4, Fig. 9, las perforaciones centrales están incompletamente separadas y rodeadas por láminas calcíticas de la capa secundaria en disposición concéntrica, sugiriendo una migración muy pequeña. El resto de perforaciones próximas, cortan ya a las láminas calcíticas, y por su posición parecen representar el resultado de la migración de un penacho de fibras pedunculares surgiendo, inicialmente, por un orificio único, situado más o menos hacia donde se encuentran actualmente las perforaciones centrales en vías de separación.

El emplazamiento de las perforaciones en la región apical ventral, difiere en *Uncites* y en los estrofoménidos. En aquel género, parte de las perforaciones pueden encontrarse sobre el sindeltario (SCHUMANN, 1969, Fig. text. 5 b), mientras que en los estrofoménidos solo, excepcionalmente lo hacen en el borde superior de la interárea y no las hemos observado nunca sobre elseudodeltidio. Esto es, justamente, lo que cabría esperar de la situación inicial del foramen peduncular en dichos organismos: subapical en *Uncites* y supraapical en los estrofoménidos, y tiende a confirmar que, al menos, parte de las fibras resultaron aisladas en el curso de la obliteración foraminal.

El sugestivo análisis de SCHUMANN (1969) y nuestras propias observaciones anteriores, permiten considerar como muy probable que el koskinoide hubiese servido para el paso de fibras pedunculares de un órgano de sujeción similar, en esencia, al de los braquiópodos actuales *Terebratulina* y *Chlidonophora*. La disposición habitual de las perforaciones, por su parte, podría venir determinada por un hábito de fijación abrazante, con las fibras de las fajas anterolaterales del koskinoide, rodeando cuerpos del fondo. Esta actitud ha sido evocada por el propio SCHUMANN (1969: Fig. text. 6), en *Terebratulina retusa*, donde el haz distal de fibras pedunculares es capaz de envolver un objeto soportante. Esta disposición se adecuaría, también, a organismos que necesitasen no sólo fijarse, sino mantenerse en una determinada posición en el fondo, actuando las fibras pedun-

culares, en este caso, de manera similar a las espinas halteroides de los braquiópodos Productacea, tal como sugiere GRANT (1976: 20).

No parece muy probable que los organismos con koskinoide gozasen de especial libertad y velocidad de movimientos, como ocurre con los braquiópodos actuales con pedúnculo dividido (SCHUMANN, 1969: 203, Fig. text. 3). La frecuente deformación del área umbonal ventral de casi todos los braquiópodos provistos de dicha estructura, parece indicar que la sujeción al fondo fue muy fuerte y bastante rígida. Muchos de ellos, incluso, desarrollaron la capacidad de cementarse por parte de la valva ventral. Según BRUNTON (1975: 515), la aparición de la cementación sería inducida por el acortamiento de las fibras del koskinoide, forzando al organismo a un estrecho contacto con el cuerpo soportante lo que, evidentemente, significa una mayor inmovilidad.

En cualquier caso, la mayoría de las veces, la cicatriz de cementación observada es tan pequeña, que este tipo de fijación sería sólo transitorio, eficaz en etapas iniciales del crecimiento, desapareciendo con el aumento de peso y tamaño de los organismos, para quedar como único mecanismo de anclaje, el órgano peduncular fibroso relacionado con el koskinoide.

SISTEMATICA

Por J. L. GARCÍA-ALCALDE

Eoschuchertella jordani n. sp.

- ± 1882 *Streptorhynchus umbraculum*, SCHLT. Ch. BARROIS, p. 239, 481 (*pars*), Pl. 9, Fig. 2.
1896 *Streptorhynchus Barroisi*; D. OEHLERT & P. OEHLERT, p. 864, nota a pié de página (*nomen nudum*).

M a t e r i a l: Holotipo DPO 3491 (Lám. 3, Figs. 4-7) y 59 paratipos, DPO 3492-3549, 13275 (dos de ellos figurados en Lám. 3, Figs. 8-9, y otro en Lám. 4, Figs. 4-9), procedentes del estrato y localidad típicos.

Estrato y localidad típicos: Calizas arcillosas de color oscuro de la Fm. Candás (Frasniense), 30 m estratigráficos bajo la formación suprayacente. Pequeño entrante costero al Este de la ría de Perán (Candás, prov. Oviedo). Coordenadas en el Mapa Topográfico del Instituto Geográfico y Catastral de España, E. 1 : 50.000, hoja n.º 14 (Gijón), x = 2º 6' 26"; y = 43º 35' 5".

D e r i v a c i ó n d e l n o m b r e: Dedicada a Dietmar JORDAN, de Leverkusen (Alemania), entusiasta coleccionista de braquiópodos.

D e s c r i p c i ó n: Concha impuntuada, de tamaño pequeño a medio, transversa, ventribiconvexa a biconvexa. Máxima anchura situada hacia el tercio anterior de la longitud.

Ornamentación multicostulada. Cóstulas redondeadas y altas, rectas o algo arqueadas en los flancos. Hacia delante, su número crece por intercalación de cóstulas semejantes. *Filae* concéntricas, numerosas y apretadas confiriendo, en ocasiones, aspecto nodoso a las cóstulas. Lamelas de crecimiento fuertes e irregularmente distanciadas.

Valva ventral hemipiramidal, generalmente muy convexa, con la región umbonal asimétrica. Pequeña cicatriz de cementación presente, a veces, en el ápice de la valva, rodeada de perforaciones numerosas y menudas (50-65 μ) de un koskinoide. Koskinoide distribuido, típicamente, en un cúmulo posterior extendiéndose por los bordes de la interárea y flancos umbonales, y sendas fajas submedianas, alcanzando hacia delante menos de la mitad de la longitud de la valva (Lám. 3, Fig. 3). Interárea apsaclina a proclina, alta a muy alta, con regiones deltidial, perideltidiales y laterales claramente delimitadas (Lám. 3, Fig. 6). Área deltidial ocupada por un pseudodeltidio completo, convexo, con una débil depresión media.

Dientes cardinales fuertes, no soportados por lamelas dentales. Crestas dentales desarrolladas a lo largo de los bordes internos del deltirio. Campo muscular ventral casi totalmente restringido a la región umbonal, impreso en el fondo de la valva, bisectado por un miofragma medio, bajo, estrecho y redondeado. Huellas de los diductores flabeladas, envolviendo las de los aductores. Huellas de los ajustores situadas en los márgenes posterolaterales del campo de los diductores, bordeadas por aberturas internas de las perforaciones del koskinoide.

Valva dorsal suave y regularmente convexa. Interárea anaclina, mucho más baja que la ventral. Quilidio bajo, ancho y convexo, hendido en su parte media.

Proceso cardinal bajo, bilobado, sobresaliente algo del borde cardinal. Mióforos trapezoidales, dirigidos posterior a algo posterodorsalmente, hendidos en su parte media. Rebordes internos curvos, fundidos con el proceso cardinal y con el borde cardinal, encerrando cavidades glenoideas cónicas, bastante profundas. Lóbulos del proceso cardinal y rebordes internos, conectados por una placa transversa, doblada, cuyo vértice está constituido por un nodo alargado, estrecho y anguloso. Huellas de los aductores grandes, alcanzando casi la mitad de la longitud de la concha, longitudinalmente ovaladas, excavadas en el fondo de la valva y separadas por un miofragma medio, estrecho y redondeado.

D i s c u s i ó n : BARROIS (1882), asignó a *Streptorhynchus umbraculum* (= *Xylostrophia umbracula*) formas de muy variada naturaleza y procedencia, entre ellas algunas encontradas en Candás, en un punto que parece coincidir con el locus typicus de *Eoschuchertella jordani*. El ejemplar figurado en Pl. 9, Fig. 2 por dicho autor parece, además, una de las variantes de nuestra especie. Por ello, incluimos parcialmente la referencia a *S. umbracula* en la sinonimia de nuestra especie.

D. OEHLERT & P. OEHLERT (1896, p. 864, nota a pie de página), denominaron a la forma figurada por BARROIS, *Streptorhynchus Barroisi*. A falta de descripción o figuración correcta, esta referencia la consideramos como *nomen nudum*.

La especie-tipo de *Eoschuchertella*, *E. popovi* GRATSIANOVA, se diferencia

de la nuestra, sobre todo en que carece de koskinoide y de cicatriz de cementación, y su valva ventral suele ser algo cóncava anteriormente.

Aesopomum cantabricum n. sp.

Lám. 1, Fig. 2; Lám. 2, Figs. 3-6

Material: Holotipo DPO 3550 (Lám. 2, Figs. 3-6) y 7 paratipos, DPO 3551-3555 y 6282-6283 (el DPO 3553 figurado en Lám. 1, Fig. 2), procedentes del estrato y localidad típicos.

Estrato y localidad típicos: Paquete de calizas margosas del tercio superior del Grupo La Vid (Emsiense Superior), unos 50 m estratigráficos por debajo del contacto con la Fm. Santa Lucía. Iglesia de Colle (Sabero, prov. León). Coordenadas en el Mapa Topográfico del Instituto Geográfico y Catastral de España, E. 1: 50.000, hoja 104 (Boñar), x = 1° 33' 45", y = 42° 50' 33".

Derivación del nombre: De la región tipo de la especie: «zona cantábrica».

Descripción: Conchas impuntuadas, pequeñas a grandes, biconvexas, transversas, generalmente deformadas y asimétricas. Región umbonal ventral muy deformada, cubierta por numerosas y finas perforaciones (75-85 μ) de un koskinoide bastante irregular.

Ornamentación multicostulada. Cóstulas sinuosas, estrechas, altas y redondeadas, cuyo número crece hacia delante por intercalación de cóstulas semejantes. *Filae* concéntricas muy apretadas y finas marcadas, sobre todo, en los espacios intercostulares. Lamelas de crecimiento imbricantes, algo irregulares visibles, en especial, hacia el frente de la concha.

Valva ventral más o menos cónica. Superficie cubierta por depresiones y elevaciones numerosas e irregulares. Interárea apsaclina a cataclina, asimétrica, alta a muy alta. Area deltidial ocupada por un pseudodeltidio completo y convexo, con una débil depresión media (Lám. 2, Fig. 5).

Valva dorsal más regular que la ventral, suave a fuertemente convexa. Interárea muy baja. Quilidio obsoleto o muy bajo, hendido en su parte media.

Interior de la concha, desconocido.

Discusión: La especie-tipo de *Aesopomum*, *A. aesopeum* (BARRANDE), la única conocida hasta ahora del género, difiere de la nuestra en su mayor tamaño, ornamentación radial más grosera y nulo desarrollo de la interárea dorsal. A nuestro conocimiento, además, dicha especie carece de koskinoide.

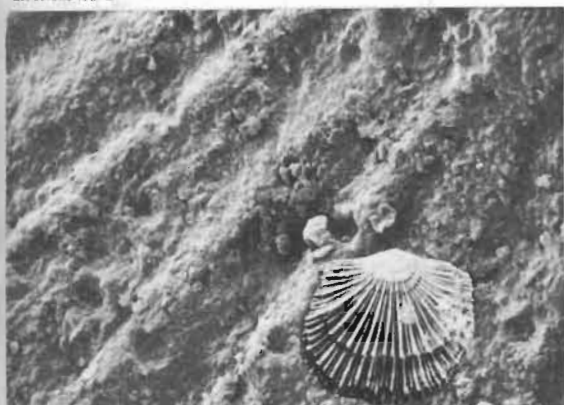
BIBLIOGRAFIA

- BROMLEY, R. G. & SURLYK, F. (1973).—Borings produced by brachiopod pedicles, fossil and Recent. *Lethaia* (4) **6**: 349-365, 14 Figs., Oslo.
- BRUNTON, H. (1975).—Some lines of brachiopod research in the last decade. *Paläont. Z.* (4) **49**: 512-529, Stuttgart.
- COOPER, G. A. & GRANT, R. E. (1974).—Permian brachiopods of West Texas, II. *Smith. Contrib. Paleobiol.*, **15**: 233-793, 168 Pl., 1 Fig., Washington.
- GRANT, R. E. (1976).—Permian brachiopods from Southern Thailand. *Journ. Paleont.*, **50**: *Pal. Soc. Mem.*, **9**: 1-269, 71 Pl., 23 Figs., 8 Tab.
- GRATSANOVA, R. T. (1974).—«*Schuchertella*» of the Early and Middle Devonian in the South of the West Siberia, their systematics, elements of ecology, stratigraphical importance. En: «Environment and life in the geological past (palaeoecological problems)». Ed. *Nauka, Siberian branch* (en ruso): 77-87, 3 Pl., Novosibirsk.

- (1975).—Early and Middle Devonian brachiopod of the Altai-Sayan region. *Strophomenidina. Acad. Sci. URSS, Siberian branch, Trans. Inst. Geol. & Geophys.* (en ruso), **248**: 1-105, 20 Pl., 6 Figs., 2 Tab., Moscú.
- JOHNSON, J. G., BOUCOT, A. J. & MURPHY, M. A. (1973).—Pridolian and Early Gedinnian age brachiopods from the Roberts Mountains Formation of Central Nevada. *Univ. California Publ. Geol. Sci.*, **100**: 1-75, 31 Pl., 3 Figs., 1 Tab.
- JUX, U. & STRAUCH, F. (1966). Die Mitteldevonische brachiopoden-gattung *Uncites* DEFRANCE 1825. *Palaeontographica A*, (4-6) **125**: 176-222, 5 Pl., 18 Figs., 3 Tab., Stuttgart.
- MARTINEZ-CHACÓN, M. L. (1979).—Braquiópodos carboníferos de la Cordillera Cantábrica (Orthida, *Strophomenida* y *Rhynchonellida*). *Mem. Inst. Geol. Min. España*, **96**: 1-291, 32 Láms., Madrid.
- PAECKELMANN, W. (1922).—Der Mitteldevonische Massenkalk des Bergisches Landes. *Abh. Preuss. Geol. Land., n. f.*, **91**: 1-111, 1 Pl., Berlín.
- QUENSTEDT, F. A. (1871).—Petrefactenkunde Deutschlands, 1 Abt. II. Die Brachiopoden: 1-748, atlas con 25 Pl., Leipzig.
- SCHUMANN, D. (1969).—«Byssus» -artige Stielmuskel- konvergenzen bei artikulaten Brachiopoden. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* (2) **133**: 199-210, 4 Pl., 6 Figs., Stuttgart.

LAMINA 1

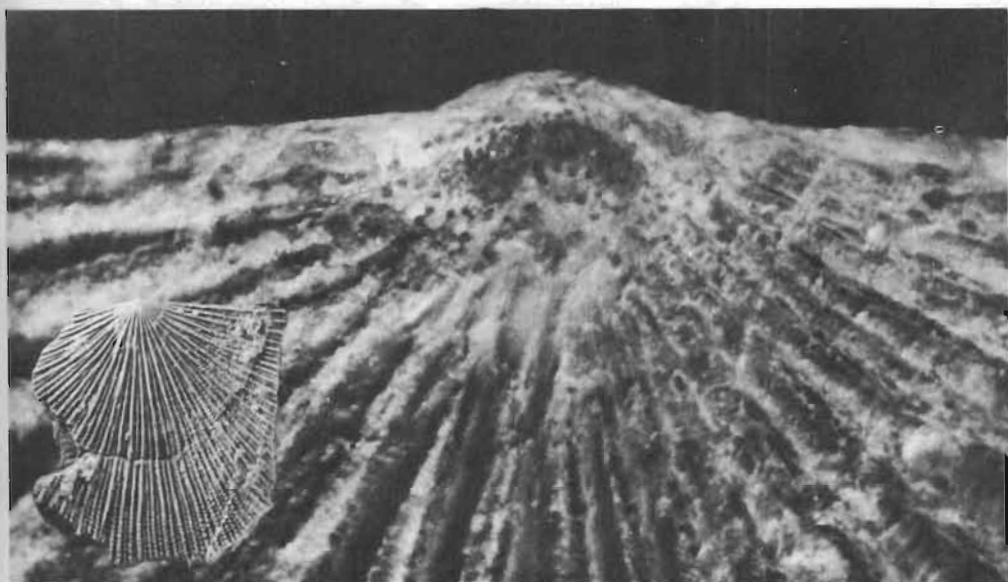
- Fig. 1.-*Schuchertella* sp. 1. Marruecos. Fameniense. Vista ventral, $\times 1$, y ampliación de la región umbonal mostrando varias perforaciones del koskinoide, $\times 106$.
- Fig. 2.-*Aesopomum cantabricum* n. sp. Colle (Sabero, prov. León). Parte alta del Grupo La Vid (Emsiense Sup.). Vista ventral, $\times 2$, y ampliación de la región umbonal derecha, mostrando perforaciones del koskinoide, $\times 10$, DPO 3553.
- Fig. 3.-*Xytostrophia* cf. *umbracula* (SCHLOTHEIM). La Regala (Pravia, prov. Oviedo). Parte baja de la Fm. Candás (Givetiense). Ejemplar DPO 3557. Vista ventral, $\times 1$, y ampliación de la región umbonal, mostrando el koskinoide, $\times 20$.
- Fig. 4.-*Tapajotia* sp. S. de Candemuela (prov. León). Fm. San Emiliano (Bashkiriense Med-Sup.). Ejemplar DPO 8027. Vista ventral, $\times 2$, y ampliación de la región umbonal mostrando el koskinoide, $\times 35$.
- Fig. 5.-*Morinorhynchus* sp. Marruecos. Gedinfense. Vista ventral, $\times 2$, y ampliación de la región umbonal mostrando perforaciones del koskinoide, $\times 30$.



1



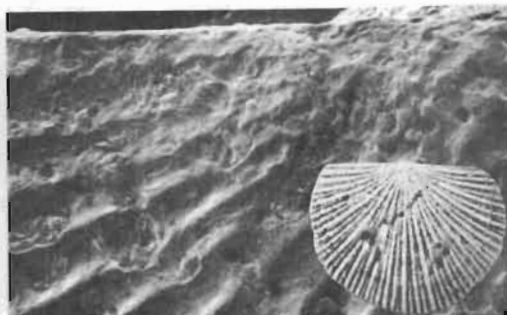
2



3



4



5

LAMINA 2

- Fig. - 1.—*Meekella* sp. S. de Navaliego (Laviana, prov. Oviedo). Fm. Lena (Moscoviense Inf.). Molde interno ventral, $\times 2$, y ampliación de la región umbonal mostrando las trazas de las perforaciones del koskinoide, $\times 20$. Ejemplar DPO 13274.
- Fig. - 2.—*Uncites gryphus* (SCHLOTHEIM). Schladetal (Bergisch Gladbach, Eifel, Alemania). Devónico Medio. Vista dorsal, $\times 1$, y ampliación de la región umbonal ventral izquierda, en vista lateral, mostrando las perforaciones del koskinoide, $\times 20$.
- Figs. 3-6.—*Aesopomum cantabricum* n. sp. Colle (Sabero, prov. León). Parte alta del Grupo La Vid (Emsiense Sup.). Vistas ventral, dorsal, posterior y lateral derecha del holotipo DPO 3550, $\times 2$.



1



3



4



5



6



2

LAMINA 3

- Fig. - 1.-*Diplanus posadai* MARTÍNEZ-CHACÓN. Hontoria (Llanes, prov. Oviedo). Fm. Escalada (Kashiriense Sup.). Ejemplar DPO 8015. Vista ventral, $\times 2$, y ampliación de la región umbonal mostrando la distribución del koskinoide, $\times 34$.
- Fig. - 2.-*Streptorhynchus* (?) cf. *subpelargonatus* FLIEGEL *sensu* DEMANET. Latores (SO de Oviedo, prov. Oviedo). Fm. Valdeteja (Bashkiriense Inf.). Ejemplar DPO 8056. Vista ventral, $\times 2$, y ampliación de la región umbonal mostrando las menudas perforaciones del koskinoide, $\times 17$.
- Figs. 3-9.-*Eoschuchertella jordani* n. sp. Perán (Candás, prov. Oviedo). Parte alta Fm. Candás (Frasniense).
- Fig. - 3.-Ejemplar DPO 3518. Ampliación de la región posterior ventral mostrando la disposición del koskinoide, $\times 20$.
- Figs. 4-7.-Holotipo DPO 3491, en vistas ventral, dorsal, posterior y lateral derecha, $\times 2$.
- Fig. - 8.-Paratipo DPO 3514. Interior ventral, $\times 2$.
- Fig. - 9.-Paratipo DPO 3527. Interior dorsal, $\times 2$.



1



2



3



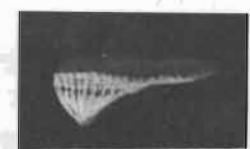
4



5



6



7



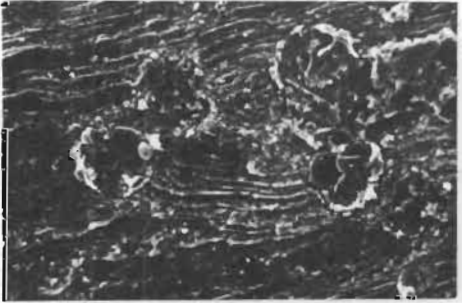
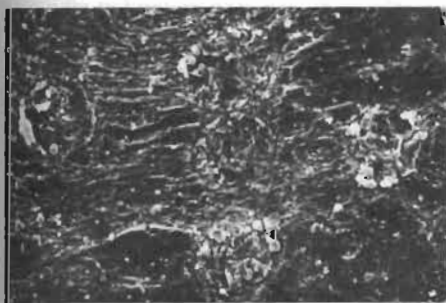
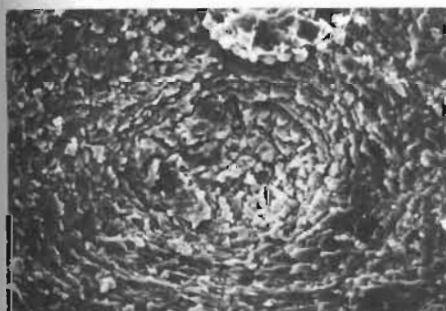
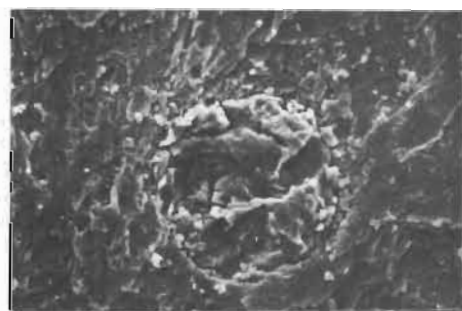
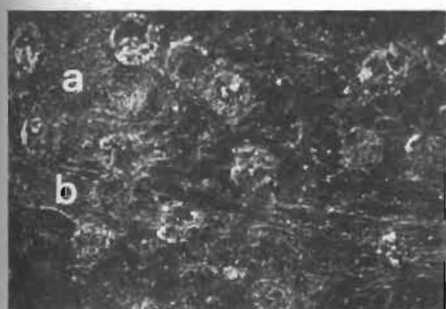
8



9

LAMINA 4

- Figs. 1-3.-*Terebratulina caputserpentis* LINNEO. Dragado en las proximidades de la isla de Batz (Roscoff, Francia). Reciente.
- Figs. 1-2.-Vistas dorsolateral derecha y dorsolateral izquierda, mostrando el pedúnculo dividido, con los filamentos anclados en un fragmento de bivalvo, $\times 3,5$.
- Fig. 3.-Ampliación del fragmento de bivalvo de la figura anterior, mostrando las fibras pedunculares atravesándolo claramente.
- Figs. 4-9.-*Eoschuchertella jordani* n. sp. Perán (Candás, prov. Oviedo). Parte alta de la Fm. Candás (Frasniense). Gran aumento de diversas perforaciones del koskinoide del ejemplar DPO 13275. Todas las perforaciones están rellenas de matriz.
- Fig. 4.-Acumulación de perforaciones en diferentes fases de migración, $\times 77$.
- Fig. 5.-Detalle de la zona *a* de la figura anterior, mostrando una perforación con la característica disposición concéntrica de las láminas calcíticas de la capa secundaria, de las estructuras creadas «in situ», $\times 308$.
- Fig. 6.-Detalle de la zona *b* de la figura 4, mostrando varias perforaciones migradas, entre ellas dos en posición tangente, $\times 160$.
- Fig. 7.-Inflexión de las láminas de la capa secundaria en las proximidades de una perforación, $\times 308$.
- Fig. 8.-Otro detalle de la disposición de las láminas calcíticas en torno a una perforación, $\times 308$.
- Fig. 9.-Acumulación de perforaciones, posiblemente originadas por dispersión de fibras pedunculares a partir de un punto común, situado hacia el centro de la fotografía. Obsérvese en dicha región la presencia de dos perforaciones, incompletamente separadas, alrededor de las cuales las láminas calcíticas tienen disposición concéntrica, $\times 154$.



DEPARTAMENTO DE BOTANICA Y FISILOGIA VEGETAL

(Director: Prof. Dr. Matías MAYOR LOPEZ)

BOTANICA

Desde la creación de la Sección de Biológicas en León (1968) hasta su conversión en Facultad de Biología (1975), las enseñanzas de Botánica fueron coordinadas por el Departamento de Botánica de Oviedo, cuyo profesorado impartió, en Oviedo, las asignaturas de Botánica Geólogos (MAYOR, MARTÍNEZ, NAVARRO, DÍAZ), **Botánica I** (MAYOR, SIMÓ, MARTÍNEZ), **Botánica II** (MAYOR, MARTÍNEZ, NAVARRO), **Taxonomía y Evolución Vegetal** (MAYOR, MARTÍNEZ, DÍAZ, FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ), **Fitogeografía** (MAYOR), **Algología y Briología** (SIMÓ), **Botánica General** (MAYOR, SIMÓ), **Geobotánica** (MAYOR), **Ampliación de Criptogamia** (SIMÓ), **Talofitos y Cormofitos** (NAVARRO, DÍAZ, FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ), **Anatomía y Morfología Vegetal** (DÍAZ), y los cursos de doctorado siguientes:

Conceptos básicos para el reconocimiento en el campo de las comunidades vegetales e interpretación del paisaje (1968-69), **Las comunidades vegetales y su relación con el sustrato geológico, Interpretación del paisaje vegetal** (69-70), **Geografía Botánica de Asturias** (70-71), **Vegetación de la Península Ibérica** (71-72), **Paisaje vegetal asturiano** (72-73), **Estudio de la flora y vegetación de las Islas Canarias** (73-74) y **Estudio de los pastizales españoles** (74-75) por el doctor M. MAYOR. En el 75-76, **Principios básicos sobre taxonomía moderna** (MAYOR) y **Bioquímica y Serología aplicadas a la taxonomía** (Dr. G. MARTÍNEZ). En el 76-77, **Aspectos corológicos de la flora asturiana** (MAYOR), **Origen de las angiospermas** (MARTÍNEZ), **Vegetación atlántica y centroeuropea** (Dr. T. E. DÍAZ), **Vegetación mediterránea y macaronésica** (Dr. F. NAVARRO) y **Problemas modernos de la Briología** (Dra. R. M.^a SIMÓ). En el 77-78, **Fitogeografía de los países tropicales** (MAYOR), **Problemas actuales de la Briología** (SIMÓ), **Sociología briológica de la Península Ibérica** (SIMÓ) y **Aspectos fitogeográficos de la Cordillera cantábrica** (DÍAZ).

La dotación de Botánica es de una Cátedra, una Agregación y una Adjuntía, siendo titulares de la primera el doctor Matías MAYOR y de la última el doctor Tomás E. DÍAZ GONZÁLEZ. El doctor Florentino NAVARRO es actualmente profesor agregado de Botánica en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Salamanca.

En lo que se refiere a investigación, aunque el conocimiento de las plantas vasculares en los campos de la taxonomía —con sus vertientes morfológicas, biométricas, citogénéticas...—, la corología y la fitosociología, han constituido la mayor parte de la investigación de las personas adscritas al Departamento en estos diez años, también las plantas no vasculares han sido objeto de atención y estudio, y así, desde el año 1969, la línea de investigación en briófitos ha sido seguida por la doctora SIMÓ MARTÍNEZ constituyéndose muy pronto un equipo con licenciados de la primera y segunda promociones de la Sección.

Aportaciones importantes en este campo podemos considerar: el incremento de la flora española con casi una veintena de especies nuevas, el haber llegado a catalogar unos setecientos taxones en la flora briológica regional —más del 75 % de los conocidos para España—, el conocimiento en briófitos del elemento corológico atlántico, casi desconocido anteriormente en la Península Ibérica y el inicio en España del estudio de las comunidades muscinales.

La ausencia en el Departamento de especialistas en Algología, Micología y Liquenología hace que los trabajos en estas ramas hayan ido encaminados más a la docencia que a la investigación. Tal vez podríamos destacar un campamento para el estudio del bentos marino, de una semana de duración, en la Ría del Eo y la reunión que tuvo lugar, en 1974 y en nuestro Departamento, de un grupo de micólogos españoles, así como la puesta en marcha, hace dos años, de la línea de trabajo en Liquenología, que ya ha fructificado en una tesina y dos publicaciones, con aportaciones muy interesantes para la flora española.

De estas líneas de investigación y de la seguida sobre Taxonomía y Ecología de plantas vasculares publicamos en este mismo volumen trabajos representativos.

De la otra gran línea investigadora del Departamento, la Geobotánica, en los estudios llevados a cabo sobre las comunidades pascícolas de la provincia Corológica Atlántica (RIVAS MARTÍNEZ, 1973), se han descrito como nuevas, las siguientes asociaciones vegetales:

Linario-Agrostidetum MARTÍNEZ, MAYOR & col., 1974.

Arenario-Festucetum hystricis MARTÍNEZ, MAYOR & col., 1974.

Myosotis nemorosa-Crepis paludosa MARTÍNEZ, MAYOR & col., 1974.

Festuca hystrix-Thymus mastigophorus MAYOR & col., 1973.

Festuca hystrix-Oreocloa seslerioides MAYOR & col., 1973.

Festucetum burnatii MAYOR & col., 1973.

Pulsatillo-Chamaespartietum sagittale MAYOR & col., 1970.

Asterolino-Rumicetum DÍAZ & NAVARRO, 1977.

Petrorragio-Trifolietum arvensis DÍAZ & NAVARRO, 1977.

En taludes rocosos sobre calizas se describió la asociación:

Genisto-Euphorbietum flavicomae MARTÍNEZ, MAYOR & col., 1974.

Dentro de los estudios taxonómicos sobre plantas vasculares, hay que destacar como especie nueva para la flora española: *Juncus cantabricus* DÍAZ, FERNÁNDEZ-CARVAJAL & FERNÁNDEZ PRIETO, 1977; y como nuevas citas para la flora ibérica: *Festulium braunii* (K. Richt.) Camus y *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake.

Se están llevando a cabo trabajos de cartografía de la vegetación y se han hecho estudios Florísticos, Ecológicos, Fitosociológicos y Fitotopográficos sobre las zonas del Puerto Ventana, Aramo y Occidente asturiano entre otras, como se puede observar en la relación de Tesis Doctorales y Tesinas de Licenciatura que sigue:

Tesis:

R. M. SIMÓ MARTÍNEZ.—«Estudio de la flora briológica del Puerto de Ventana (Asturias)». 1973.

G. MARTÍNEZ GARCÍA.—«Estudio de la flora y vegetación de las Comarcas comprendidas entre Trubia (Asturias) y San Emiliano (León)». 1974.

F. NAVARRO ANDRÉS.—«Estudio de la flora y vegetación de la Sierra del Aramo y sus estribaciones». 1974.

T. E. DÍAZ GONZÁLEZ.—«Estudio de la flora y vegetación del Litoral Occidental Asturiano». 1975.

R. CARBO NADAL.—«Aportaciones al estudio botánico de la provincia de León». 1975.

C. M. ROMERO RODRÍGUEZ.—«Flora y vegetación de la Cuenca alta del río Luna (León)». 1976.

M. C. FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ.—«Estudio de la flora briológica del Valle del Nalón y Puerto de Tarna». 1977.

E. VICÓN ARVIZU.—«Estudio de la flora y vegetación muscinal acuática de la zona occidental asturiana». 1977.

Tesinas:

M. C. RODRÍGUEZ GONZÁLEZ.—«Estudio taxonómico y ecológico de las especies de algas de agua dulce en la zona del Infanzón (Gijón)». 1972.

N. ALONSO LEAL.—«Flora briológica del Cabo de Peñas (Asturias)». 1973.

M. C. FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ.—«Flora briológica del Valle de Langreo y posibles efectos antrópicos sobre la misma». 1973.

A. J. ALVAREZ RODRÍGUEZ.—«Estudio de la flora y vegetación del Puerto de Leitariegos y Cuenca alta del Naviego». 1976.

J. A. FERNÁNDEZ PRIETO.—«Estudio de la flora y vegetación de la zona SE del Concejo de Somiedo». 1976.

J. J. LASTRA MENÉNDEZ.—«Estudio de la flora de Grado y sus relaciones con otras zonas astures». 1977.

M. L. VERA DE LA PUENTE.—«Estudio de la flora y vegetación del Puerto de Tarna y del Valle de Valdosín». 1977.

V. VÁZQUEZ FERNÁNDEZ.—«Aportaciones al estudio de la flora liquénica epífita de las principales formaciones arboladas de Asturias y NE de León». 1978.

BRIOFITOS NUEVOS EN LA FLORA ESPAÑOLA

Por
R. M. SIMO, M. C. FERNANDEZ ORDOÑEZ

y
E. VIGON
Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se citan por primera vez en la flora española, las hepáticas *Geocalyx graveolens* (Schr.) Nees y *Radula holtii* Spruce, así como el musgo *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb.

SUMMARY

The liverworts *Geocalyx graveolens* (Schr.) Nees, *Radula holtii* Spruce and the moss *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb. are quoted for the first time in the Spanish Flora.

Algunos de los briófitos recogidos en nuestras excursiones por Asturias, eran desconocidos en la brioflora española, como ocurre con las tres especies que mencionamos a continuación. Entre ellas, debemos resaltar *Radula holtii* Spruce ya que la localidad asturiana es la cuarta del mundo para esta especie.

Geocalyx graveolens (Schr.) Nees.—En los taludes húmedos, sombríos y acidófilos de la cañada a Bandujo (Pto. Ventana) se desarrollaban los céspedes verde-amarillentos de esta hepática; más o menos mezclados con ella aparecían: *Bazzania trilobata* (L.) Lindb., *Blepharostoma trichophyllum* (L.) Dum., *Diplophyllum albicans* (L.) Dum., *Polytrichum formosum* Hedw. y *Sphagnum nemo-reum* Scop.

Como características más notables destacaremos sus hojas decumbentes, bilobuladas; los anfigastrios bífidos bien visibles; y el marsupio cilíndrico, globoso antes del completo desarrollo. Se trata de una hepática de aspecto parecido a *Lophocolea minor* Nees, pero ésta casi siempre tiene propágulos y sus anfigastros son mayores y de lóbulos más separados.

Según K. MUELLER (1954) se trata de una planta que crece sobre la tierra o en las rocas silíceas sombrías, sobre todo sobre arenisca, y para la que cita la siguiente distribución: Bélgica, Alpes, Checoslovaquia, Italia, Francia, Escocia, Islas Feroes, Noruega, Suecia, Finlandia, Siberia, Japón y Estados Unidos.

Radula holtii Spruce.—En un pequeño arroyo entre Castañedo y Pontigón, donde en 1975 recolectamos *Radula aquilegia* Tayl., encontramos, en marzo de 1978, ejemplares que más tarde determinamos como pertenecientes a *R. holtii*.

En un principio pensamos que se trataba de nuevo de *R. aquilegia*, si bien la existencia de gran número de periantos hacía igualmente interesante la recolección, puesto que en 1975 no la habíamos encontrado fructificada. Sin embargo, bajo la lupa, pudimos distinguir claramente dos tipos de periantos: los unos muy alargados y estrechos, y los otros más cortos y ensanchados en el extremo; estas diferencias nos hicieron pensar en la existencia de dos especies distintas. En efecto, al observar las preparaciones al microscopio, distinguimos dos tipos de ejemplares: mientras en unos el lóbulo ventral se encontraba pegado al dorsal prácticamente en toda su longitud, en los otros el lóbulo ventral presentaba un hinchamiento basal y sólo se pegaba al lóbulo dorsal por el borde superior. Estos últimos ejemplares correspondían a *R. aquilegia*, con periantos cortos, ensanchados y nunca en la terminación de un tallo o rama principal, mientras que los primeros correspondían a *R. holtii* con periantos estrechos, alargados y terminales.

El cesped que los ejemplares de ambas especies formaban en las piedras del arroyo era prácticamente puro, sólo *Platyhypnidium riparioides* (Hedw.) Dix. y *Riccardia sinuata* (Dicks.) Trev. tapizaban algunas de las restantes piedras del arroyo.

CASTLE (1967), en su revisión del género *Radula*, indica que es una especie conocida en Killarney (Irlanda), donde en 1885 fue recolectada por G. A. HOLT; H. PERSSON y P. y V. ALLORGE la recogieron en las islas Azores en 1950; y por último, GUIMARAES la encontró en Caldas do Gerez (Portugal) en 1920.

CASARES (1919) se refiere a esta especie con una pequeña descripción, sin incluir dibujos, por lo que nos ha parecido interesante realizar dibujos de las dos especies mencionadas para dejar bien patentes sus diferencias.

Calliergon giganteum (Schimp.) Kindb. Esta gran hipnécea la hemos recogido en el puerto de la Cubilla, a una altitud de 1.670 m; crecía en un suelo higroturboso, completamente encharcado acompañado por *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loesk..

La segunda localidad asturiana es en la Vega Penouta (Puerto Somiedo), de donde nos lo trajo J. A. F. PRIETO; se encontraba a una altitud de 1.570 m y se desarrollaba en un pastizal inundado al borde de un arroyo.

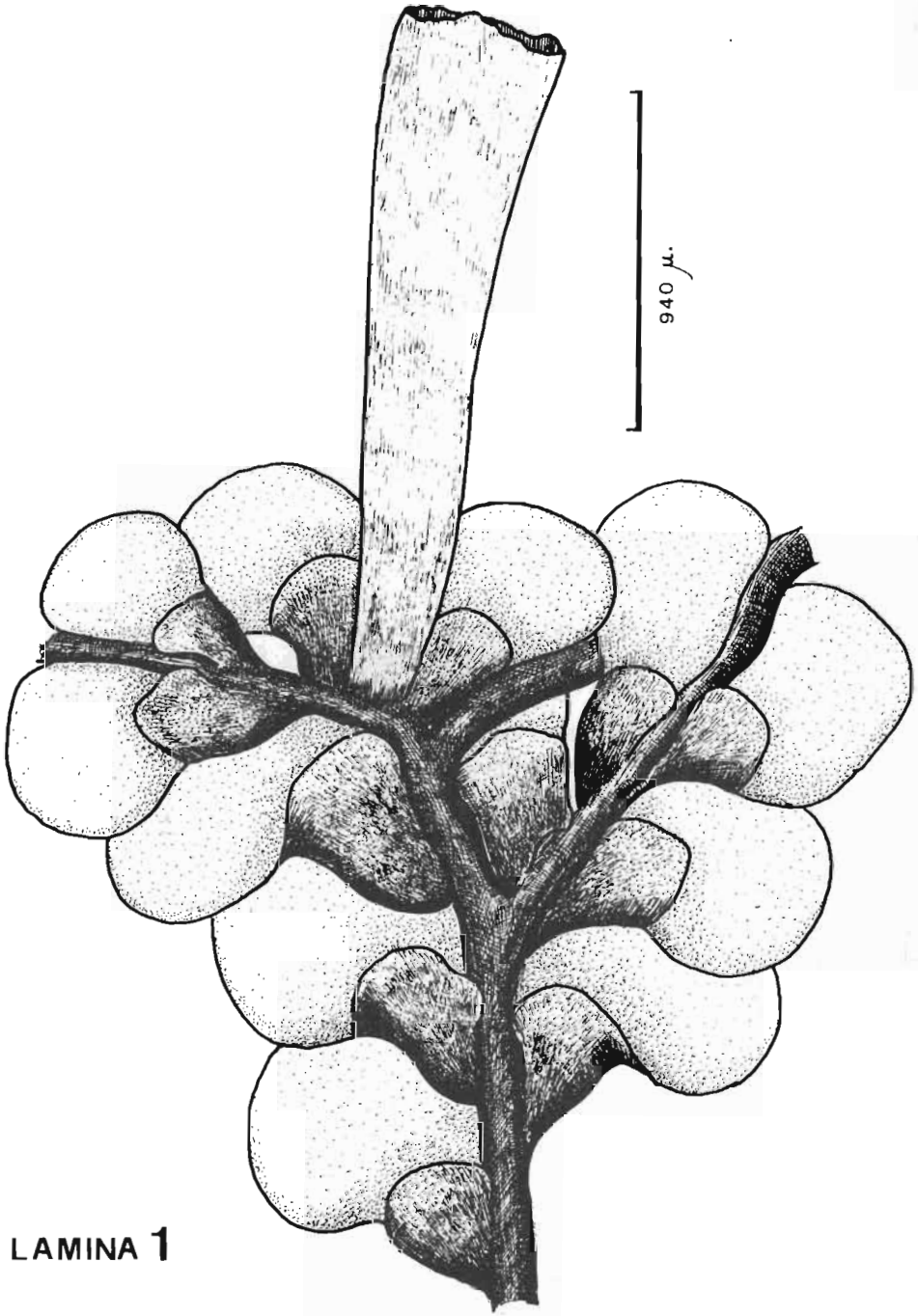
Es una especie de fácil determinación gracias a sus hojas caulinares anchas, cordado-ovaladas, obtusas, con un nervio único y fuerte que termina un

poco por debajo del ápice y sobre todo por sus grandes aurículas que son decurrentes e hinchadas.

SMITH (1978) recoge la siguiente distribución mundial: Europa, Islas Faeroes, Islandia, Siberia, Estados Unidos de América y Groenlandia.

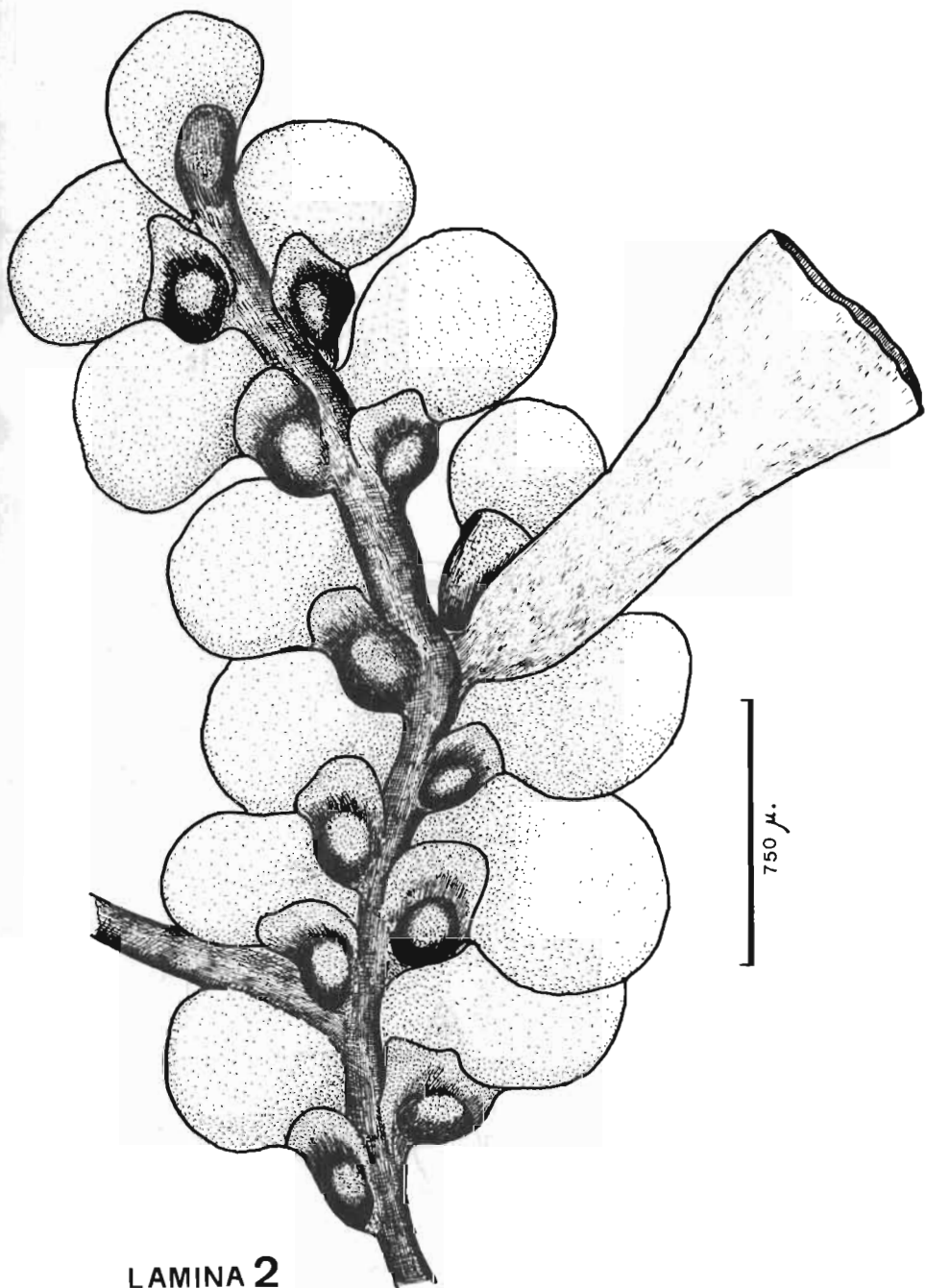
BIBLIOGRAFIA

- CASARES-GIL, A. (1919).—Flora Ibérica, Briofitas. I. Hepáticas. *Trab. Mus. Nac. C. Nat.* Madrid.
- CASTLE, H. (1936).—A revision of the Genus *Radula*, Introduction and Part I. Subgenus *Cladoradula*. *Ann. Bryolog.* **9**: 13-56.
- CASTLE, H. (1967).—A revision of the Genus *Radula*. Part II. Subgenus *Acroradula*. Section 11 *Complanatae*. *Rev. Bryol. et Lich.* **35**(1-4): 1-94. Paris.
- DIXON, H. N. (1904).—The Students handbook of British Mosses. 2ª Edición. Londres.
- HUSNOT, T. (1922).—Muscologia Gallica. 2ª Edición. Asser & Co. Amsterdam.
- MONKEMEYER, W. (1927).—Die Laubmoose Europas. Kryptogamen Flora Rabenhorst's. Leipzig.
- MÜLLER, K. (1957).—Die Lebermoose. Kryptogamen Flora Rabenhorst's. Leipzig.
- SMITH, A. J. E. (1978).—The Moss Flora of Britain and Ireland. Cambridge University Press.



LAMINA 1

Lámina 1.—*Radula holtii* Spruce. Aspecto general de un tallo con perianto.



LAMINA 2

Lámina 2.—*Radula aquilegia* Tayl. Aspecto general de un tallo con perianto.

LAMINA 3

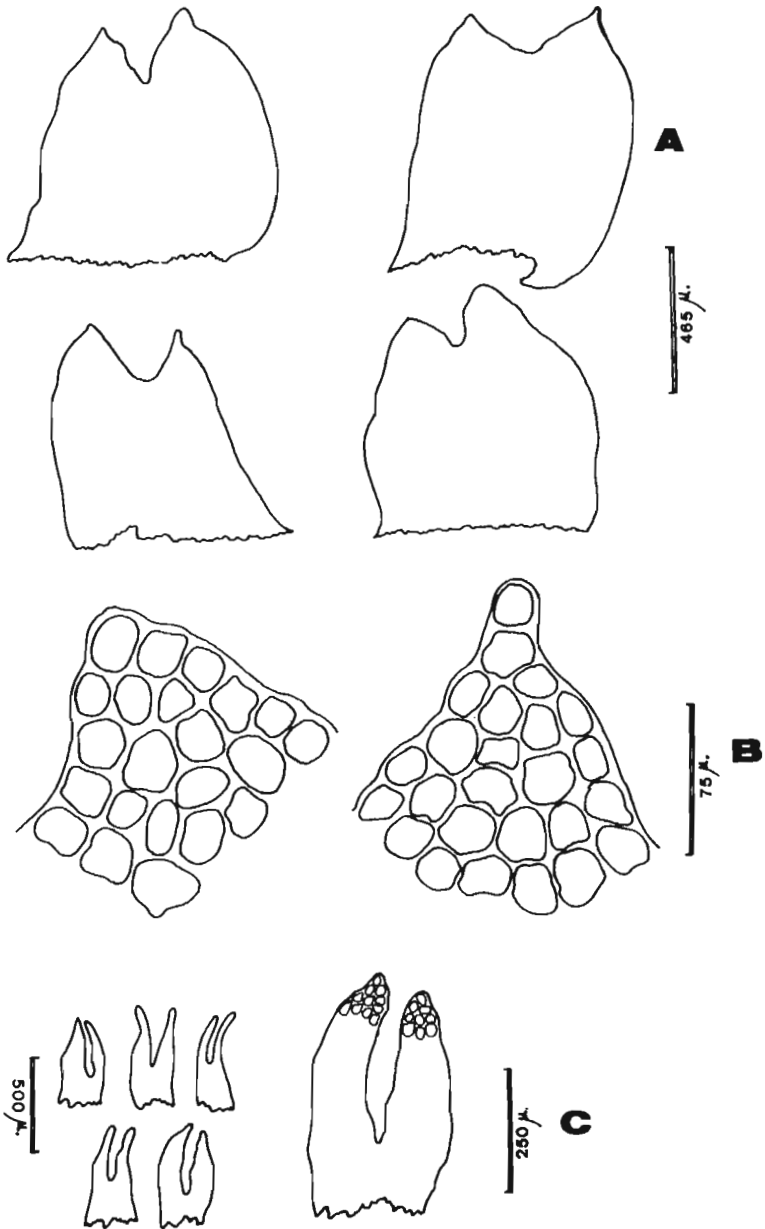
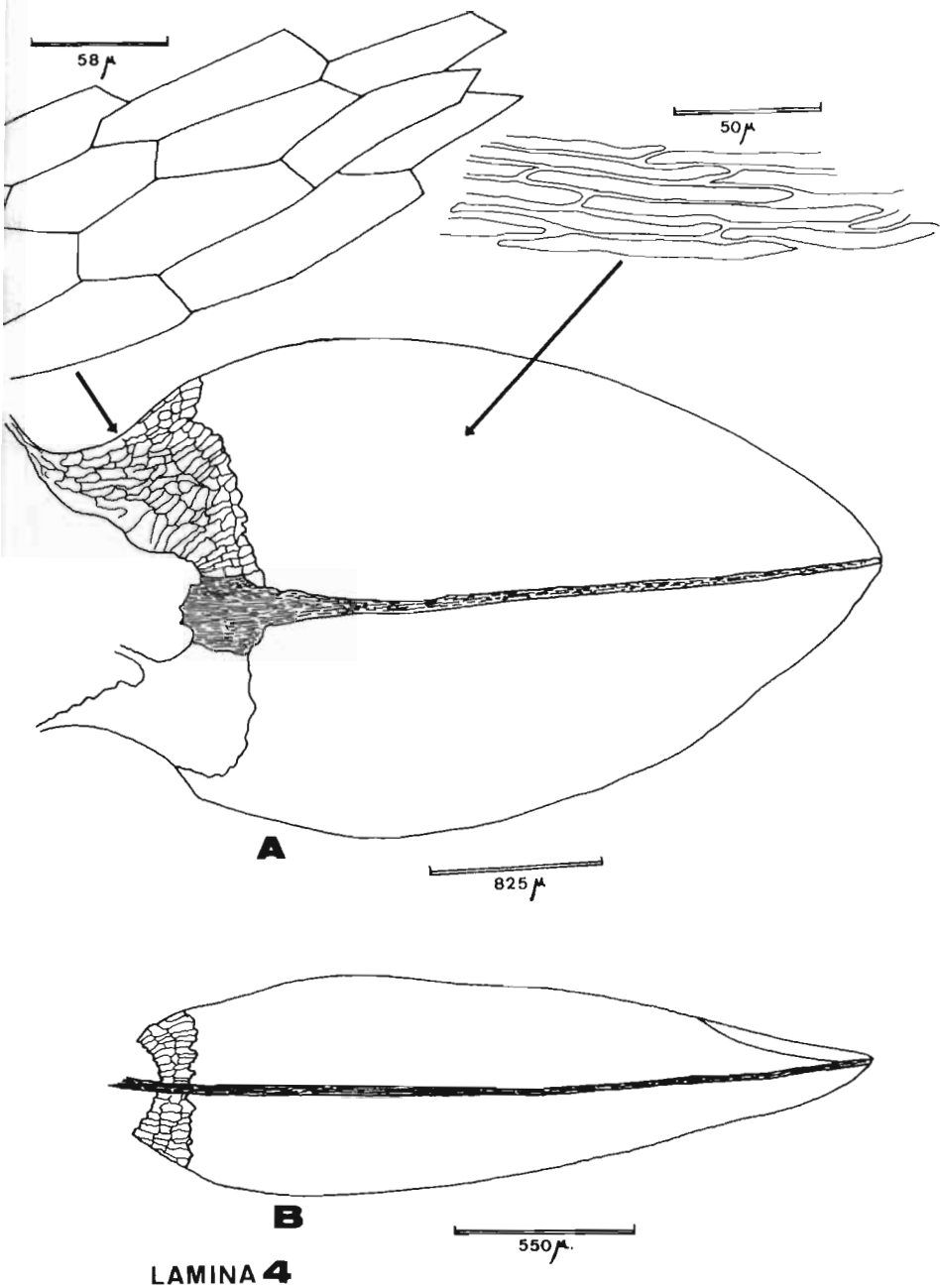


Lámina 3.—*Geocalyx graveolens* (Schr.) Nees.
 A.—Hojas caulinares.
 B.—Células de los ápices de la hoja.
 C.—Anfigastrios.



LAMINA 4

Lámina 4.-*Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb.
 A.-Hoja caulinar.
 B.-Hoja rameal.

APORTACIONES A LA BRIOFLORA ASTURIANA

Por
R. M. SIMO, M. C. FERNANDEZ ORDOÑEZ
y
E. VIGON
Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se señala por primera vez en la brioflora asturiana la presencia de las hepáticas *Corsinia coriandrina* (Spreng.) Lindb.; *Marsupella alpina* (Lpr.) Bennett; *Riccardia palmata* (Hedw.) Carruther; *Solenostoma triste* (Nees) K. Mueller y *S. triste* var. *rivularis* Bennett; así como los musgos *Anisothecium rufescens* (With.) Lindb.; *Didymodon trifarius* (Hedw.) Roehl; *Mnium lycopodioides* Schwaegr. ssp. *orthorrhynchum* (Hartm.) Wijk. et Marg. y *Schistostega pennata* (Hedw.) Web. et Mohr.

SUMMARY

The presence of the following liverworts and mosses is quoted for the first time in the Bryological Flora of Asturias. Liverworts: *Corsinia coriandrina* (Spreng.) Lindb. *Marsupella alpina* (Lpr.) Bennett; *Riccardia palmata* (Hedw.) Carruther; *Solenostoma triste* (Nees) K. Mueller; *S. triste* var. *rivularis* Bennett. Mosses: *Anisothecium rufescens* (With.) Lindb.; *Didymodon trifarius* (Hedw.) Roehl; *Mnium lycopodioides* Schwaegr. ssp. *orthorrhynchum* (Hartm.) Wijk. et Marg.; *Schistostega pennata* (Hedw.) Web. et Mohr.

Siete especies, una subespecie y una variedad, desconocidas hasta ahora en nuestra región, constituyen nuestra aportación a la flora briológica asturiana.

Corsinia coriandrina (Spreng.) Lindb.—CASARES (1919) califica esta hepática de mediterránea, mientras que V. ALLORGE & S. JOVET-AST (1958) le confieren carácter atlántico en la Península, si bien señalan que no existe en la costa nord-atlántica muy húmeda pero sí se ha encontrado en la costa mediterránea.

Conocemos las localidades de: Badajoz, Barcelona, Cádiz, Castellón, Granada, Huelva, Jaén, Lugo, Málaga, Orense, Pontevedra y Sevilla (JOVET-AST & BISCHLER, 1976). A ellas añadimos las dos localidades asturianas:

— Taludes de pizarras en Soto de los Infantes, a unos 200 m de altitud, y

- Taludes pizarrosos pasado el Puente del Infierno, cerca de Cangas del Narcea.

El número 175 de Brioteca Ibérica corresponde a ejemplares de la primera localidad que fueron distribuidos en 1970 por R. M. SIMÓ.

Marsupella alpina (Lpr.) Bennet.—Esta especie ha sido citada de la Sierra de Guadarrama, Nuria, Andorra y Santa Fé de Montseny. Nosotros la hemos recolectado en la cañada a Bandujo (Puerto Ventana), a unos 350 m de altitud y sobre taludes cuarcíticos, acompañada de *Scapania curta* (Martius) Dum.

Riccardia palmata (Hedw.) Carruther.—Los céspedes de *R. palmata* tapiaban un tronco de haya podrido que había caído junto al río Redimuña, en el Parque Nacional de Covadonga, a una altitud de 1.100 m.

Anteriormente ha sido citada de varias localidades de los Pirineos (Caldas de Bohí, Burguete, Ordesa...), de la Sierra de Guadarrama y del Puerto de Orihuela.

Solenostoma triste (Ness) K. Müller.—Aunque se trata de una especie ampliamente distribuida en el norte de España, nunca había sido encontrada en Asturias; la localidad más próxima es la de Coriscao, en la provincia de Santander, y fue dada por ALLORGE en 1928 en su trabajo «Muscineés récoltés par M. Roger Heim dans la Chaîne Cantabrique». Nosotros la encontramos en un torrente cerca de Villanueva de Teverga a una altitud aproximada de 470 m.

La variedad *rivularis* Bernet de esta especie sólo era conocida hasta ahora en dos localidades: Nuria y Santander; nosotros añadimos una tercera localidad, cerca de Arenas de Cabrales donde se desarrollaba sobre las rocas calcáreas de un pequeño arroyo que vierte al río Cares; formaba céspedes prácticamente puros donde sólo aparecen de vez en cuando unas briznas de *Cinclidotus aquaticus* (Hedw.) B.S.G.

Anisothecium rufescens (With.) Lindb.—En los taludes que flanquean un pequeño camino en la subida a Tameza, a una altitud de 690 m, se desarrollaban los céspedes rojizos que caracterizan a esta especie. Esta localidad es la cuarta española, puesto que sólo se conocen las de Alcoy, Guipúzcoa y Salamanca.

Didymodon trifarius (Hedw.) Rochl.—A pesar de tratarse de una especie ampliamente distribuida en toda la Península, aún no había sido señalada su presencia en Asturias. Nosotros la encontramos sobre unas rocas en el río Sella junto con *Cinclidotus fontinaloides* (Hedw.) P. Beauv. y *Platyhypnidium riparioides* (Hedw.) Dix.

Mnium lycopodioides Schwaegr. ssp. *orthorrhynchum* (Hartm.) Wijk. et Marg.—Nuestras tres localidades son del Parque Nacional de Covadonga; la encontramos en el camino a las minas, en la senda a Vega Redonda y en las márgenes del río Redimuña; en todas las ocasiones aparecía sobre los taludes.

Se trata de una planta común en las calizas de la zona montana de la que conocemos numerosas localidades de los Pirineos además de las de Guipúzcoa, Navarra, Andorra, Palencia y Montserrat.

Schistostega pennata (Hedw.) Web. et Mohr.—En un talud acidófilo y sombrío de la carretera a Las Piezas (Sama de Langreo), a una altitud aproximada de 200 m, localizamos esta interesante y delicada especie.

P. ALLORGE la encontró en la entrada de una cueva en el Puerto de Piedrafita de Cebrero (Lugo) y en las excavaciones bajo las grandes rocas de gres en el Monte Haya (Guipúzcoa). Existe una tercera cita, en Barcelona, que carece de validez según la autorizada opinión de la Dra. CASAS, quien pronto publicará una nota sobre esta especie y a quien agradecemos el habernos facilitado las distribuciones en España de los taxa anteriormente citados.

BIBLIOGRAFIA

- ALLORGE, P. (1927).—Muscineas nuevas para la flora española. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, **26**: 455-459. Madrid.
- ALLORGE, P. (1928).—Muscinéés récoltées par M. Roger Heim dans la Chaîne Cantabrique. *Rev. Bryol. et Lich.*, **1**: 53-58. Paris.
- ALLORGE, P. (1934).—Muscinéés des Provinces du Nord et du Centre de l'Espagne. *Rev. Bryol. et Lich.* **7**: 249-301. Paris.
- ALLORGE, V. et JOVET-AST, S. (1958).—La distribución des Marchantiales dans la Péninsule Ibérique et au Maroc. *Publ. Inst. Biol. Appl.* **27**: 129-142. Barcelona.
- CASARES-GIL, A. (1919).—Flora Ibérica, Briófitas. I, Hepáticas. *Trab. Mus. Nac. C. Nat.* Madrid.
- CASAS, C., FUENTES, E., SIMÓ, R. M., y VARO, J. (1976).—Aportaciones al conocimiento de la flora briológica española Notula II, La Sierra de Albarracín. Notulae Bryologicae XVI. *Acta Phytotax. Barcin.* **21**: 19-41. Barcelona.
- DIXON, H. N. (1904).—The Students Handbook of British Mosses. 2ª Edición. Londres.
- HUSNOT, T. (1922).—Muscologia Gallica. 2ª Edición. Asser & Co. Amsterdam.
- JOVET-AST, S. et BISCHLER, H. (1976).—Hépatiques de la Péninsule Ibérique. Enumération. notes écologiques. *Rev. Bryol. et Lich.* **42**(4): 931-987. Paris.
- MÜLLER, K. (1957).—Die Lebermoose. Kryptogamen Flora Rabenhorst's. Leipzig.
- SMITH, A. J. E. (1978).—The Moss Flora of Britain and Ireland. Cambridge University Press.

NOTAS LIQUENOLOGICAS - I APORTACIONES AL CATALOGO ASTURIANO

Por

V. M. VAZQUEZ

Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

INTRODUCCION

Casi doscientos años después de que, merced a los trabajos de ACHARIUS, la Liquenología cobrase entidad como rama de la Criptogamia, un desconocimiento casi total se cierne sobre los líquenes de la Cordillera Cantábrica en general y de Asturias en particular.

Apenas un centenar de especies han sido citadas en esta región y es presumible que algunas lo hayan sido de forma errónea. También hemos de señalar que, dada la dispersión de la bibliografía, pueden existir menciones de nuestros líquenes en obras que aún no poseemos en la Biblioteca de la Facultad.

Dadas las limitaciones de espacio sólo incluiremos en nuestra aportación algunas especies que consideramos novedad para la flora asturiana.

Las novedades para la flora española nos han sido confirmadas como tales por A. CRESPO y E. BARRENO, a las cuales agradecemos la ayuda que nos han prestado.

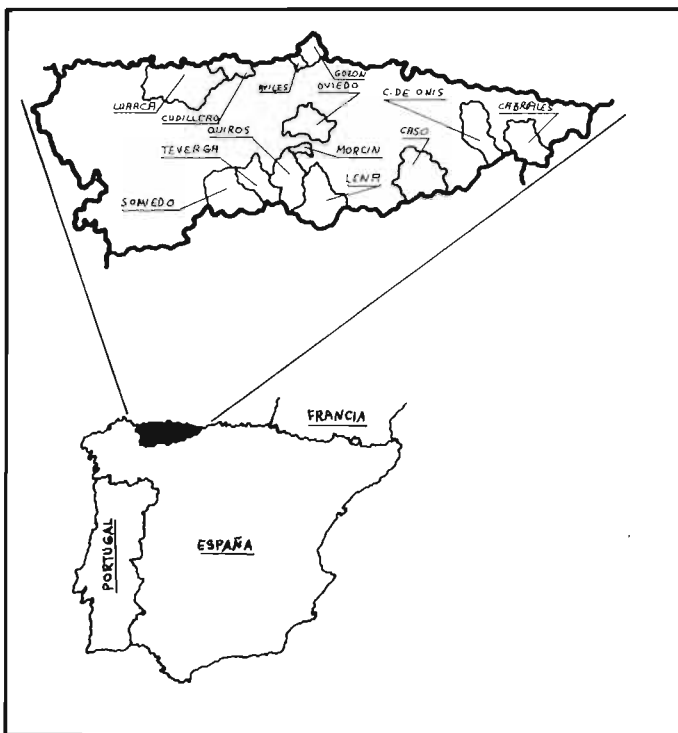
LISTA DE ESPECIES

Acrocordia conoidea (Fr.) Koerb.

Muros próximos a la Iglesia de Brañes (Oviedo); 120 msm; sobre calizas.

Alectoria chalybeiformis (L.) Röhl.

Base del Cornón (Somiedo); 1.900 msm; sobre cuarcitas.



Situación de los Concejos asturianos que se mencionan en el texto .

Anaptychia fusca (Huds.) Vain.

Novellana (Cudillero); orillas del mar; sobre areniscas.

Aspicilia calcarea (L.) Mudd.

Laderas del Penouta (Somiedo); 1.800 msm; sobre calizas.

Baeomyces rufus (Huds.) DC

Taludes en el Bosque de Valgrande (Lena), en el Monte Reres (Caso) y en Novellana (Cudillero); 900, 1.100 y 50 msm; sobre tierra ácida.

Buellia canescens (Dicks.) de Not.

Novellana (Cudillero) y Biforco (Gozón); orillas del mar y 20 msm; sobre areniscas. Luanco (Gozón), San Martín de Podes (Gozón) y Avilés; 15, 70 y 20 msm; sobre *Tilia platyphyllos* Scop., *Ficus carica* L. y *Ulmus minor* Miller.

Caloplaca aurantia (Pers.) Hellb. var. **heppiana** (Müll. Arg.) Poelt.

Moniello (Gozón); orillas del mar; sobre calizas.

Caloplaca biatorina (Massal.) Steiner

Majada de Fonfría (Morcín); 1.100 msm; sobre piedras calizas en los muros de las cabañas.

Caloplaca microthallina Wedd.

Novellana (Cudillero); orillas del mar; sobre areniscas.

Cetraria commixta (Nyl.) Th. Fr.

Laderas de Vega Cimera (Somiedo); 1.500 msm; sobre cuarcitas.

Cetraria ericetorum Opiz

Laderas del Cornón (Somiedo); 2.000 msm; en pastizales psicroxerófilos sobre suelos silíceos poco profundos.

Cetraria tilessii Ach.

Pico del Hierro (Cabrales); 2.400 msm; sobre tierra en grietas de calizas.

Cornicularia muricata Ach.

Laderas de Vega Cimera (Somiedo); 1.590 msm; sobre humus ácido.

Dermatocarpon fluviatile (Web.) Th. Fr.

E. VIGÓN colectó esta especie en gran número de corrientes fluviales del Occidente asturiano; cabe destacar entre ellas, debido a su baja altitud, el Arroyo de Aguilar (Cudillero) a 20 msm.

Lo hemos herborizado personalmente en los arroyos próximos al Lago Bueno (Somiedo); 1.500 msm; sobre cuarcitas sumergidas.

COLMEIRO recoge, bajo el nombre de *Endocarpon fluviatile* DC, una mención de LAGASCA: «Asturias en Arvas»; recordemos que esta localidad está actualmente dentro de los límites de la provincia de León.

Dermatocarpon monstuosum (Schaer.) Vain.

Laderas del Penouta (Somiedo); 1.690 msm; sobre calizas.

Diploschistes bryophilus (Ehrht.) Zahlbr.

Majada de Fonfría (Morcín) y Vega de la Cueva (Cangas de Onís); 1.100 y 1.000 msm; sobre *Cladonia pyxidata* (L.) Fr.. Sierra de Páramo (Somiedo); 1.790 msm; sobre musgos.

Fulgensia fulgens (Sw.) Elenk.

Cercanías de Pola de Somiedo; 900 msm; sobre tierra entre calizas.

Lecanora badia (Hoffm.) Ach.

Laderas del Penouta (Somiedo); 1.700 msm; sobre rocas ácidas.

Lecanora muralis (Screb.) Rabenh. var. **versicolor** (Pers.) Tuck.

Laderas del Penouta (Somiedo), Sierra Espín (Quirós) y Peña Sobia (Teverga); 1.600, 1.000 y 1.200 msm; sobre calizas.

Lecidea lapicida Ach.

Base del Cornón (Somiedo); 1.900 msm; sobre cuarcitas.

Lecidea stigmatea Ach. em. H. Magn. form. **egena** (Krempelh.) H. Magn.

Laderas del Penouta (Somiedo); 1.800 msm; sobre calizas. Sólo se ha citado en España en la Campa de la Contienda (Valle del Roncal).

Ochrolechia parella (L.) Massal.

Novellana (Cudillero); orillas del mar; sobre areniscas.

COLMEIRO recoge, como *Lecanora parella* Ach., una mención imprecisa: Asturias (LAGASCA).

Ochrolechia upsaliensis (L.) Massal.

Laderas norte del Penouta y de Peña Orniz (Somiedo); 1.800 y 2.000 msm; sobre musgos y base de los tallos de *Globularia repens* Lam.

Peltigera malacea (Ach.) Funck.

Laderas del Penouta (Somiedo); 1.700 msm; sobre musgos.

Petractis clausa (Hoffm.) Krempelh.

Majada de Fonfría (Morcín); 1.100 msm; sobre calizas. Novedad para la flora española.

Physcia caesia (Hoffm.) Hampe

Orillas del Lago de La Calabazosa (Somiedo); 1.670 msm; sobre calizas. Majada de Fonfría (Morcín) y Vega de Duernas (Quirós); 1.100 y 1.200 msm; sobre rocas ácidas.

Physconia muscigena (Ach.) Poelt

Alrededores del Lago del Valle y del Lago de La Calabazosa (Somiedo); 1.650 y 1.700 msm; sobre musgos en grietas de calizas.

Placynthium nigrum (Huds.) S. Gray

Majada de Fonfría (Morcín); 1.100 msm; sobre calizas.

Protoblastenia calva (Dicks.) Steiner

Laderas de Peña Blanca (Somiedo); 1.800 msm; sobre calizas.

Protoblastenia incrustans (DC) Steiner

Laderas de Peña Orniz y de Peña Blanca (Somiedo); 2.000 y 1.800 msm; sobre calizas.

Psora decipiens (Ehrht.) Ach.

Mortera del Coto (Somiedo); 1.900 msm; sobre tierra en grietas de calizas.

Psoroma hypnorum (Vahl.) S. Gray

Laderas de Vega Cimera (Somiedo); 1.550 msm; sobre humus ácido.

Rhizocarpon alpicola (Hepp) Rabenh.

Base del Cornón (Somiedo); 1.900 msm; sobre cuarcitas.

Rhizocarpon effiguratum (Anzi) Th. Fr.

Laderas del Penouta (Somiedo); 1.800 msm; sobre calizas bioclásticas totalmente chertificadas.

Rhizocarpon lecanorinum Anders

Cumbre del Cornón (Somiedo); 2.190 msm; sobre cuarcitas.

Rhizocarpon umbilicatum (Ram.) Jatta

Laderas del Penouta (Somiedo); 1.800 msm; sobre calizas. Citado en España en la Campa de la Contienda (Valle del Roncal).

Roccella fucooides (Dicks.) Vain.

Playa de Luarca; orillas del mar; sobre pizarras.

Solorina bispora Nyl. var. **macrospora** (Harm.) Oliv.

Laderas del Penouta (Somiedo); 1.600 msm; en grietas de las calizas. Novedad para la flora española. El tipo se conoce de Las Blancas (Pirineos).

Squamarina gypsacea (Sm.) Poelt

Cercanías del Lago del Valle (Somiedo); 1.700 msm; sobre tierra entre calizas.

Staurothele fissa (Th. Tayl.) Zw.

Arroyos del Lago Bueno y de la Vega de Penouta (Somiedo); 1.490 msm; sobre cuarcitas sumergidas.

Verrucaria marmorea (Scop.) Arn.

Laderas del Penouta y cercanías de La Peral (Somiedo); 1.690 y 1.250 msm; sobre calizas.

Verrucaria nigrescens Pers.

Laderas del Penouta (Somiedo); 1.600 msm; sobre calizas.

Verrucaria parmigera Steiner

Muros próximos a la Iglesia de Brañes (Oviedo), Majada de Fonfría (Morcín) y Peña Sobia (Teverga); 120, 1.100 y 900 msm; sobre calizas.

Verrucaria sphinctrinella Zsch.

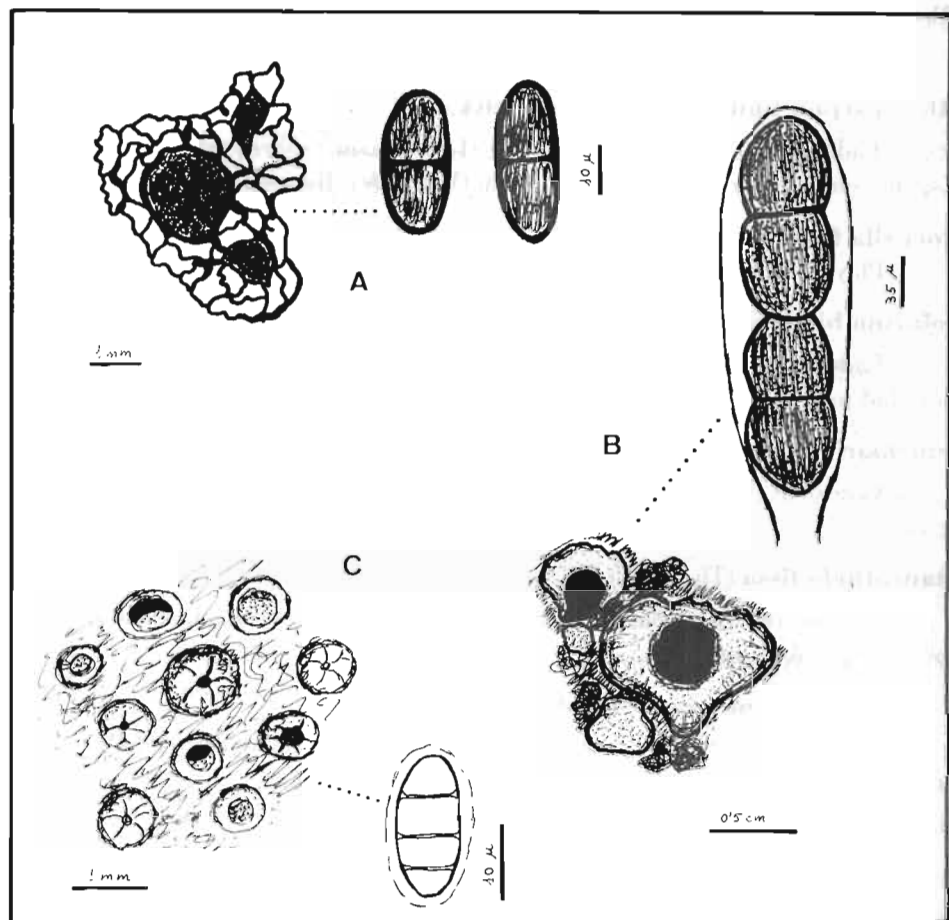
Muros cercanos a la Iglesia de Brañes (Oviedo); 120 msm; sobre calizas.

Xanthoria aureola (Ach.) Erichs.

Alrededores del Lago de La Calabazosa (Somiedo); 1.700 msm; sobre calizas.

Xanthoria elegans (Link) Th. Fr.

Cumbre de Peña Blanca, Santa M.^a del Puerto y orillas del Lago de La Calabazosa (Somiedo); 1.900, 1.500 y 1.700 msm; Vega de Duernas (Quirós); 1.200 msm; sobre calizas.



A.—*Rhizocarpon alpicola* (Hepp) Rabenh.

B.—*Solorina bispora* Nyl. var. *macrospora* (Harm.) Oliv.

C.—*Petractis clausa* (Hoffm.) Krempelh.

BIBLIOGRAFIA

- ABBAYES, H. DES (1945-1946).—Lichens d'Espagne récoltés de 1926 à 1935 par M. et Mme. Allorge. *Rev. Bryol. Lichénol.* 15 (1-2): 79-86, Paris.
- COLMEIRO, M. (1889).—Enumeración y revisión de las plantas de la Península hispano-lusitana e Islas Baleares, tomo V (Líquenes: 758-875), Madrid.
- CRESPI, L. (1930).—Notas liquenológicas. I. El género *Rhizocarpon* en España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, **30**: 261-269, Madrid.
- HARMAND, J. (1905-1913).—Lichens de France. 5 vol. *Libr. P. Klincksiecle*, Paris.
- JAUREGUI, J. A. (1958).—Viaje Botánico de Durieu por Asturias emprendido en el año 1835. *Bol. Inst. Est. Ast. (C)*, **6**: 31-98, Oviedo.
- KUROKAWA, S. (1962).—A monograph of the genus *Anaptychia-Nova Hedwigia* (Beih.), 6, Weinheim.
- LLIMONA, X. (1976).—Prospecciones liquenológicas en el alto Aragón Occidental. *Collec. Bot.*, 10 (12): 281-328, Barcelona.
- OZENDA, P. & CLAUZADE, G. (1970).—Les Lichens. Etude biologique et flore illustrée, *Masson & Cie.*, Paris.
- POELT, J. (1969).—Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten, Lehere.
- RUNEMARK, H. (1956).—Studies in *Rhizocarpon*. I. Taxonomy of the yellow species in Europe. *Op. Bot.*, 2 (1): 1-152, Lund.
- SANTESSON, R. (1960).—Lichenicolous fungi from Northern Spain. *Svensk. Bot. Tidskr.*, 54 (4): 499-521, Uppsala.
- VERSEGHY, K. (1962).—Die Gattung *Ochrolechia-Nova Hedwigia* (Beih.), 1, Weinheim.

NOTAS SOBRE LA FLORA ASTUR-LEONESA

Por

T. E. DIAZ GONZALEZ

y

J. A. FERNANDEZ PRIETO

Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

La presente aportación es el fruto de una serie de prospecciones botánicas realizadas en los últimos tiempos en distintos puntos de Asturias y León.

Galenia secunda (Thunb.) Sond. *Fl. Cap.* ii: 474 (1862)

Mata postrada de tallos redondos provistos, al igual que las hojas, de idioblastos epidérmicos repletos de agua, fuertemente bombeados, constituyendo unas papilas salientes; hojas carnosas, opuestas en los tallos estériles, espatuladas, recubiertas —al igual que los tallos— de pelos naviculares por ambas caras. Flores blanco-verdosas, aisladas, sésiles en las axilas de las hojas, actinomorfas, apétalas, con cinco sépalos lanceolados recorridos por tres nervios netos en su cara interna y cubiertos de pelos naviculares por el dorso. Androceo poliadelfo con cinco hacecillos de dos estambres cada uno; anteras amarillo pálido. Ovario súpero, con cinco estilos. Fruto con tres cavidades y una semilla en cada una; éstas negras y estriadas longitudinalmente.

Oriunda de Africa Austral y naturalizada sobre suelos arenosos nitrohalófilos en la entrada de la ría de Pravia a la altura de San Juan de la Arena (Soto del Barco, Asturias), conviviendo con *Oenothera erythrosepala* Boiss., *Melilotus officinalis* (L.) Pallas, *Polygonum aviculare* L., *Atriplex hastata* L. var. *salina* Wallr., *Petrorhagia prolifera* (L.) P. W. Ball y *Stenotaphrum secundatum* (Watl.) Kuntze. En la Península Ibérica esta *aizoaceae* se conocía únicamente de la ciudad de Cádiz y salinas de Sanlúcar de Barrameda (cf. B. MOLESWORTH ALLEN, *Lagascalía* 6 (2): 239 (1976). En el Hb. F.C.O. existe un pliego procedente de Chiclana (Cádiz): bordes de viñedos en el Pinar de la Dehesilla (8 mayo 1967) (Leg. J. BORJA).

La penetración de vegetales alóctonos en nuestra región cada día se hace más frecuente, fundamentalmente en la zona costera y en las inmediaciones de las aglomeraciones urbanas. Señalemos hoy la presencia en Asturias de **Bidens aurea** (Ait.) Scherff. *Bot. Gaz.*, 59: 313 (1915), planta originaria de América central (México, Guatemala y SW de los Estados Unidos), subespontánea en el SW de Francia y centro de Italia la cual, con un marcado carácter invasor, se halla naturalizada —sobre suelos ricos y húmedos— en varios puntos de la región: inmediaciones de Oviedo, Pola de Lena, Pravia, San Juan de La Arena, etc. Forma parte de las comunidades ruderal-nitrófilas con *Urtica dioica* L., *Hirschfeldia incana* (L.) Lagreze-Forssat y *Eupatorium cannabinum* L., entre otras. Citada de Portugal (cf. J. MALATO-BELIZ, *Soc. Broteriana*, 33 (2.^a ser): 241-244 (1959); J. MALATO-BELIZ y J. A. GUERRA, *Melhoramento*, 24: 17 (1972), Castellón, Valencia (cf. M. CALDUCH, *Lagasalia*, 3 (1): 59-60 (1973), Cataluña y Sevilla (cf. J. VIGÓ, *Collect. Bot.* 10 (16): 355-357 (1976)).

Otra especie subespontánea en la provincia y que merece una mención es **Petasites fragrans** (Vill.) C. Presl., *Fl. Sic.*, 1: XXVII (1826), oriunda de la región mediterránea, colectada en los bordes de la carretera próxima a San Miguel de Lillo (Monte Naranco, Oviedo). B. MERINO (*Brot. Ser. Bot.*, 10-15: 168 (1912-1917) la señala de las afueras de Santiago de Compostela (La Coruña).

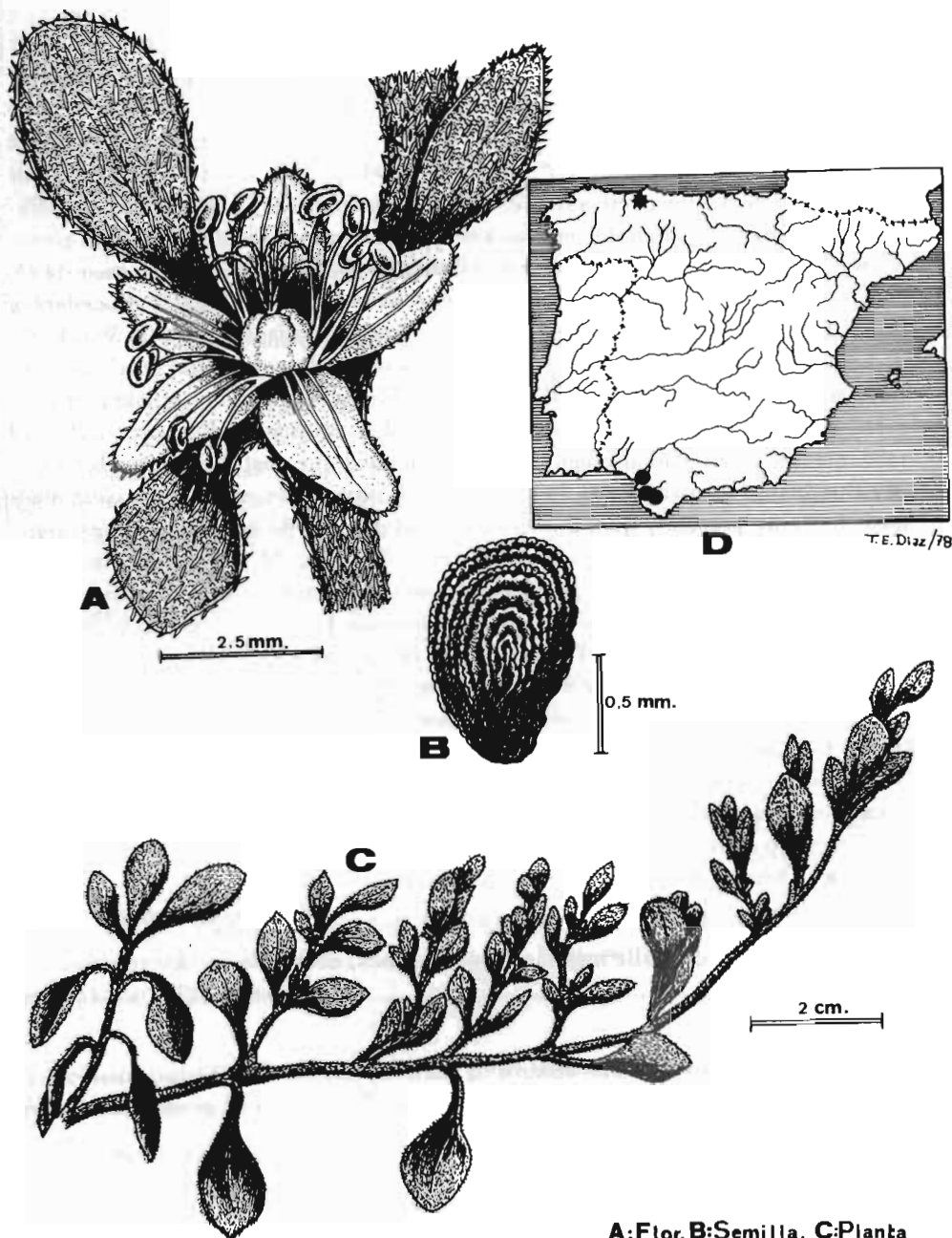
Otro tanto sucede con **Bilderdykia aubertii** (Louis Henry) Moldenke *Revista Sudamer. Bot.*, 6: 29 (1939), planta que se cultiva en Asturias con fines ornamentales y en la actualidad se halla como subespontánea e invasora por Somiedo, Puente de San Martín, Oviedo y Mieres. Entre estas dos últimas localidades hemos colectado **Aster lanceolatus** Willd, *Sp. Pl.* 3: 2.050 (1803), originaria del Norte de América.

Adonis pyrenaicus DC. in Lam. & DC., *Fl. Fr.* ed. 3, 5: 635 (1815).

Varios ejemplares de esta bella *ranunculaceae* han sido colectados por R. FERNÁNDEZ REVUELTA en el Circo de Pico de Ten (Ponga, Asturias) a 2.000 m.s.n.m., en gleras calizas. Planta de dispersión pirenaica con área disyunta en los Alpes marítimos (Puerto de Champs) y que recientemente ha sido mencionada por primera vez en la Cordillera Cantábrica (Mampodre, León) por J. M. ARCCELLLES y M. LAÍNZ (cf. *Torrecedredo*, Dic. 1974; *Bol. Inst. Est. Ast.* (c) 22: 10-11 (1976). Ampliamos con esta localidad —muy próxima a la anterior pues sólo la separan unos 8 Km en línea recta— el área de esta disyunción cantábrica, la cual enlaza con las localidades pirenaicas más occidentales (de Huesca y Navarra) citadas por P. MONTSERRAT y L. VILLAR (*Collect. Bot.* 10 (15): 348-349 (1976).

Pedicularis comosa L. subsp. **schizocalyx** (Lge.) Laínz. *Collect. Bot.* 4 (1): 107 ss. (1954).

A este taxon, a nuestro entender endemismo carpetano-ibérico-leonés, llevamos los materiales colectados en prados de siega entre Fontún y Velilla de la



T. E. Diaz / 78

GALENIA SECUNDA (Thunb.) Sond.

**A: Flor. B: Semilla. C: Planta
D: Distribucion.**

- ★ Citas propias
- Citas de otros autores

Tercia (Villamanín, León) así como los del Puerto de Pajares (Asturias) con idéntico habitat. En ambas localidades era abundante. Algunos individuos (fundamentalmente los leoneses) podrían incluirse en la var. **perez-bustamantei** (Guinea) Leroy & Lainz, *Collect. Bot.* 4 (1): 108 (1954).

E. MAYER (in «Flora Europaea», 3: 270 (1972), considera como diagnosis diferencial entre *P. comosa* y *P. schizocalyx* el que los dientes del cáliz sean enteros o crenados respectivamente, aunque concluye que las divisiones calicinales, en ambos casos, han de ser más anchas que largas, carácter que no se ajusta a los ejemplares de la subespecie que hoy nos atañe, pero si en el caso de *P. comosa* subsp. *comosa*, como hemos comprobado en los materiales procedentes de los Picos Albos (Somiedo, Asturias) en pedregales calizos. LANGE (in WILLKOMM et LANGE, *Prodr. Fl. Hisp.*, 2: 609 (1870) al describir la var. *schizocalyx*, subordinada a *P. comosa*, no menciona, entre las diferencias con la variedad tipo, la relación longitud/anchura de los dientes del cáliz. STEININGER (*Bot. Centr.* 29: 249 (1887) eleva la variedad al rango específico, al igual que posteriormente efectuaría W. ROTHMALER (*Cavanillesia*, 7: 119-120 (1935) aportando, este último, una diagnosis bastante precisa y que, a nuestro entender, pone de manifiesto los caracteres diferenciales entre ambas taxa (cf. l. c. Tb. IV). M. LAINZ en numerosas ocasiones se ha pronunciado sobre estos temas haciendo precisiones tanto en lo que se refiere a la distribución como a la posición taxonómica de estas plantas. (cf. *Altamira*, 1: 40 ss (1953); *Collect. Bot.* 4 (1): 107 ss. (1954); *Bol. Inst. Est. Ast.* (c), 1: 27 (1960); *Bol. Inst. Est. Ast.* (c), 5: 26 y 40 (1962); *Anal. Inst. Forest. Invest.* 12: 37 (1967); Aportaciones al conocimiento de la Flora Gallega VII: 22 (1971); *Candollea*, 28: 187 (1973); *Bol. Inst. Est. Ast.* (c), 22: 27 (1976).

Con finalidad práctica, aportamos la clave siguiente para delimitar, mediante los caracteres que consideramos más diferenciales, los *Pedicularis* ibéricos de la Sección *pedicularis* de corola amarilla y vivaces:

- Dientes del cáliz más anchos que largos y enteros
..... *P. comosa* subsp. *comosa*
- Dientes del cáliz más largos que anchos, enteros o inciso-crenados
..... *P. comosa* subsp. *schizocalyx*
- Dientes del cáliz enteros
..... var. *perez-bustamantei*
- Dientes del cáliz inciso-crenados, al menos en las flores inferiores .
..... var. *schizocalyx*

Globularia vulgaris L. *Sp. Pl.* 96 (1753).

Roquedos calizos en Rodillazo (Cármenes, León) (1.070 m.s.n.m.), acompañada por *Spirea hypericifolia* L. subsp. *obovata* (Waldst. & Kit. ex Willd.)

Dostál. No conocemos localidad más al occidente salvo la imprecisa que recoge M. COLMEIRO («Enumeración y revisión de las plantas...», IV: 460 (1888) atribuida a M. SARMIENTO: Galicia. M. LAÍNZ & cols. la mencionan de Riaño (León) (cf. *Bol. Inst. Est. Ast.* (c), 16: 190 (1973) así como de varias localidades santanderinas (cf. *Bol. Inst. Est. Ast.* (c), 15: 36 (1970). De esta misma provincia la señala P. DUPONT (*Bull. Soc. H. N. Toulouse*, 91: 330 (1956). T. M. LOSA (*Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 15: 351 (1957) la cita de los montes palentinos.

Typha angustifolia* L. subsp. *australis (Schum. & Thonn.) Graebner. *Pflanzenreich*, H. 2: 13 (1900)

Forma parte de los cañaverales subhalófilos de la margen derecha de la ría de Villaviciosa (Asturias), entre Espina y La Calle, junto con *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla subsp. *glaucus* (Sm.) Hartm., *Scirpus maritimus* L. y *Juncus maritimus* Lamk. Novedad provincial a tenor de los datos de que disponemos. Ha sido señalada en varias localidades de Santander y Palencia. (cf. M. LAÍNZ & cols. *Collect. Bot.*, 5 (1): 158 (1956); *Collect. Bot.* 5 (2): 460 (1957); *Collect. Bot.* 5 (3): 696 (1959); *Collect. Bot.* 7 (1): 596 (1968).

Trisetaria panicea (Lam.) Paunero, *Anal. Jard. Bot. Madrid*, 9: 524 (1950).

Muy abundante en las dunas fijadas de la playa de Rodiles (Villaviciosa (Asturias). B. MERINO («Flora de Galicia», 3: 307-308 (1909)) la indica como frecuente en las costas gallegas y E. PAUNERO (l. c.: 525) recoge parte de estos testimonios. Novedad provincial que contribuye a ampliar su areal hacia el oriente en el litoral cantábrico.

Como ***Asperula occidentalis*** Rouy identificamos el material colectado en las dunas interiores de la playa de Salinas (Castrillón, Asturias). A este taxon han de referirse todas las menciones que de *A. cynanchica* L. hemos dado en estos medios (cf. M. MAYOR & cols., *Bol. Inst. Est. Ast.* (c) 19 (1974), T. E. DÍAZ, *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, 16 (1975); T. E. DÍAZ y F. NAVARRO, *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 34 (2) (1978)).

Narcissus pallidiflorus Pugsley var. ***pallidiflorus*** fma. ***asturicus*** Pugsley. *Journ. Roy. Hort. Soc.* 58 (1): 69 (1933).

Llevamos a este taxon los materiales colectados en prados húmedos y bosquetes aclarados de *Quercus robur*, tanto en las inmediaciones de Bañugues (Gozón, Asturias) —citados en su día como *N. pseudonarcissus* L. s. l. (cf. M. MAYOR & cols. *Bol. Inst. Est. Ast.* (c) 19: 56 (1974)— y Meres (Oviedo). H. W. PUGSLEY (l. c.) no señala localidad provincial precisa («*Exsicc. BARR*, Asturias, 1889, in Hb. Kew como *N. asturicus*»).

Los *Narcissus* de la secc. *bulbocodium* DC., de la explanada del faro de Cabo de Peñas (cf. M. MAYOR & cols. l. c.) corresponden indiscutiblemente a **N. bulbocodium** L. subsp. **bulbocodium** var. **citrinus** Baker, el cual nos parece se difunde por la zona media de Asturias (Monte Naranco: proximidades de La Manjoya, Oviedo) y Santander (Requejo; inmediaciones de Bárcena Mayor). A. FERNÁNDEZ (*Royal Hort. Soc.*: 55 (1968)) señala su presencia en las montañas de Asturias y Vizcaya.

NOTA FLORISTICA SOBRE GRADO Y SUS CONTORNOS

Por
J. J. LASTRA MENENDEZ
y
M. MAYOR LOPEZ
Departamento Botánica. Facultad Ciencias.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se analizan diversos aspectos de algunas plantas de Grado (Asturias) y sus alrededores.

SUMMARY

Several aspects of some plants from Grado (Asturias) and environs are analysed.

***Ophioglossum vulgatum* L.**

Pastizal fresco próximo a la desembocadura del río Cubia (Grado). 40 m.s.n.m. Pliego 594*. Abril-78. Hay que añadir a esta cita las siguientes de Asturias: San Andrés (Trubia) (G. MARTÍNEZ, 1973); Valdesoto (Siero) (R. M. SIMÓ, H. F. C. O.); Covadonga (E. VIGÓN y N. ALONSO, H. F. C. O.); Villamayor (Infiesto) (M. MAYOR, H. F. C. O.) (c. f. M. MAYOR, T. E. DÍAZ, F. NAVARRO y R. M. SIMÓ, 1977).

***Salix alba* L. subsp. *vitellina* (L.) Arcangeli**

Tal vez cultivada para cestería, junto a canales de riego, vegas del río Nalón, entre Grado y San Pelayo (Grado). Pliego 621. Mayo-78.

* El número de pliego se refiere al número del herbario de la Tesis Doctoral en preparación de J. J. LASTRA MENÉNDEZ.

Polygonum amphibium L.

Solamente lo hemos colectado en Vega de Anzo (Grado) donde hay una pequeña población en las aguas contaminadas del río Nalón. Pliego 362. Set. 1976. Conocemos la vaga mención de L. P. MÍNGUEZ: «Asturias» que recoge COLMEIRO (1888).

Chenopodium botrys L.

Arenales nitrófilos de las riberas del río Nalón. Desde Santa María de Grado a Berció (Grado). Pliego 428. Julio-76. Este año lo hemos hallado más abundante y con la misma ecología en Pravia. COLMEIRO (1888) recoge las viejas citas: «Asturias» (PASTOR) y «orillas del río Nalón y peñas de Morcín» (L. P. MÍNGUEZ).

Amaranthus hybridus L.

Mala hierba hortense, así como en los aluviones nitrófilos del río Nalón y en bordes de camino. En Santa María de Grado, Peñaflores y proximidades del cementerio de Grado. Pliegos 353 y 376. Setiembre y octubre-76. En el presente año lo hemos vuelto a colectar en los arenales nitrófilos del río Nalón en Pravia. Setiembre-78.

Amaranthus cruentus L.

(*A. patulus* Bertol.) Arenales nitrófilos originados en el estiaje en el río Nalón. Santa María de Grado y en Pravia. Pliegos 272 y 198. Julio y agosto-76.

Portulaca oleracea L. subsp. oleracea

Mala hierba hortense en la villa de Grado. Pliego 265. Agosto-76. Conocemos la cita inédita de O. RODRÍGUEZ SUÁREZ en Grado.

Montia fontana L. subsp. chondrosperma (Fenzl.) Walters

Márgenes de arroyo, sustrato silíceo, en Cueva Llagar (Grado) (en el arroyo que va a la cueva). Pliego 646. Junio-78. Existen las citas astures: «Asturias» (L. P. MÍNGUEZ) y «Sierras que rodean el valle de Grado (DURIEU) que recoge COLMEIRO (1886), también: «El Campo (Lena)» LÁINZ (1962) y «Fuentes del Texio y de Brañacé, en la vaguada que separa la Gamonal de La Mostayal» de F. NAVARRO (1976).

Ranunculus tripartitus DC.

Llevamos a este taxon los materiales colectados en: «Márgenes de arroyos sobre sustrato ácido desde Cueva Llagar a La Fulguerua (Grado). Desde 700 a 1.000 m.s.n.m.» Pliego 649. Junio-78. También en «Lugares encharcados sobre suelos fuertemente silíceos, Pico Pedrorio (Grado) 500 m.s.n.m.».

Hesperis matronalis L.

Escasa, matorrales en bordes de canal de regadío, entre la villa de Grado y La Mata; también en matorrales próximos a lugares húmedos, desembocadura del río Cubia (Grado). Pliego 606. Julio-76. Comprobamos aquí la vieja cita de DURIEU: (en J. GAY, 1836) «Matorrales y setos cerca de Grado».

Erophila verna (L.) Chevall. subsp. spathulata (A. F. Láng) Walters

(*E. spathulata* A. F. Láng) Pastizales de diente muy pisoteados, sobre sustrato silíceo. Camino que va a la Cueva Llagar (Grado) 1.000 m.s.n.m. Pliego 644. Junio-78.

Sedum telephium L. subsp. fabaria (Koch.) Kirschleger

Matorrales de separación entre cultivos, La Mata (Grado). 60 m.s.n.m. Pliego 307. Agosto-76. Ha sido señalada en: «Cercanías de Morcín» por L. P. MINGUEZ (c. f. COLMEIRO, 1886) así como por F. NAVARRO en Santa Eulalia, en la Sierra del Aramo (1976).

Rubus caesius L.

Optamos por llevar a este taxon los materiales recientemente colectados en las márgenes eutrofas del río Nalón. Desde Grado a Pravia. Pliego 803. Setiembre-78.

Rosa micrantha Borrex ex Sm.

Matorrales sobre aluviones consolidados y eutrofos del río Nalón. Entre Sandiche y Villanueva (Candamo). 40 m.s.n.m. Pliego 804. Mayo-78. Con esto comprobamos la antigua cita que recoge COLMEIRO (1886): «Asturias en Grado» (BOURGEAU).

Aphanes microcarpa (Boiss & Reuter) Rothm.

Caminos pisoteados sobre sustrato silíceo. Cueva Llagar (Grado) 1.000 m.s.n.m. Pliego 648. Junio-78. Conocemos la cita inédita de O. RODRIGUEZ: «Alrededores de Grado». Existe la mención: «Cultivos de maíz situados en Telares (Luarca)» de T. E. DÍAZ GONZALEZ (1976).

Acacia melanoxylon R. Br.

Crece subexpontánea en los cultivos de *Eucalyptus globulus*, sobre cuarcitas. Cabruñana (Grado). Pliego 289. Agosto-76.

Euphorbia platyphylla L.

Arenales nitrófilos de los aluviones del río Nalón. Central Eléctrica de Priañes (Oviedo). 50 m.s.n.m. Pliego 688. Julio-78. COLMEIRO recoge la cita: «Asturias en las inmediaciones de Oviedo» de L. P. MINGUEZ. También conocemos la cita: «Bordes de caminos por Avilés» de CHERMEZON (1919).

Oenothera rosea L'Her ex Aiton

Cuneta nitrófila de la carretera que va desde Sama de Grado a Palacio (Grado). Pliego 243. Julio-76. Existe cita de M. LAÍNZ de los «alrededores de la Universidad Laboral de Gijón (1964)». En 1977 se publican las citas de Santa Eulalia de Morcín: «escombreras» y de Palomar (Entre Fuso de la Reina y Soto de Ribera) de F. NAVARRO y T. E. DÍAZ.

Myriophyllum spicatum L.

Aguas remansadas en el cauce del río Cubia, villa de Grado. 45 m.s.n.m. Pliego 529. Agosto-76. Conocemos una cita santanderina de G. CAMALEÑO, recogida por COLMEIRO (1886).

Aethusa cynapium L. subsp. **agrestis** (Wallr.) Dostal

Lugares nitrófilos, entre huerta y carretera. Llantrales (Grado). Pliego 448. Agosto-76.

Cuscuta epithymum (L.) L. subsp. **kotschyi** (Desmoulins) Arcangeli

Sobre *Euphorbia flavicoma* DC. subsp. *occidentalis* Laínz, en las crestas calizas de los montes próximos a Cueva Llagar (Grado y Proaza). 1.150 m.s.n.m. Pliego 800. Agosto-78.

Buddleja davidii Franchet

Escapándose de cultivo, escombreras y lugares de tierras removidas; en Trubia (junto a la gasolinera) y en Pronga (desembocadura del río Narcea). Pliego 829. Septiembre-78.

Bellardia trixago (L.) All.

Pastizal seco y nitrófilo que se forma en el andén de la estación de ferrocarril de Grado. 48 m.s.n.m. Pliego 608. Junio-78. Solamente conocemos otra cita astur: «Parte posterior de la playa de Ribadesella» (c.f. F. NAVARRO y T. E. DÍAZ, 1977).

Solidago gigantea Aiton subsp. **serotina** (O. Kuntze) Mc. Neill

Lugares arenoso-nitrófilos estacionalmente inundados y umbríos, en la desembocadura del arroyo Meridán. 35 m.s.n.m. San Tirso (Candamo). Pliego 721. Julio-78. Sin duda se trata de un taxon asilvestrado, que en ocasiones se cultivó como ornamental.

Dittrichia viscosa (L.) W. Greuter

Aluviones más o menos consolidados del río Nalón a su paso por Peñaflores (Grado). Pliego 374. Setiembre-76.

Potamogeton perfoliatus L.

Sumergido en un canal de regadío de aguas ligeramente eutrofas procedentes del río Cubia en San Pelayo (Grado). Pliego 473. Julio-76. Conocemos una vaga mención regional: «Asturias» de L. P. MÍNGUEZ recogida por COLMEIRO (1889).

Potamogeton crispus L.

Canales de regadío que llevan aguas procedentes del río Cubia; entre la villa de Grado y San Pelayo. Pliegos 309 y 530. Agosto-76. Sabemos de las citas: «Asturias en Oviedo» de L. P. MÍNGUEZ (c.f. COLMEIRO 1889). En Luarca hay cita de Allorge y también de T. E. DÍAZ (c.f. T. E. DÍAZ, 1975).

Zannichellia palustris L.

Canal de regadío con aguas del río Cubia, en la villa de Grado, también en un remanso del río Cubia junto a la vía del tren. Pliegos 475 y 529. Agosto-76. Creemos haberla observado en la desembocadura del río Dele en Murias (Candamo). Conocemos la cita asturiana de M. LAÍNZ en el río Bedón. (c.f. LAÍNZ, 1955).

Romulea uliginosa O. Kze.

Escasa, pastizal húmedo en La Barraca (Grado). Pliego 34. Marzo-76. COLMEIRO (1889) atribuye a PALAU la vaga mención: «Asturias». T. E. DÍAZ la cita del faro de San Agustín (Ortiguera, Coaña) y en la explanada del cabo Busto (Luarca), (c.f. DÍAZ GONZÁLEZ, 1975).

Bromus racemosus L.

Arroyo que discurre entre pastizales de siega. Entre La Mata y San Pelayo (Grado). 60 m.s.n.m. Pliego 713. Junio-78.

Roegneria canina (L.) Nevski in Komarov

(*Agropyron caninum* (L.) P. Beauv). Formando grandes cepellones en los aluviones nitrófilos del río Nalón; «isla» de Vega de Anzo (Grado). Pliego 584. Setiembre-76. Existe la cita: «Santa Eulalia (faldas del Montsacro)» de F. NAVARRRO (1977).

Holcus durieui Steud

Camino forestal sobre cuarcitas; proximidades de Soto de Las Regueras. 330 m.s.n.m. Pliego 725. Julio-78. COLMEIRO (1889) recoge las citas: «Asturias en la peña de Santa Ana cerca de Cangas de Tineo» (DURIEU), Puente de Infiesto cerca de Corias (BOURCEAU). Conocemos la cita: «Pastizales de la umbría del Puerto Ventana» (G. MARTÍNEZ, 1973).

Rhynchospora alba (L.) Vahl.

Lugares esfagnosos a los que acude a beber el ganado en el Monte Xorro (Grado) 220 m.s.n.m. Julio-76. Pliegos 397 y 551. Con esto comprobamos la cita

de FONT QUER (Schaedae ad Floram Ibericam Selectam números 109 y 110) legit 23-7-1935 (c.f. RIVAS GODAY, S. y RIVAS MARTÍNEZ, S., 1958). También hay otras citas astures.

Cladium mariscus (L.) Pohl.

(*Mariscus serratus* Gilib) Lugares encharcados donde las aguas estan teñidas de compuestos de hierro. Proximidades del camino que va desde La Mata a Prioto (Grado). Hay citas de los juncales costeros de la ría del Eo, en la zona gallega (como cita más próxima a la nuestra), Pliegos 562 y 462. Setiembre-76 (c.f. T. E. DIAZ, 1975).

BIBLIOGRAFIA

- ALLORGE, V. y P. (1941).—Plantes rares ou interessantes du NW. d'Espagne, principalement du Pays Basque. *Bull. Soc. Bot. France*, **88**: 226-254. Paris.
- CHERMEZON, H. (1919).—Contribution a la flore des Asturies. *Bull. Soc. France*, **66**: 110-130. Paris.
- CHERMEZON, H. (1919).—Aperçu sur la vegetation du littoral asturien. *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 7e. ser., **3**: 159-213. Caen.
- COSTE, H. (1901-1906).—Flore descriptive et illustrée de la France. 3 vol. Paris.
- DIAZ GONZÁLEZ, T. E. (1975).—Estudio de la Flora y Vegetación del Litoral Occidental Asturiano. Tesis doctoral (manuscrito). Oviedo.
- DIAZ GONZÁLEZ, T. E. (1976).—Sobre la Flora Vasculare del Litoral Occidental Asturiano. I. De Equisetaceae a Euphorbiaceae. *Bol. Inst. Est. Ast.* (c). 23.
- GAY, J. (1836).—Duriaei iter asturicum botanicum, anno 1835 susceptu. *Annal. Scien. Natur. Bot.*, France.
- HUBBARD, C. E. (1969).—Grasses. *Peguin Books*. London.
- LAÍNIZ, M. (1955).—Aportaciones al conocimiento de la flora montañesa. I. *Collect. Bot.* 5 (1): 147-158. Barcelona.
- LAÍNIZ, M. & col. (1959).—Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur. III. *Collect. Bot.*, (3): 671-696. Barcelona.
- LAÍNIZ, M. & col. (1962).—Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur, V. *Bol. Inst. Est. Ast.* (c), **3**: 48-186. Oviedo.
- LAÍNIZ, M. & col. (1964).—Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur. VIII. *Bol. Inst. Est. Ast.* (c), **15**: 173-218. Oviedo.
- LAÍNIZ, M. & col. (1970).—Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur. IX. *Bol. Inst. Est. Ast.* (c), **15**: 3-45. Oviedo.
- LAÍNIZ, M. & col. (1976).—Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur. XI. *Bol. Inst. Est. Ast.* (c), **22**: 3-44. Oviedo.
- LASTRA MENÉNDEZ, J. J. (1977).—Estudio de la flora de Grado y sus relaciones con otras zonas astures. Mem. Licenc. Manuscrito. 285 pp. *Fac. Ciencias*. Oviedo.
- MARTÍNEZ & MARTÍNEZ, C. (1935).—Contribución al estudio de la flora asturiana. 68 pp. Cabra. Córdoba.
- MARTÍNEZ GARCÍA, G. (1973).—Estudio de la Flora y Vegetación de las comarcas comprendidas entre Trubia (Asturias) y San Emiliano (León). Tesis doctoral (manuscrito). Madrid.
- MARTÍNEZ GARCÍA, G. (1974).—Observaciones ecológicas y florísticas sobre el Puerto de Ventana. *Rev. Fac. Cienc. Oviedo* 15 (2): 145-204.
- MAYOR, M., DIAZ, T. E. y NAVARRO, F. (1974).—Aportación al conocimiento de la Flora y Vegetación de la zona del Cabo de Peñas. *Bol. Inst. Est. Ast.* (c) **19**: 93-154. Oviedo.
- MAYOR, M. y DIAZ, T. E., NAVARRO, F. y SIMÓ, M. R. (1977).—Distribución de los Pteridófitos en Asturias. *Trab. Dep. Bot. Univ. Oviedo*, **1**: 17-37.
- MAYOR, M., NAVARRO, F. y BENITO, M. F. (1977).—Aspectos corológicos de algunos elementos de la Provincia Atlántica. *Trab. Dep. Bot. Univ. Oviedo*, **1**: 55-61.
- NAVARRO, F. (1974).—Estudio de la Flora y Vegetación de la Sierra del Aramo y sus estribaciones. Tesis doctoral (manuscrito). Oviedo.
- NAVARRO, F. (1974).—Datos para el catálogo florístico del Aramo y sus estribaciones (Asturias) II. De Euphorbiaceae a Lamiaceae. *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, 15 (2): 243-281.

- NAVARRO, F. y DÍAZ GONZÁLEZ, T. E. (1977.).-Algunas novedades y anotaciones para la flora asturleonense. *Trab. Dep. Bot. Univ. Oviedo*. **1**: 41-53.
- PAUNERO, E. (1955).-Las Aveneas españolas. I. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, **13**: 149-229. Madrid.
- RIVAS GODAY, S. y RIVAS MARTÍNEZ, S. (1958).-Una visita a la laguna de Arbás (Leitariegos). *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, **16**: 565-586. Madrid.
- RODRÍGUEZ SUÁREZ, O.-Catálogo Florístico de la ruta de Durieu. (Desde Peñaflor, Grado, hasta el Puerto de Leitariegos). (Manuscrito inédito).
- TUTIN, T. G. & col. (1964-1976).-Flora Europaea. Vol. 1-4. Cambridge.

SOBRE EL INTERES TAXONOMICO, COROLOGICO Y FARMACOLOGICO DE LAS ESPECIES IBERICAS CITADAS EN LA OBRA DE LERESCHE Y LEVIER

Por

F. NAVARRO ANDRES

Departamento de Botánica. Facultad de Farmacia.
Universidad de Salamanca.

RESUMEN

Con motivo de cumplirse el primer centenario del descubrimiento botánico de los Picos de Europa, hacemos unos comentarios acerca de la aportación de LERESCHE y LEVIER al conocimiento de la flora ibérica. Se adicionan algunos datos de tipo corológico y ecológico, destacando el interés farmacológico de algunas especies colectadas por dichos autores en España aun cuando en su obra no aparezca ninguna indicación al respecto.

SUMMARY

In honour of the first Centenary of the discovery of the Picos de Europa, a commentary is presented on the contribution of LERESCHE and LEVIER to the study of Iberian flora. Corological and ecological data is also presented with particular reference to the pharmacological interest of some of the species collected by these authors in spite of the fact that no mention of them is made in their work.

En 1978 se cumplen cien años desde que los primeros botánicos conocidos tuvieron por escenario de trabajo los Picos de Europa. Los resultados iniciales fueron dados a conocer por L. LERESCHE y E. LEVIER.

A partir de esta fecha la gran mole de macizos calcáreos se convertiría en un foco de atracción para muchos botánicos, tanto nacionales como extranjeros, que en alguna de sus publicaciones harían alusión a la flora de los Picos. Tal es el caso de C. PAU, M. GANDOCER, C. LACAITA, F. ARRIEU, G. LASCOMBES, E. GUINEA, C. VICIOSO, M. LAÍNIZ, etc. Fruto de su labor, así como de la de muchos otros, es el legado de conocimientos florísticos que hoy poseemos de dichas formaciones orófilas cantábricas.

La presente nota ha sido concebida con motivo de recordar el centenario de tal descubrimiento; trata de explicar de un modo sucinto, por un lado, el itinerario seguido por los ilustres descubridores, así como sus hallazgos más significativos desde el punto de vista taxonómico en estas tierras septentrionales ibéricas, por otra parte destacamos la importancia farmacológica de algunas especies, aun cuando en sus obras esté omitida.

* * *

En una publicación aparecida en *The Alpine Journal* (1874), J. ORMSBY describía la cadena montañosa de los Picos de Europa, que llamó la atención de E. BOISSIER —insigne conocedor de nuestra flora, particularmente de la del mediodía peninsular—, el cual proyectó estudiar la mencionada porción de la Cordillera Cantábrica desde el punto de vista florístico en compañía de L. LERESCHE —que ya había estudiado parte de la flora española— y de E. LEVIER.

Así durante los veranos de 1878 y 79 los tres viajeros, junto con D. RAVEY —servidor de E. BOISSIER— parten de la localidad suiza de Valleyres, hoy Valeyres-sous-Rances, cerca de Orbe (cantón de Vaud) con dirección a la provincia de Santander. Su objetivo primordial, como ya hemos apuntado, era estudiar la flora de los Picos. Después a través del valle del río Sil pasaron a Portugal (Oporto, Coimbra, Sierra de la Estrella), concluyendo su labor en las formaciones orófilas del centro de España (Sierras de Gredos y Guadarrama). En ambas ocasiones el autor de un alto porcentaje de especies béticas (E. BOISSIER) retornó antes de finalizar el itinerario proyectado.

Los taxones que constituyeron novedad para la ciencia fueron publicados por L. LERESCHE y E. LEVIER en 1879, al año siguiente los mismos autores daban luz a la obra donde se recogen los resultados globales de tales campañas botánicas, así como los pormenores e incidentes de los viajes.

Entre las especies nuevas dadas en la obra de dichos autores, cuya identidad sigue reconociéndose, son dignas de mención: *Aquilegia discolor* Lev. et Ler., *Linaria filicaulis* Boiss. ex Ler. et Lev., *Onobrychis reuteri* Ler. y *Pimpinella siifolia* Ler.

Seguidamente hacemos algunos comentarios de tipo corológico y ecológico acerca de los taxones citados por vez primera de lo que hoy se entiende por provincia corológica Orocantábrica, omitiendo a los que lo fueron en la Carpetano-Ibérico-Leonesa (sector Campurriano leonés).

Aquilegia discolor Lev. et Ler.

Binomen subordinado a *A. pyrenaica* bajo la denominación *A. pyrenaica* DC. subsp. *discolor* (Lev. et Ler.) PEREDA & LAÍNZ.

Localidad clásica: Potes. Posteriormente se ha indicado de otras localidades cantábricas, si bien su área, al menos por el momento, queda prácticamente acantonada a los Picos.

Forma parte del fondo florístico de las comunidades glerícolas sobre sustratos calizos, en los que se acusa una neta influencia pirenaica y donde el endemismo en cuestión resulta una «buena característica» de la alianza *Linarion filicaulis*, Riv. Mart. 1969.

Linaria filicaulis Boiss. ex Ler. et Lev.

M. LAÍNZ (1962) confiere a este taxon categoría subespecífica *-L. alpina* (L.) Mill. subsp. *filicaulis* (Boiss, ex Ler. et Lev.) LAÍNZ-.

Sus autores la citaron de Curavacas. B. VALDÉS (1970) recoge su distribución geográfica. M. LAÍNZ (1960, 1962), S. RIVAS-MARTÍNEZ, J. IZCO y M. COSTA (1971) amplían su areal hacia Somiedo y Ubiña.

Elemento endémico de la Cordillera Cantábrica que forma parte de las comunidades vegetales colonizadoras de pedregales calizos sueltos. Además del taxon a que nos estamos refiriendo, con frecuencia también definen florísticamente a las susodichas formaciones orocantábricas, los siguientes vegetales: *Allium ericetorum* Thore subsp. *palentinum* (Losa & Monts.) Laínz, *Antirrhinum meonantherum* Hoffgg. et Link subsp. *salcedoi* Laínz var. *oreophilum* (Rothm.) Laínz, *Aquilegia pyrenaica* DC. subsp. *discolor* (Ler. et Lev.) Pereda & Laínz, *Aquilegia pyrenaica* DC. subsp. *pyrenaica*, *Arabis alpina* L. var. *cantabrica* Ler. et Lev., *Crepis pygmaea* L. var. *mampodrensis* Losa et Monts., *Epilobium anagallidifolium* Lam., *Euphorbia chamaebuxus* Bernard. ex Gren & Godron, *Festuca glacialis* Miégevillie, *Galium pyrenaicum* Gouan, *Hutchinsia alpina* (L.) R. Br. subsp. *auerswaldii* (Wk.) Laínz, *H. alpina* (L.) R. Br. subsp. *alpina*, *Poa minor* Gaudin, *Ranunculus parnasiifolius* L. subsp. *cabrerensis* Rothm., *R. parnasiifolius* L. subsp. *favargerii* Küpfer, *R. seguieri* Vill., *Reseda glauca* L., *Rumex escutatus* L., *Saxifraga oppositifolia* L., *S. praetermissa* D. A. Webb, *Teesdaliopsis conferta* (Lag.) Rothm., *Veronica mampodrensis* Losa et Monts., *V. nummularia* Gouan subsp. *cantabrica* Monts. (c.f. F. NAVARRO y T. E. DÍAZ, 1977).

Pimpinella siifolia Ler.

Originalmente fue señalada sobre Potes. Su área de distribución se ha ampliado considerablemente hacia otras localidades cantábricas y pirenaicas, irradiando hasta la parte atlántica de los Pirineos franceses (c.f. *Flora Europaea*, 2: 332).

Se trata de una planta de apetencias calcófilas que entra a formar parte de diversas comunidades, aunque prefiere las pascícolas. A veces se halla a bajas altitudes -c.f. M. LAÍNZ, 1976 (1977)-.

* * *

Muchas de las especies ibéricas que aparecen a lo largo de «*Deux excursions botaniques...*», tales como *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner (*), *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Sprengel, (*) *Berberis vulgaris* L., *Digitalis purpurea* L., *Erica*

arborea L., *Eucalyptus globulus* Labill (*), *Fraxinus excelsior* L. (*), *Gentiana lutea* L., *Pinus sylvestris* L. (*), *Prunus spinosa* L., *Sambucus nigra* L., *Vaccinium myrtillus* L. y *Vinca difformis* Pourret (*V. media* Hoffmanns & Link), poseen un indudable interés farmacológico, aún cuando en el mencionado trabajo no se haga ninguna referencia al respecto. En las líneas que siguen hacemos diversos tipos de comentarios a cerca de algunos fanerófitos y caméfitos (anteriormente señalados con asterisco) con importancia farmacéutica, omitiéndolo para otras formas etológicas, pues de hacer lo contrario, rebasaríamos los límites de espacio disponible para esta nota.

***Alnus glutinosa* (L.) Gaertner**

Señalada por LERESCHE y LEVIER de las proximidades de Potes, en las riberas del río Deva, junto con *Populus nigra* L. y *Salix alba* L.

El aliso, junto con los sauces, es parte integrante de los bosques de galerías de los valles y cursos de agua eurosiberianos y mediterráneos, formaciones postclimáticas que para su desarrollo requieren que las raíces estén totalmente empapadas de agua, condiciones ecológicas que no suele soportar la vegetación circundante.

Las cortezas de aliso sirven para falsificar a las de *Frangula alnus* Miller (*Rhamnus frangula* L.) (c.f. R. PARIS et H. MOYSE, 1967).

***Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Sprengel**

Citada por E. LEVIER de Alar del Rey (Palencia).

Taxon de carácter eurosiberiano-subalpino, frecuente en crestas y cornisas soleadas y expuestas al viento en los macizos del piso fanerofítico orocantábrico, mostrando ciertas preferencias por los suelos rendsiniformes. Suele vivir con *Juniperus communis* L. subsp. *nana* Syme, *Daphne laureola* L. var. *cantabrica* (Wk.) WK. y *Coatoneaster integerrimus* Medicus, formando parte de la asociación *Daphno-Arctostaphyletum uva-ursi* Riv.-Mart., Izco & Costa, 1971. (*Juniperion nanae* Br.-Bl., 1939), comunidad que en el Pirineo es sustituida por el *Arctotaphylo-Pinetum uncinatae*, Riv.-Mart., 1968.

En el piso oromediterráneo de paramera de la mitad norte de la península Hispánica, así como en el piso mediterráneo de meseta es frecuente el taxon vicariante *A. uva-ursi* (L.) Sprengel subsp. *crassifolia* (Br.-Bl.) Riv.-Mart. (c.f. S. RIVAS MARTÍNEZ, J. IZCO y M. COSTA, l.c.).

Las hojas de la gayuba son astringentes debido a los taninos que contienen. Resultando un buen antiséptico de las vías urinarias (c.f. R. PARIS et H. MOYSE, 1971).

***Eucalyptus globulus* Labill**

L. LERESCHE y E. LEVIER la mencionan de las cercanías de Unquera.

Fanerófito de origen australiano frecuentemente utilizado en repoblaciones forestales, originando formaciones disclímax que determinan en el sotobosque un

empobrecimiento en el número de especies, contribuyendo a la degradación y empobrecimiento de los suelos, particularmente de los horizontes orgánicos.

Las hojas del eucalipto poseen propiedades balsámicas y antisépticas debido a la esencia y al eucaliptol, que asociado a otros antisépticos pulmonares se emplea en las afecciones respiratorias (c.f. R. PARIS et H. MOYSE, 1967).

Fraxinus excelsior L.

Elemento eurosibérico señalado por L. LERESCHE y E. LEVIER de los valles comprendidos entre Aliva y Potes.

En la provincia corológica Atlántica es parte integrante de los bosques caducifolios mixtos, que tienen como sustrato tierras pardas centroeuropeas con un horizonte de pseudo-gley, encerrando un cortejo florístico nemoral rico en pteridófitos.

El taxon en cuestión no figura en la ya clásica obra de P. FONT-QUER (1978). Sus hojas tienen propiedades diuréticas y sobre todo antiartríticas. Su corteza que tuvo tanta reputación apenas se usa actualmente (c.f. R. PARIS et A. STAMBOULI, 1960).

Pinus sylvestris L.

Indicada por L. LERESCHE y E. LEVIER de las sierras de Gredos y Guadarrama.

Entra a formar parte del piso fanerofítico oromediterráneo de coníferas, donde siempre que el clima no sea muy oceánico, se traduce en un bosque aclarado en el que domina la especie en cuestión, si bien en múltiples casos esta formación silvática queda reducida a un denso matorral integrado por otras especies (c.f. S. RIVAS MARTINEZ, 1964).

Sus yemas constituyen una droga balsámica y diurética usada en las afecciones de las vías respiratorias. De él se extrae una oleoresina base para la obtención de la esencia de trémentina. Sus acículas proporcionan aceites esenciales (c.f. R. PARIS et H. MOYSE, 1976).

BIBLIOGRAFIA

- BELLOT, F. (1966).—La vegetación de Galicia. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, **24**: 1-301. Madrid.
- FONT-QUER, P. (1978).—Plantas medicinales. *Ed. Labor*. Barcelona.
- LAINZ, M. (1960).—Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur IV. *Bol. Inst. Est. Ast. (C)*, **1**: 3-42. Oviedo.
- LAINZ, M. (1962).—Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur V. *Bol. Inst. Est. Ast. (C)*, **3**: 48-186. Oviedo.
- LAINZ, M. (1962).—Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur VI. *Bol. Inst. Est. Ast. (C)*, **5**: 3-43. Oviedo.
- LAINZ, M. (1976-1977).—Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur XI. *Bol. Inst. Est. Ast. (C)*, **22**: 3-24. Oviedo.
- LERESCHE, L. et LEVIER, E. (1879).—Decas plantarum novarum in Hispania collectarum. *Jour. Bot.*, **8**: 196-201. London.
- LERESCHE, L. et LEVIER, E. (1880).—Deux excursions botaniques dans le nord de l'Espagne et le Portugal. Lausanne.

- NAVARRO, F. y DIAZ, T. E. (1977).—Algunas consideraciones acerca de la provincia corológica Orocantábrica. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 34 (1): 219-253. Madrid.
- PARIS, R. et MOYSE, H. (1976, 1967, 1971).—Précis de Matière Médicale, 1, 2 y 3. *Ed. Masson*. Paris.
- PARIS, R. et STAMBOULI, A. (1960).—Les heterosides du Frene officinal (*Fraxinus excelsior*) et de quelques especes voisines, notamment *Fraxinus ornus* L. *Ann. pharm. fr.*, **18**: 873-887. Paris.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1964).—Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos de la España peninsular. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, **22**: 341-405. Madrid.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1969).—La vegetación de la alta montaña española. V. Simposio de Flora Europaea. *Pub. Univ. Sevilla*, 53-80. Sevilla.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., ARNÁIZ, C., BARRENO, E. y CRESPO, A. (1977).—Apuntes sobre las provincias corológicas de la Península Ibérica e Islas Canarias. *Opuscula Botanica Pharmaciae Complutensis*, **1**: 1-48. Madrid.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., IZCO, J. y COSTA, M. (1971).—Sobre la flora y vegetación del macizo de Peña Ubiña, *Trab. Dep. Bot. y F. Veg.*, **3**: 47-123. Madrid.
- TUTIN, T. G. & col. (edit.). (1968).—Flora Europaea. **2**: 1-445. Cambridge.
- VALDÉS, B. (1970).—Revisión de las especies europeas de *Linaria* con semillas aladas. *Pub. Univ. Sevilla*. Sevilla.

NOTAS SOBRE *Juncus fontanesii* Gay EN LA PENINSULA IBERICA

Por
M. C. FERNANDEZ-CARVAJAL
Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo

RESUMEN

En este artículo tratamos de completar las descripciones dadas para *Juncus fontanesii* Gay, estudiando sus caracteres morfológicos y anatómicos. Se discute su distribución ibérica así como la situación de táxones que fueron incluidos bajo otras denominaciones y deben identificarse con aquél.

SUMMARY

Juncus fontanesii Gay is described, giving its morphological and anatomical characteristics, distribution through the Iberian Peninsula and the position of some taxa, given in the past under several denominations, but identical with *J. fontanesii*.

Continuando nuestros estudios sobre el género *Juncus*, para la presente nota hemos revisado numerosos pliegos ibéricos de *J. fontanesii* y afines, ya que éste es uno de los grupos que presentan mayor complejidad en su sistemática. En estos materiales se han analizado los caracteres morfológicos y anatómicos que consideramos poseen mayor valor diagnóstico.

Basándonos en los datos obtenidos aportamos la siguiente descripción, con la cual tratamos de completar las hechas anteriormente por diversos autores (ASCHERSON & GRAEBNER, 1904; BUCHENAU, 1906; HUSNOT, 1908; MAIRE, 1957; SNOGERUP, 1971, entre otros), las cuales, en la mayoría de los casos, no resaltan las características más significativas de la especie en cuestión, lo que ha producido el que ésta haya sido frecuentemente identificada con otras próximas.

Juncus fontanesii Gay in Laharpe, *Monogr. Jonc.*: 130 (1827).

- = *Juncus articulatus* Desf., *Fl. Atl.*, **1**: 313 (1798), pr. pte., non L., *Sp. Pl.* ed. 1: 327 (1753).
- = *Juncus repens* Requier in Guérin, *Descr. Font. Vaucluse*, ed. 1: 253 (1813), non Michx., *Fl. Bor. Amer.*, **1**: 191 (1803).
- = *Juncus acutiflorus* Ehrh. γ *repens* Laharpe, *Monogr. Jonc.*: 128 (1827).
- = *Juncus lagenarius* Gay in Laharpe, *Monogr. Jonc.*: 130 (1827).
- = *Juncus siculus* Christoforus et Jan. *Catal.*, **1**: 5 (1832).
- = *Juncus stellatus* Willd. ex Kunt. *Enum. Pl.*, **3**: 329 (1841).
- = *Juncus hochstetteri* Steud., *Syn. Pl. Glum.*, **2**: 229 (1855).
- = *Juncus striatus* Schousb. β *diffusus* Huet du Pav. ex Lange in Willk. et Lange, *Prodr. Fl. Hisp.*, **1**: 184 (1861).
- = *Phylloschoenus lagenarius* (Gay) Fourreau, *Ann. Soc. Linn. Lyon*, n. s. **17**: 171 (1869).
- = *Juncus duvalii* Loret, *Rev. Soc. Sc. Nat.*, **4**: 56 (1875).
- = *Juncus webbiana* Krec., *Bull. Jard. Bot. Ac. Sc. U.R.S.S.*, 1931, **30**: 98 (1932).
- = *Juncus pisuergae* Losa et Montserrat, *Anal. Inst. Bot. Cav.*, **10** (2): 458 (1952).
- = *Juncus striatus* auct., non Schousb.

Perenne, generalmente sin rizoma o éste poco desarrollado, presentando largos estolones. Tallos erguidos fértiles (y, en ocasiones, algunos estériles) de 5-40 cm de alto, cilíndricos o ligeramente comprimidos, lisos o suavemente estriados en seco, con médula continua. 1-3 vainas basales parduzcas, mates, escarioso-marginadas. Hojas caulinares en número de 2-5, con vainas auriculadas y limbos cilíndricos o ligeramente comprimidos, 0,8-2 mm de ancho, 2-16 cm de longitud, unitubulosos, perfectamente septados, nudosos. Inflorescencia antelada constituida por (1-)3-10 (-14) glómérulos hemisféricos a subsféricos, de (4-) 6-20 flores. Bráctea inferior foliácea más corta que la antela; brácteas florales escarioso-hialinas, anchamente ovadas, cuyo nervio dorsal se prolonga apicalmente. Tépalos estrechamente ovados, agudos o acuminados, verde-parduzcos o rojizos, con angostos márgenes escariosos, (2,4-) 3-4 mm de largo, subiguales o los externos -subcimbiformes, carinados- algo más cortos (hasta 0,5 mm de diferencia) que los internos -más o menos planos y claramente trinerviados-. 6 estambres alcanzando 1/3-1/2 la longitud del perianto; anteras 0,7-1,4 mm, 1,5-3 veces más largas que los filamentos (éstos de 0,3-0,6 (-0,7) mm). Estilo 1-1,5 mm de largo. Cápsula de color pardo-amarillento a ferrugíneo, brillante (3-) 4-5,8 mm de largo, sobrepasando el perianto, trígono-ovoide (raramente ventruda), rematada en un pico de hasta 1,5 (-2) mm de largo. Semillas 0,4-0,55 (-0,6) mm, piriformes a ovoides, brevemente apiculadas, reticuladas, de color pardo amarillento.

ANATOMIA

TALLO

Corte transversal: Contorno ovalado a subredondeado con ondulaciones. Células epidérmicas 1,5-2 veces más altas que anchas. Clorénquima constituido por 3-4 bandas de células más o menos empalizada, al menos las más externas. Un cilindro continuo de esclerénquima une los haces conductores más internos (en las secciones efectuadas en la mitad inferior del tallo, entre las hojas caulinares, aparece un haz en el interior de la médula). Los hacesillos vasculares de menor tamaño se sitúan más exteriormente separados del cilindro de esclerénquima por una capa más o menos gruesa de parénquima, ocasionalmente lagunar. Médula continua integrada por células subpoligonales a isodiamétricas. (Fig. 1).

Epidermis: Células rectangulares de paredes lisas o muy suavemente onduladas, $10-17 \times (48-72-140 \mu)$. Estomas superficiales en número aproximado de 100 por mm^2 , siendo el tamaño del aparato estomático (células oclusivas y acompañantes) de $14-21 \times 26-33 \mu$ (Fig. 2).

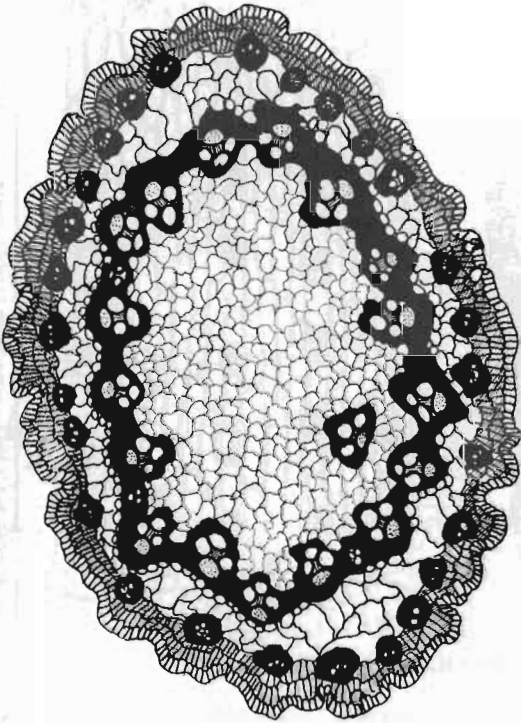


Fig. 1

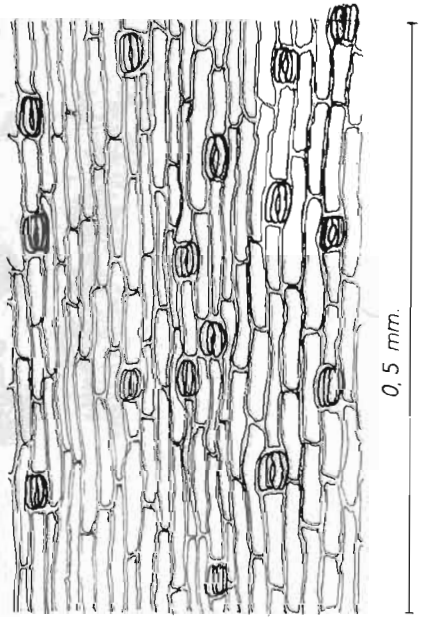


Fig. 2

Corte transversal: Contorno estrechamente elíptico a suboval (en las secciones realizadas cerca de la base del limbo aparece un arqueamiento en uno de los lados debido a que la hoja es generalmente canaliculada en dicha zona), con algunas crestas u ondulaciones poco marcadas. Células de la epidermis aproximadamente dos veces más altas que anchas. Clorénquima integrado por 4-5 bandas de células, en empalizada las más externas y poligonales las más internas. Un anillo de haces conductores que presentan una envuelta interna esclerenquimatosa rodeada de una banda de células parenquimáticas. Médula aracnoidea y un gran canal aéreo central. Presencia de diafragmas transversales (Fig. 3).

Epidermis: Células rectangulares o subrectangulares, $12-19 \times (35-)$ 48-100 μ . Estomas en número aproximado de 170 por mm^2 , siendo el tamaño del aparato estomático como en el tallo o ligeramente menor (Fig. 4).

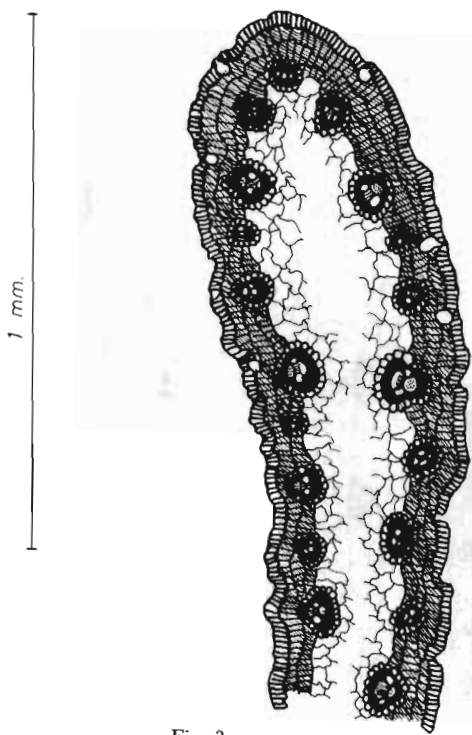


Fig. 3

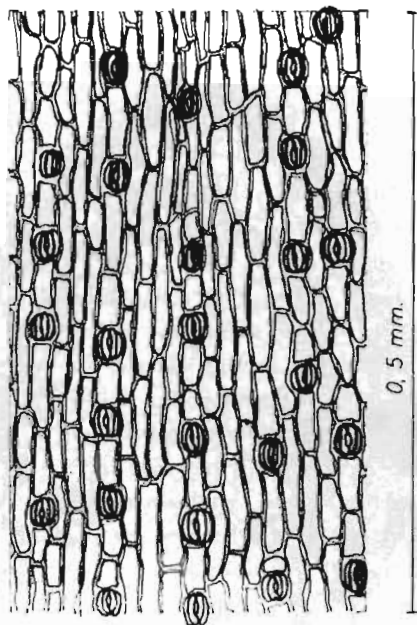


Fig. 4

ECOLOGIA

En cuanto a su comportamiento ecológico, *J. fontanesii* es, según RIVAS GODAY (1964), indiferente edáfica, encontrándose en praderas-juncuales de altas

hierbas sobre suelos de humedad constante y nivel freático bastante elevado incluíbles en la alianza *Molinio-Holoschoenion* Br.-Bl. 1947 (*Molinio-Holoschoenetalia* Riv. God. 1964; *Molinio-Juncetea* (Br.-Bl. 1947), *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937). También, según dicho autor, puede hallarse en comunidades muy termófilas (integradas preferentemente por terófitos), que se desarrollan en medios inundados en invierno y primavera con una cierta profundidad de agua, pertenecientes a la alianza *Preslion cervinae* Br.-Bl. 1931 (*Isoetalia* Br.-Bl. 1931 *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et Tx. 1943).

DISTRIBUCION GENERAL

Región mediterránea hasta el suroeste de Asia; Africa boreal.

DISTRIBUCION EN LA PENINSULA IBERICA (Fig. 5)

La corología hispana de *J. fontanesii* no se conoce bien por haber sido confundida ésta con otras especies próximas, principalmente con *J. striatus*

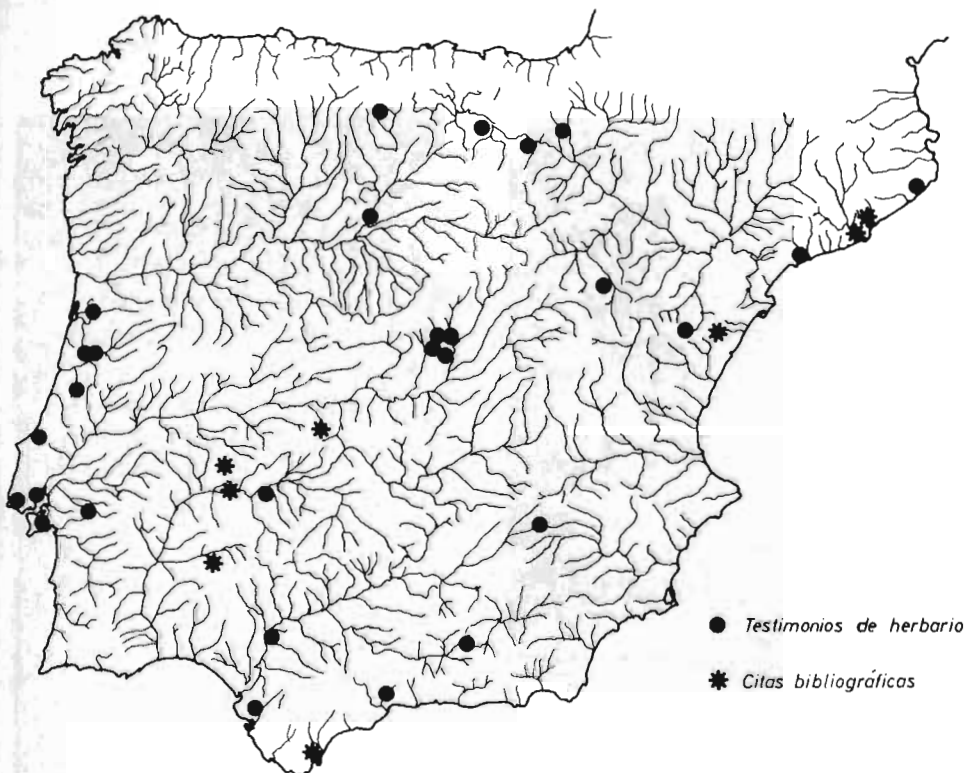


Fig. 5.—Mapa de distribución de *Juncus fontanesii* Gay en la Península Ibérica (para Portugal sólo se indican los testimonios de herbario).

Schousb., a la que incluso algunos botánicos antiguos (LANGE, COLMEIRO, entre otros) hicieron sinónima y de la que se separa fundamentalmente por sus tallos estoloníferos así como por la ausencia de la fuerte estriación longitudinal que presentan los tallos, vainas y hojas de esta última especie.

El pliego del herbario de HAENSELER «ad lacunas deserti la Dehesilla pr. Malaga» (Foto 1), que se conserva en la fitoteca del Instituto Botánico de la Universidad de Coimbra (COI), y que nosotros hemos podido estudiar, (mencionado por LANGE (1861) como *J. striatus* Schousb. β *diffusus* Huet du Pav.) debe llevarse a *J. fontanesii*. La confusión en este caso es relativamente fácil, ya que los ejemplares están incompletos, careciendo de los típicos estolones, y el estado de los mismos para la observación de la epidermis no es óptimo. WILLKOMM (1893) ya separa *J. striatus* de *J. fontanesii*, citando ésta de «provinc. Gaditana (pr. Jerez in loco Dehesa de Malduerme, PER. LARA) et Gibraltar (DASO)»; no obstante, su conocimiento del taxon que nos ocupa no debía ser aún muy claro, puesto que el pliego de LOSCOS «frequens in Aragonia inferiore ad ripas fluvior. Mezquin et Guadalupe» (Foto 2) que WILLKOMM (l.c.) menciona como *J. striatus* var. *diffusus* y que, asimismo, nosotros hemos estudiado en el herbario COI, se trata sin duda de *J. fontanesii*.

A. & O. BOLOS (1950) la señalan como rara en «lugares herbosos en la embocadura del Llobregat (SENN.) y litoral de Barcelona (LENAS)». S. RIVAS

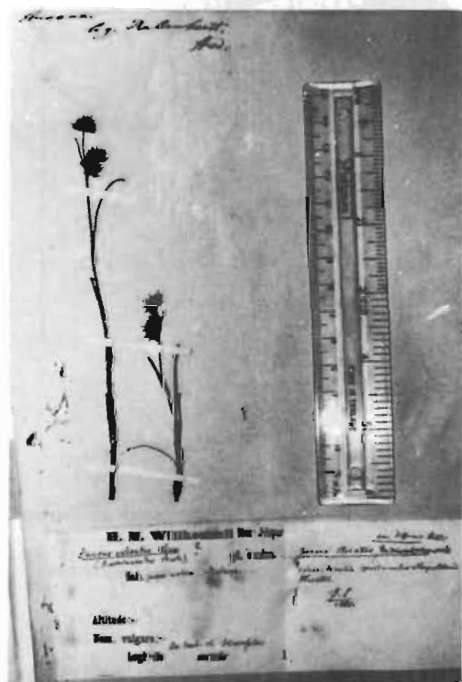


Foto 1

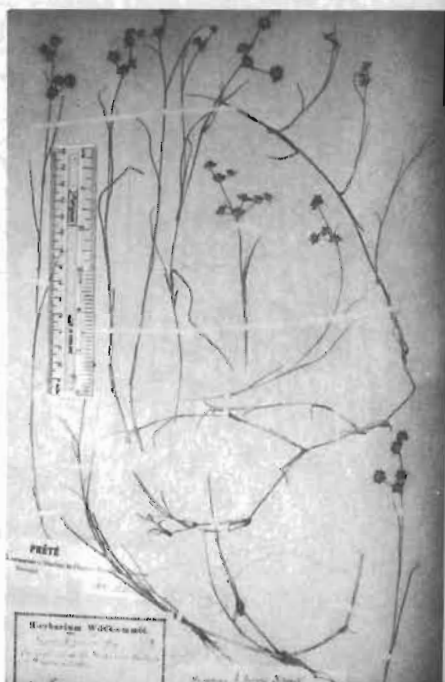


Foto 2

GODAY (1964) cita *J. fontanesii* de Fregenal, Villuercas, Sierra de San Pedro, Vega del Guadiana, etc. Con duda, VIGO (1968) la indica de Font de l'Espino.

En herbarios hemos hallado material (en muchos casos mal determinado), que llevamos a este binomen, de las localidades de la Península que señalamos a continuación.

ESPAÑA

Albacete: Nacimiento del Mundo, 6-IX-1950, RIVAS & MONASTERIO (SEV, 5933; MAF, 29997). *Badajoz*: San Pedro de Mérida, 13-VI-1964, P. MONTSERRAT (JACA). *Burgos*: Buggedo, 27-VI-1906, SENNEN & ELÍAS (MA, 19347). *Cádiz*: Dehesa de Malduerme, Jerez, 10-VII-1880, PÉREZ-LARA (MAF, 30158) (citado por WILLKOMM, 1893). *Gerona*: San Feliú de Guixols, 40 msm, IV-1876, D. F. TREMOLS (MA, 19432). *Granada*: Valle de Darro, sin fecha, anónimo (MA, 19396). *Logroño*: Logroño, 10-IV, I. ZUBÍA (MA, 19444); Orillas del Ebro, sin fecha, I. ZUBÍA (MA, 19316, 19316 (2), 19317). *Madrid*: In pratis, 1814, LAGASCA? (MA, 19455); En las cercanías de Madrid, sin fecha, NEÉ (MA, 19456); Orillas del Manzanares, VIII-1790, PALAU (MA, 19457); Puente de los Franceses, VI-1921, A. ATERIDO (MA, 146139). *Navarra*: Monasterio de Iranzu, 28-VII-1967, M. L. LÓPEZ (HERB. UNIV. NAVARRA). *Sevilla*: Sevilla, sin fecha, anónimo (MA, 19390). *Teruel*: Laguna de Tornos, 6-VII-1958, P. MONTSERRAT (JACA). *Valladolid*: Orillas de todos los cursos de agua, V-VI, anónimo (MAF, 30209). *Aragón*: (sin precisar localidad), sin fecha, COLMEIRO (MA, 19430 y 148828).

PORTUGAL

Alto Alentejo: Vendas-Novas: Vale do Falagueiro, 10-VI-1947, J. MATOS (COI). *Beira Litoral*: Pombal, VII-1890, A. MOLLER (COI); Albergaria, VII-1890, A. MOLLER (COI); Coimbra: Santo Antonio dos Olivaes, V-1878, M. FERREIRA (COI); Alrededores de Coimbra: Vil de Mattos, VIII-1890, A. MOLLER (COI). *Estremadura*: Lagoa d'Obidos, VI-1882, J. DAVEAU (COI); Cascaes, IX-1890, A. X. PEREIRA COUTINHO (COI); Lisboa: ribeiro de Caparide, VIII-1880, A. X. PEREIRA COUTINHO (COI); Sesimbra: Alfarim: Aiana: rib. da Apostiça, 4-VII-1971, MALATO BELIZ & GUERRA (ELVE, 18278).

Del herbario MA nos llamaron poderosamente la atención los pliegos 19300 y 19300 (2) conteniendo material de *J. fontanesii* («Catalogne: Tarragona, marécages, 1909-12-VI, Plantes d'Espagne. F. Sennen n.º 756»), por el tamaño de sus flores (2,4-3 mm), más pequeñas que las que presenta la especie típica. Además, su cápsula (que no sobrepasa nunca 3,5 mm de largo) es ventruda y rematada en un pico de (0,5-) 0.7-0,8 mm. Siguiendo la clave de MAIRE (1957) para categorías infraespecíficas de *J. fontanesii*, estas plantas quizás deban ser llevadas a la subsp. *brachyanthus* Trabut in B. et T., *Fl. Alg. Mon.*: 86 (1895), que aquel

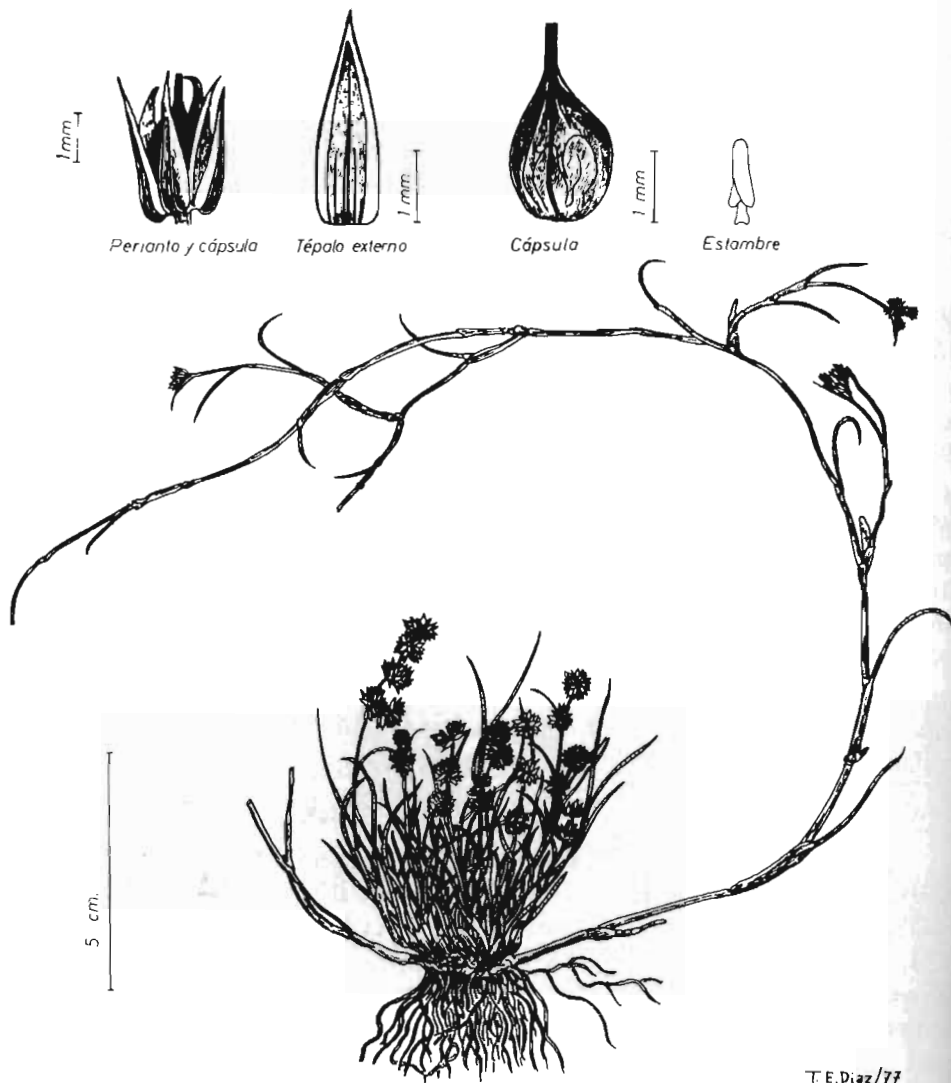


Fig. 6

autor señala como endémica para el norte de Africa, si bien los tépalos internos de estos ejemplares en la mayoría de los casos no son subobtusos como señala MAIRE (l.c.). BUCHENAU (1906: 193) deja dudoso el taxon de TRABUT. Por el momento, no habiendo consultado el material original, no podemos manifestarnos con certeza acerca del valor taxonómico que puedan tener dichas plantas (Fig. 6 y Foto 3).

M. LOSA & P. MONTSERRAT (1952) crearon la especie *J. pisuergae* basándose en material colectado en las orillas del río Pisuerga, por encima de Cervera (Palencia), en sitios húmedos o algo encharcados.

Dicho material, presente en el herbario de la Facultad de Farmacia de Barcelona (BCF) (Foto 4), ha sido estudiado por nosotros* y a todas luces creemos que debe ser llevado a *J. fontanesii*, dado que todos los caracteres observados en el mismo —altura de las plantas (hasta 40 cm en los ejemplares que parecen más completos); número de hojas caulinares (3-5 con limbos de hasta 16 cm de longitud); número de glomérulos por inflorescencia (3— 5-12 (-14), hemisféricos a subsféricos compuestos por 6-12 flores; tamaño de los tépalos (3,5-4 mm) así como color (verde inferiormente y castaño hacia el ápice) y forma de los mismos; longitud de anteras (1,2-1,4 mm), filamentos (0,3-0,4 mm) y cápsula (5-5,8 mm), rematada en un pico de 1,5 (-2) mm— caen dentro del intervalo de variación de *J. fontanesii*. Por otro lado, la anatomía del tallo (Fig. 7) coincide con la de esta especie. La ausencia de tallos estoloníferos en las plantas de LOSA y MONTSERRAT es debido, sin duda, a que están incompletas. Como consecuencia, consideramos *J. pisuergae* sinónimo de *J. fontanesii*.

Asimismo creemos que no deben merecer reconocimiento como especie las plantas descritas por KRECHETOVICH (1932) como *J. webbianus* de «Hispania. Prope Granatam. Anno 1849. Boissier et Reuter (Iter Algeriensi-hispanicum, sub nom.



Foto 3



Foto 4

* Agradecemos al Prof. Dr. J. SEOANE las facilidades que nos dio para llevar a cabo tales consultas.

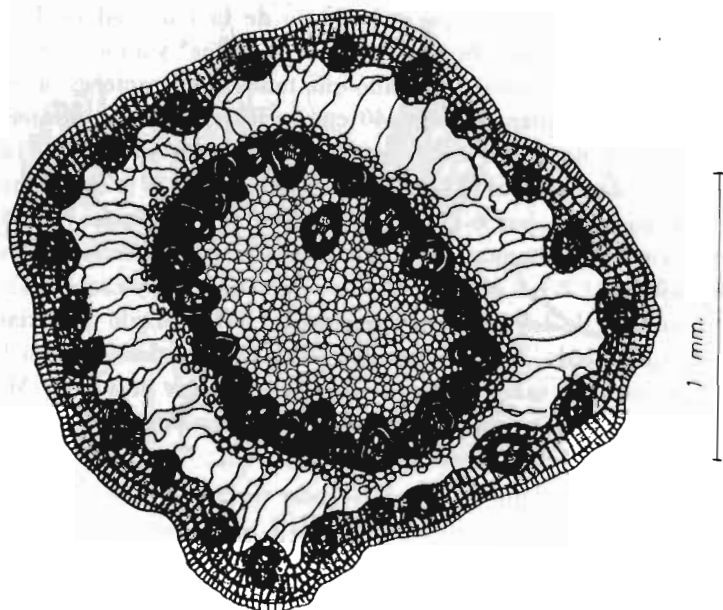


Fig. 7

Junc. echinuloides) in HHP», puesto que los caracteres que señala para su nueva especie se encuentran dentro de los límites de variación de *J. fontanesii*. Por otro lado, el autor la hace sinónima de *J. striatus* var. *diffusus* Willk. et Lange, *Pr. Fl. Hisp.*, 1 (1861) 184 non Huet, que como indicábamos anteriormente debe llevarse a *J. fontanesii*.

BIBLIOGRAFIA

- ASCHERSON, P. & GRAEBNER, P. (1904).—Synopsis der Mitteleuropäischen Flora, **2** (2): 414-490.
- BOLOS, A. y O. (1950).—Vegetación de las comarcas barcelonesas. *Inst. Esp. Estud. Mediterráneos. Public. Bot.* Barcelona.
- BUCHENAU, F. (1906).—*Juncaceae*, in Engler. *Das Pflanzenreich*, **4** (36): 1-284. Leipzig.
- COLMEIRO, M. (1889).—Enumeración y revisión de las plantas de la Península Hispano-Lusitánica e Islas Baleares, **5**.
- HUSNOT, T. (1908).—Joncées. (Descriptions et Figures des Joncées de France, Suisse et Belgique. *Cahan par Athis*. (Orne).
- KRECHETOVICII, V. I. (1932).—Algunos juncos del grupo *Juncus pyramidatus* Laharpe. (En ruso). *Bull. Jard. Bot. Acad. Sc. URSS*, 1931, **30**: 97-99.
- LANGE, J. (1861).—*Juncaceae*, in WILLKOMM, M. et LANGE, J., *Prodromus Florae Hispanicae*. 1. Stuttgart.
- LOSA, M. & MONTSERRAT, P. (1952).—Aportación al estudio de la Flora de los Montes Cantábricos. *Anal. Inst. Bot. Cavaniiles*, **10** (2): 413-509. Madrid.
- MAIRE, R. (1957).—Flore de l'Afrique du Nord, **4**: 1-333. Paris.
- PEREIRA COUTINHO, A. X. (1890).—As Juncaceas de Portugal. *Bol. Soc. Broter.*, **8**: 72-126.
- PEREIRA COUTINHO, A. X. (1939).—Flora de Portugal, ed. 2. Lisboa.
- RIVAS GODAY, S. (1964).—Vegetación y flórua de la Cuenca Extremeña del Guadiana. *Pub. Excmo. Dip. Prov. Badajoz*. Madrid.
- SNOGERUP, S. (1971).—*Juncaceae*, in K. H. RECHINGER (eds.). *Flora Iranica* lit. **75**. Graz.
- VIGO BONADA, J. (1968).—La vegetación del Massís de Penyalgosa. Barcelona.
- WILLKOMM, M. (1893).—*Supplementum Prodromi Florae Hispanicae*. Stuttgart.

FISIOLOGIA VEGETAL

La Agregación de Fisiología Vegetal fue dotada con efecto del 1-10-71 y adscrita al Departamento de Morfología y Fisiología (creado en 1966). En 1972 pasó la adscripción al Departamento de Botánica, que pasó a llamarse de Botánica y Fisiología Vegetal, y posteriormente fue dotada la Cátedra, de la que es actualmente titular el doctor Ricardo SÁNCHEZ TAMÉS.

La Agregación fue ocupada interinamente por el doctor Julio PEÑA GUITIÁN los cursos 1971-72 y 1972-73 y, en propiedad, por el doctor SÁNCHEZ TAMÉS desde mayo del 73 hasta su acceso a la Cátedra, una vez dotada. Actualmente está vacante.

Es Profesor Adjunto desde este mismo año 1978 el doctor Jorge FERNÁNDEZ TARRAGO.

Actividad docente

Las asignaturas impartidas son la **Fisiología Vegetal** y la **Ampliación de Fisiología Vegetal**, y los Cursos Monográficos del Doctorado:

Mecanismo de acción de las sustancias reguladoras del crecimiento (1973-74), **Mecanismo de acción de los herbicidas** (1974-75), **Mecanismo de acción de las hormonas vegetales** (1975-76), **Mecanismo de acción de los herbicidas** (1976-77), **Fotobiología** (1977-78).

RESUMEN DE LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA DE LA CATEDRA

Las sustancias fenólicas constituyen una compleja mezcla de compuestos que juegan un papel muy importante en la vida de las plantas; y se les adjudica una misión fundamental en la regulación de la actividad auxínica al actuar sobre el sistema enzimático auxina-oxidasa (PILET, 1969). También participan en los mecanismos de defensa que las plantas desarrollan frente a agentes patógenos (CRUICKSHANK y PERRIN, 1964). La serie de procesos que llevan a la germinación de las semillas puede estar, en parte, controlada por la presencia de compuestos fenólicos (VAN SUMERE, 1960). Incluso fenómenos de alelopatía, son debidos a sustancias de éste tipo (MÜLLER y CHOU, 1972).

Por razones técnicas, los trabajos de investigación en este Departamento comenzaron con estudios de germinación en relación con el metabolismo fenólico, esto era continuación del trabajo que como tesis doctoral había realizado la doctora Batallán y que culminó con la lectura de una tesis titulada «Variación en el contenido de sustancias reguladoras del crecimiento durante la germinación de semillas de *Cicer arietinum* L.» (Universidad de Santiago de Compostela). El trabajo consistió en estudiar la variación del contenido de compuestos fenólicos totales a lo largo de la germinación de las semillas de garbanzo, un estudio cualitativo de los mismos y la consiguiente identificación de ocho compuestos; al mismo tiempo se realizó un estudio paralelo del contenido hormonal principalmente ácido indolacético y giberelinas, así como un estudio de la actividad ácido indolacético oxidasa.

Este trabajo se continuó precisamente por el estudio de la actividad ácido

indolacético oxidada y la actividad peroxidada, para tratar de dilucidar hasta qué punto se trata de la misma actividad enzimática o corresponden a dos enzimas independientes. Este trabajo junto con la separación de isoenzimas con actividad ácido indolacético oxidada y peroxidada constituye la tesis doctoral del licenciado don Roberto RODRÍGUEZ*.

El metabolismo fenólico también está, o puede estarlo en algunos casos, relacionado con los mecanismos de defensa frente a infecciones en las plantas. En este sentido, nos centramos en el estudio de la infección que los hongos *Phytophthora cinnamomi* y *Phytophthora cambivora* producen en el castaño, denominada «tinta del castaño» y que está terminando con los bosques de castaños que existen en Europa. El estudio consistió en establecer cómo evoluciona el contenido en sustancias fenólicas en raíces y callos cultivados «in vitro» e infestados por el hongo patógeno. Estos estudios fueron acompañados de observaciones microscópicas para tratar de dilucidar a qué nivel se establece la barrera de defensa contra la infección entre las plantas sensibles y las resistentes. Este trabajo es objeto de la tesis de la licenciada doña Ana BERTRAND*.

Otro aspecto en que se está trabajando, es en el estudio de fenómenos alelopáticos y en los cuales los fenoles pueden jugar un papel importante. El *Cyperus esculentus* es una mala hierba, competidora feroz de las cosechas en que se desarrolla, pensando en que quizás se trate de un proceso de alelopatía se procedió al estudio del contenido en fenoles exudados por la planta, así como también un estudio de sistemas enzimáticos relacionados con el metabolismo fenólico, en diferentes órganos de la planta.

El trabajo últimamente puesto en marcha y que supone una nueva vía en nuestras líneas de investigación, es el de cultivo de tejidos, con el fin de lograr la reproducción vegetativa de especies que son difíciles de reproducir mediante las técnicas clásicas. El trabajo se centra en castaños, avellanos y arándanos y se está orientando desde diversos aspectos: influencia del medio, influencia de la luz (sobre todo la luz roja y roja lejana, ya que la molécula del fitocromo regula la actividad fenil alanina amonio liasa y ésta a su vez regula a ciertos procesos de diferenciación). En este sentido ya se logró la inducción de raíces en callos obtenidos a partir de diferentes tejidos de castaño, e incluso el cultivo de células libres, esta línea está en sus inicios y habrá de transcurrir algún tiempo hasta que puedan obtenerse resultados interesantes.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- CRUCKSHANK, J. A. M. y PERRIN, D. R. (1964).—En: *Biochemistry of phenolic compounds*. Ed. por J. B. Harborne, Academic Press, Nueva York.
- MÜLLER, C. H. y CHANG-HUNG CHOU (1972).—Phytotoxins: An Ecological Phase of Phytochemistry. En: *Phytochemical ecology*. Ed. por J. B. Harborne, Academic Press, Londres.
- PILET, P. E. (1969).—*Le catabolisme auxinique*, Masson y Cia., Paris.
- SUMERE, VAN C. E. (1960).—En: *Phenolics in plants in health and disease*. Ed. por J. B. Pridham, Pergamon Press, Oxford.

(*) Lectura prevista: Abril de 1979.

DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE FISILOGIA

(Director: Prof. Dr. Bernardo MARIN FERNANDEZ)

FISIOLOGIA ANIMAL

Este Departamento, interfacultativo (Medicina-Ciencias) desde la llegada del doctor MARÍN (catedrático de la Facultad de Medicina), en el curso 1972-73, está dotado por Ciencias con una Agregación, una Adjuntía y tres Ayudantías. El doctor Manuel VIJANDE es profesor adjunto por la Facultad de Medicina.

Doña Angeles MENÉNDEZ PATTERSON y don José CARDEÑOSO RAMOS fueron los primeros profesores que impartieron las enseñanzas de Fisiología en la Sección de Biológicas, y las asignaturas que fueron impartidas en la Sección fueron las de **Fisiología Animal, Ampliación de Fisiología Animal y Neuroendocrinología**. Los Cursos Monográficos del Doctorado desarrollados han sido los titulados **Crecimiento, Endocrinología y Fisiología del Aparato Digestivo**.

Han sido leídas hasta el momento cuatro *Tesis Doctorales*:

«Metabolismo glicolítico y oxidativo de áreas del Sistema Nervioso Central en relación con la actividad sexual». Angeles MENÉNDEZ PATTERSON. Junio, 1976. Sobresaliente «cum laude».

«Neutralización del CIH libre en el duodeno de cobaya». Serafina FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ. Marzo, 1977. Sobresaliente «cum laude».

«Neutralización del CIH libre en el duodeno de rata. Influencia de las prostaglandinas». Marina COSTALES PÉREZ. Mayo, 1977. Sobresaliente «cum laude».

«El comportamiento sexual: Investigación experimental en hamsters». José Antonio FLÓREZ LOZANO. Octubre, 1977. Sobresaliente «cum laude».

Las líneas de investigación seguidas son:

- Control de la ingestión de agua y de alimentos.
- Comportamiento sexual.
- Fisiopatología digestiva.
- Crecimiento.
- Alcoholismo.

Y los resultados más importantes obtenidos en ellas pueden considerarse:

1.-La participación de la corteza posterior (latero-occipital) en el control del ciclo sexual en la rata y en el hamster.

2.-Las grandes alteraciones producidas por la diabetes por pancreatectomía subtotal (95 %), sobre los parámetros de conducta sexual del hamster (*Mesocricetus auratus*).

3.-La eficacia de la secreción biliar, frente al resto de las secreciones duodenales, en la neutralización del jugo gástrico de cobaya y rata.

4.-El papel de las glándulas del flanco en el comportamiento sexual del hamster (*Mesocricetus auratus*).

5.-La acción del stress sobre el metabolismo oxidativo de estructuras nerviosas superiores, principalmente el Hipotálamo.

6.-El papel del dolor como un potente agente stressante a nivel gástrico y central.

7.-La existencia de un dimorfismo sexual ante la respuesta a la inyección de angiotensina en la rata.

Consecuencia de los trabajos de investigación realizados son multitud de publicaciones y comunicaciones en diversos congresos nacionales e internacionales y algunos libros, relacionados todos en el Apéndice bibliográfico del presente volumen.

Miembros del Departamento han participado en gran número de Congresos y han sido dadas hasta un total de 21 conferencias en distintos centros e instituciones.

EFFECTOS DE LA CEGUERA SOBRE LA ACTIVIDAD OXIDATIVA DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL Y GLANDULARES EN RATAS MACHOS Y HEMBRAS*

Por
B. DIAZ-LOPEZ, A. MENENDEZ-PATTERSON,
y
B. MARIN
Departamento Interfacultativo de Fisiología (Medicina y Ciencias).
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se ha estudiado, en la rata, la influencia de la ceguera sobre la actividad oxidativa de: amígdala, área septal, hipotálamo, corteza anterior (latero-frontal), corteza costerior (latero-occipital) así como en ovarios y testículos.

En el caso de las ratas hembras el estudio se realizó en las fases de estro y diestro, nuestros resultados indican diferencias estadísticamente significativas en la fase de estro a nivel de corteza posterior y de ovarios, al comparar las ratas controles con las enucleadas. En la fase de diestro, las modificaciones que hemos encontrado están localizadas a nivel de amígdala y de ovario.

En los machos los resultados muestran un notable decrecimiento en el consumo de O_2 de todas las estructuras estudiadas en los animales experimentales comparados con el grupo control.

Apuntamos, a la vista de los resultados obtenidos, la influencia de la ceguera en el metabolismo oxidativo de estructuras implicadas en el control de la sexualidad.

SUMMARY

It was studied the influence of the blindness on the oxidative activity of the: amygdala, septal area, hypothalamus, anterior cortex (latero-frontal), posterior cortex (latero-occipital), ovaries and testes, in the rat.

Having in mind that in the females the studied was realized in the estrus and diestrus phases, our results show significant statistically differences in posterior cortex and ovaries in estrus phase, comparing controls and enucleated rats. In the diestrus phase we have found modifications in amygdala and ovary.

In male, the experimental group presents a lower O_2 uptake in all the studied structures that the control one.

We point out, in view of the obtained results, the influence of blindness on the oxidative metabolism of the implicated structures in the control of sexuality.

* Título abreviado: «Ceguera y actividad oxidativa del S.N.C.».

INTRODUCCION

Es bien sabido que la ceguera, o la falta de luz, estimula la actividad de la glándula pineal (1, 2), cuya principal hormona, la melatonina, ha sido considerada por varios autores como el posible regulador de la actividad antigonadotrópica de la glándula pineal (3, 4).

Hay muchos autores que prueban, gracias a la actividad oxidativa, que el hipotálamo, varias zonas del sistema límbico y la corteza posterior (latero-occipital) están implicadas en la regulación de los procesos sexuales (4, 5).

La posible participación de la corteza anterior (latero-frontal) en la regulación de la sexualidad no es conocida (5, 6).

El objeto de este trabajo ha sido estudiar la influencia de la enucleación ocular en el metabolismo oxidativo de áreas del sistema nervioso central y gónadas, en ratas machos y hembras.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 45 ratas hembras de peso 219 ± 10 gr y 20 machos de peso $253 \pm 2,79$ gr. Todos los animales pertenecían a la cepa del Departamento, fueron alimentados «ad libitum» con nuestra dieta standard y, con libre acceso al agua de bebida. La luz (12 L, 12 O), temperatura ($23 \pm 3^\circ\text{C}$) y humedad absoluta estaban bajo control.

En lo que se refiere a las hembras, se utilizaron en dos fases del ciclo sexual, estro y diestro; para ello, se hizo un control de su ciclo sexual mediante el estudio de la citología vaginal, realizado siempre a la misma hora (10,30-11 h). Solamente se utilizaron aquellas hembras que presentaban ciclos completos de cuatro días.

La enucleación ocular se realizó mediante anestesia etérea y, tras un período de recuperación de un mes, durante el cual en las hembras se siguió controlando el ciclo sexual, los animales se sacrificaron por decapitación, a continuación se extrajeron, según el atlas de DE GROOT (8) las siguientes estructuras del sistema nervioso central: amígdala, hipotálamo, área septal, corteza anterior (latero-frontal) y corteza posterior (latero-occipital), además se extrajeron los ovarios y los testículos.

La determinación del consumo de O_2 se hizo mediante el método manométrico de WARBURG (9). Este método fue usado, porque hay numerosos experimentos que prueban su eficacia en los estudios de la regulación de la sexualidad (6, 10).

El análisis estadístico de los resultados se realizó de acuerdo con el test «t» de STUDENT (11) según FISHER y YATES.

TABLA I

Metabolismo oxidativo de la amígdala, hipotálamo, área septal, corteza anterior, corteza posterior y ovario en ratas hembras, controles y ciegas, en estro

Tejidos estudiados	QO ₂ : μ l O ₂ /mg tejido fresco/h.		«t»	P
	Ciegas	Controles		
Amígdala	*1,06 \pm 0,06 (15)	1,01 \pm 0,05 (12)	0,57	N.S.
Hipotálamo	0,96 \pm 0,03 (10)	1,05 \pm 0,12 (19)	0,50	N.S.
Área Septal	0,97 \pm 0,07 (9)	1,17 \pm 0,11 (10)	1,52	N.S.
Corteza Anterior	1,09 \pm 0,09 (10)	1,32 \pm 0,08 (23)	1,73	N.S.
Corteza Posterior	1,11 \pm 0,07 (15)	1,52 \pm 0,08 (22)	3,77	0,001
Ovario	0,58 \pm 0,06 (15)	0,92 \pm 0,08 (13)	3,27	0,01

* Media \pm Error Standard. Entre paréntesis figura el número de casos.
N. S. = No significativo.

TABLA II

Metabolismo oxidativo de la amígdala, hipotálamo, área septal, corteza anterior, corteza posterior y ovario en ratas hembras, controles y ciegas, en diestro

Tejidos estudiados	QO ₂ : μ l O ₂ /mg tejido fresco/h.		«t»	P
	Ciegas	Controles		
Amígdala	*1,04 \pm 0,06 (20)	0,79 \pm 0,03 (8)	2,27	0,05
Hipotálamo	1,01 \pm 0,07 (11)	1,03 \pm 0,06 (25)	0,18	N.S.
Área septal	1,13 \pm 0,12 (11)	0,90 \pm 0,10 (12)	1,39	N.S.
Corteza anterior	1,09 \pm 0,05 (19)	1,13 \pm 0,06 (21)	0,40	N.S.
Corteza posterior	1,03 \pm 0,05 (24)	1,04 \pm 0,04 (26)	0,24	N.S.
Ovario	0,66 \pm 0,02 (15)	0,41 \pm 0,05 (8)	4,90	0,001

* Media \pm Error Standard. Entre paréntesis figura el número de casos.
N. S. = No significativo.

RESULTADOS

En la Tabla I, se muestra el consumo de O₂ de las ratas hembras, controles y ciegas, en la fase de estro. A excepción de la amígdala, en los animales ciegos, aparece un decrecimiento de este consumo frente al del grupo control; diferencias estadísticamente significativas se presentan a nivel de corteza posterior y de ovarios.

Considerando la Tabla II, que corresponde a la fase de diestro, la amígdala y el ovario muestra alteraciones significativas ante la ceguera.

En relación a la Tabla III, en la cual se analiza los valores de consumo de O₂ de animales ciegos en las fases de estro y diestro, no existe ninguna diferencia estadísticamente significativa.

Como podemos observar en la Tabla IV, en la rata macho, la ceguera produce una gran inhibición en el metabolismo oxidativo de las estructuras estudiadas, obteniéndose diferencias altamente significativas al comparar los valores de los experimentales con los controles.

TABLA III

Comparación del metabolismo oxidativo de ratas ciegas en estro y diestro

Tejidos estudiados	QO ₂ : µl O ₂ /mg tejido fresco/h.		s.e.	P
	Estro	Diestro		
Amígdala	*1,06 ± 0,24 (15)	1,04 ± 0,30 (20)	0,21	N.S.
Hipotálamo	0,96 ± 0,10 (10)	1,01 ± 0,26 (11)	0,56	N.S.
Area septal	0,97 ± 0,21 (9)	1,13 ± 0,41 (11)	1,06	N.S.
Corteza anterior	1,09 ± 0,18 (10)	1,09 ± 0,25 (19)	0,00	N.S.
Corteza posterior	1,11 ± 0,28 (15)	1,03 ± 0,28 (24)	0,89	N.S.
Ovario	0,58 ± 0,25 (15)	0,66 ± 0,02 (15)	1,16	N.S.

* Media ± Error Standard. Entre paréntesis figura el número de casos.
N. S. = No significativo.

TABLA IV

Metabolismo oxidativo de la amígdala, área septal, hipotálamo, corteza anterior, corteza posterior y testículos en ratas machos, ciegas y controles

Tejidos estudiados	QO ₂ µl O ₂ /mg tejido fresco/h.		s.e.	P
	Ciegos	Controles		
Amígdala	*0,90 ± 0,04 (15)	1,31 ± 0,10 (10)	4,02	0,001
Hipotálamo	0,84 ± 0,06 (9)	1,54 ± 0,08 (10)	6,52	0,001
Area septal	0,96 ± 0,09 (8)	1,58 ± 0,13 (10)	3,61	0,001
Corteza anterior	0,97 ± 0,06 (15)	1,34 ± 0,06 (14)	4,04	0,001
Corteza posterior	1,05 ± 0,07 (12)	1,43 ± 0,05 (16)	4,58	0,001
Testículo	0,43 ± 0,02 (16)	0,62 ± 0,05 (15)	2,91	0,01

* Media ± Error Standard. Entre paréntesis figura el número de casos.

DISCUSION

Las estructuras estudiadas del sistema límbico, amígdala y área septal, se ven muy afectadas por la ceguera. En el caso de los machos (Tabla IV) se ve disminuida su actividad, siendo sus efectos muy semejantes a los de la castración (12), lo cual parece apuntar que la ceguera también actúa a nivel de síntesis de gonadotrofinas, lo cual coincide con la teoría de SORRENTINO y colaboradores (13). En las hembras, las variaciones cíclicas del consumo de O₂ de la amígdala, mayores en estro que en diestro, ha sido demostrada por varios autores (6) en ratas controles. Sin embargo, en las ratas enucleadas desaparece esta variación cíclica (Tabla III). Esto puede ser debido a la acción antigonadotrópica de la glándula pineal, que en ratas ciegas esta aumentada (11).

La influencia del área septal en la regulación de la conducta sexual y maternal ha sido demostrada (14, 15), pero no su participación en el control del ciclo sexual (16), lo cual coincide con nuestros datos.

En relación con el Hipotálamo, estructura altamente implicada en la síntesis de gonadotropinas (17), en los machos (Tabla IV) el descenso en la actividad

oxidativa de las ratas ciegas, parece de nuevo apuntar que la ceguera puede influir en la regulación gonadotrópica disminuyéndola. Además, en las hembras (Tabla III), desaparecen las variaciones cíclicas conocidas desde hace algunos años (17), lo cual parece apuntar, aún más las relaciones ceguera-síntesis de gonadotropinas.

En cuanto al papel de la corteza posterior (latero-occipital) con los datos en el control de la sexualidad ha sido probado recientemente (5), además esta área es una de las zonas más importantes del sistema nervioso implicadas en la integración del proceso visual (7, 18), por eso era de esperar las alteraciones producidas como consecuencia de la ceguera en machos y en hembras.

La actuación de las gónadas en el control de la síntesis de gonadotropinas es un hecho conocido (6, 19). Además, se conoce también la relación entre la luz y la glándula pineal, a través de la melatonina (1, 2) y su acción reguladora de la actividad antigonadotrópica. Por eso, la supresión de la vista, produce a nivel gonadal alteraciones tan marcadas.

BIBLIOGRAFIA

- (1) WURTMANN, R. J., AXELROD, J. y PHILLIPS, L. S. (1963).—*Science*, **142**: 1.071-1.073.
- (2) WURTMANN, R. J. y AXELROD, J. (1963).—*Sci. Ame.*, **213**: 50-60.
- (3) FRASCHINI, F. y GNALL, G. (1969).—*Progress in Endocrinology*, Excerpta Médica, Amsterdam, 637.
- (4) REITER, R. J. VAUGHAN, M. K. BLASK, D. E. y YOHSON, L. Y. (1974).—**185**: 1.169-1.171.
- (5) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MARÍN, B. (1976).—*Reproducción*, **3**: 279-285.
- (6) SCHIAFFINI, O. y MARÍN, B. (1971).—*Neuroendocrinology*, **7**: 302-307.
- (7) MOUNTCASTHE, V. B. (1977).—*Fisiología Médica*, Ed. C. V. Mosby Company, Saint Louis, M., U.S.A., I, 475-477.
- (8) DE GROOT, S. (1959).—*The rat forebrain in stereotaxic coordinates*. North Holland, Amsterdam.
- (9) UMBREIT, M. W., BURRIS, R. H. y STAUFER, J. F. (1968).—*Manometric techniques*, 4 th, Ed. Burges, Minneapolis, Minn.
- (10) MOGUILLEVSKY, J. A., LIBERTUM, C., SCHIAFFINI, O. y SZWARCFARB, B. (1968).—*Neuroendocrinology*, **4**: 264-268.
- (11) FISHER, R. A. y YATES, F. (1957).—*Statistical tables for biological, agricultural and medical research*, Ed. Hafner, New York.
- (12) DÍAZ-LÓPEZ, B. MENÉNDEZ-PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1978).—*Enviado a la Revts. Española de Fisiología*.
- (13) SORRENTINO, S. y BENSON, B. (1970).—*Gen. Comp. Endocr.*, **15**: 242-246.
- (14) NANCE, D. M., SHINE, J. y GORSKY, R. A. (1974).—*Hormones and Behav.*, **5**: 73-76.
- (15) NANCE, D. M., SHRYNE y GORSKY, R. A. (1975).—*Hormones and Behav.*, **6**: 59-70.
- (16) SCHIAFFINI, O., MENÉNDEZ-PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1974).—*Reproducción*, **1**, n.º 4, 361-65.
- (17) SCHIAFFINI, O. (1974).—*Tesis de Doctorado en Farmacia y Bioquímica*, Univ. de Buenos Aires.
- (18) GÓMEZ-BOSQUE, P. BENITO-ARRANZ, S., CANERES-QUEVEDO, OJEDA-SAHAGUN, J. L. y BORBOSA-AYUCA, E. (1974).—*El Sistema Nervioso Central*. Ed. Librería Médica, Valladolid, España, II, 97.
- (19) MOGUILLEVSKY, J. A., SZWARCFARB, B. y SCHIAFFINI, O. (1971).—*Neuroendocrinology*, **8**: 334-337.

METABOLISMO OXIDATIVO DE DISTINTAS ESTRUCTURAS DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL, GLANDULAS ADRENALES Y TESTICULOS EN EL HAMSTER MACHO (*Mesocricetus auratus*) PANCREATECTOMIZADO (95 %)*

Por
A. MENENDEZ-PATTERSON, J. A. FLOREZ-LOZANO
y
B. MARIN
Departamento Interfacultativo de Fisiología (Medicina y Ciencias).
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Hemos estudiado el metabolismo oxidativo (consumo de O_2) de las estructuras nerviosas (amígdala, hipotálamo, hipófisis, área septal y corteza posterior latero-occipital), glándulas adrenales y testículos en hamsters machos (*Mesocricetus auratus*) intactos y sometidos a pancreatectomía subtotal (95 %). Los resultados indican diferencias estadísticamente significativas en hipófisis, área septal, glándulas adrenales y testículos, lo cual parece probar la influencia de la diabetes por pancreatectomía subtotal sobre la actividad oxidativa de las estructuras anteriormente citadas.

SUMMARY

We have studied the oxidative metabolism (uptake O_2) of the nervous structures (amygdala, hypothalamus, hypophysis, septal area, posterior cortex), adrenal glands and testes, on male hamsters (*Mesocricetus auratus*), controls and pancreatectomized (95 %).

The results shown differences statistically significant in hypophysis, septal área, adrenal glands and testes; which like to prove the influence of diabetes for pancreatectomy (subtotal) on the oxidative metabolism of the anteriorly cited structures.

INTRODUCCION

En el presente trabajo se ha estudiado la actividad oxidativa de distintas estructuras nerviosas y glandulares del hamster macho. Se ha tratado de poner de manifiesto alteraciones en la actividad nerviosa y/o glandular, comprometida en la regulación neuroendocrina de estos animales, como consecuencia de la pancreatectomía subtotal (95 %).

* Título abreviado: «*Metabolismo oxidativo y pancreatectomía en el hamster*».

En la rata y otras especies se sabe que la diabetes experimental, ya sea producida por pancreatectomía subtotal o por alloxano, determina profundas alteraciones sexuales de los machos (1, 2), detectándose la presencia de lesiones testiculares (3). Nuestros estudios (datos no publicados) han puesto de manifiesto que estos resultados también se producen en el hamster macho.

En los últimos años se ha evidenciado el papel jugado por las áreas del Sistema Nervioso Central (S.N.C.) en la reproducción y conducta sexual y, así se ha establecido la importancia de estas áreas en la regulación del eje hipotálamo-hipófiso-gonadal (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Dentro de los métodos de la Neuroendocrinología uno de los más empleados es la medida de la actividad metabólica de las estructuras a estudiar como índice de la actividad de esas estructuras, así, se ha demostrado en múltiples ocasiones la existencia de una relación estrecha entre el metabolismo oxidativo de áreas del S.N.C. y la regulación de la secreción de gonadotrofinas (11, 12, 13, 14). Recientemente FOGLIA y cols. (15), han estudiado la actividad metabólica glicolítica y oxidativa de distintas áreas hipotalámicas de ratas machos diabéticas, induciendo tal patología por pancreatectomía subtotal, poniendo de manifiesto un decaimiento del consumo de oxígeno en el área hipotalámica anterior. Sin embargo, el hipotálamo medio y posterior, como la corteza frontal, no presentaron modificaciones importantes.

Por otra parte, informaciones significativas muestran que algunas estructuras límbicas (amígdala e hipocampo) se hallan envueltas en el control de las gonadotrofinas (16). Además, es significativo el hecho de que la amígdala y el hipocampo hallan sido relacionados con efectos inhibitorios o excitatorios en el complejo hipotálamo-hipófisis-gonadas. En efecto, la destrucción de la amígdala induce atrofia testicular y degeneración de los túbulos seminíferos en ratas machos y gatos (17). Por el contrario, la estimulación de la amígdala, induce ovulación en ratas, conejos y gatos. En ratas hembras, la estimulación de la amígdala también induce una liberación en plasma de hormonas luteinizante y foliculoestimulante (10). Así pues, la modificación de los parámetros metabólicos, como consecuencia de un proceso diabético, permite detectar a través de las estructuras estudiadas en el presente trabajo, los procesos neuroendocrinos del hamster macho, que, por otra parte, se han descrito como especialmente distintos de la rata y otras especies animales (18, 19, 20, 21, 22, 23, 24).

En otro orden de cosas, los estrógenos y andrógenos ejercen efectos directos e indirectos sobre el eje hipotálamo-hipofiso-adrenocortical, así como sobre el metabolismo oxidativo de los esteroides adrenales. En ratas, los estrógenos estimulan la secreción de ACTH por la glándula pituitaria (25, 26) y, en otros casos ejercen un efecto inhibitorio (27). Por ello, nos pareció interesante estudiar la actividad adrenal mediante el metabolismo oxidativo para detectar posibles alteraciones en relación con la dinámica neuroendocrina del hamster macho pancreoprivo.

En base a lo expuesto anteriormente y, al hecho de que el metabolismo oxidativo del hipotálamo y otras estructuras del sistema límbico se modifican al instalarse un proceso diabético, en las ratas, se ha decidido estudiar el metabolismo oxidativo de estructuras nerviosas (hipotálamo, amígdala, área septal y corteza posterior) y glándulas adrenales y testículos, del hamster pancreoprivo, subrayando la peculiaridad neuroendocrinológica y comportamental de este animal entre los demás vertebrados.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 30 hamsters machos (*Mesocricetus auratus*) de la cepa del Departamento Interfacultativo de Fisiología de la Universidad de Oviedo, cuyo peso oscilaba entre 115 y 180 g. Los animales fueron alimentados «ad libitum» y con libre acceso al agua de bebida. Fueron mantenidos a temperatura controlada ($23 \pm 3^{\circ}\text{C}$) y con ciclos de 12 h de luz y 12 h de oscuridad. La pancreatectomía subtotal (95 %) fue realizada de acuerdo con el método de FOGLIA (28). En el control de la glucosa se utilizó el método de la glucosa oxidasa.

Una vez decapitados los animales, 13 meses después de la pancreatectomía, se disecaron los tejidos a estudiar: amígdala, hipotálamo, hipófisis, área septal y corteza posterior (latero-occipital) (29). Adicionalmente se extrajeron los testículos y las glándulas adrenales.

La determinación del consumo de oxígeno de las distintas estructuras nerviosas y glandulares, de los grupos estudiados (control y pancreatectomizados) se realizó mediante el método manométrico de WARBURG (30). Los resultados del consumo de oxígeno se expresaron en microlitros de oxígeno consumido por miligramo de tejido fresco y por hora de incubación (QO_2 : $\mu\text{l O}_2/\text{mg}$ tejido fresco/h).

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos se realizó mediante el test «t» de Student según FISHER y YATES (31).

RESULTADOS

En la Tabla I se exhiben los resultados del consumo de O_2 en hamster machos normales y pancreatectomizados (13 meses después de la pancreatectomía) de las siguientes estructuras: amígdala, hipotálamo, hipófisis, área septal y corteza posterior (latero-occipital). En general se observa un decremento del consumo de O_2 en los hamsters pancreatectomizados. El hipotálamo y la corteza posterior alcanzan niveles ligeramente superiores, que no son estadísticamente significativos.

En lo que respecta al consumo de O_2 de las glándulas adrenales y testículos, en los hamsters pancreatectomizados, se observa (Tabla II) un decremento estadísticamente significativo en ambas glándulas.

TABLA I

Consumo de oxígeno de la amígdala, hipotálamo, hipófisis, área septal, corteza posterior (latero-occipital) del hamster macho (*Mesocricetus auratus*) control y pancreatetectomizado (95 %)

Tejidos bajo estudio	QO ₂ : μ l O ₂ /mg tejido fresco/h.		«t»	P
	Controles	Pancreatetectomizados		
Amígdala	*1,34 \pm 0,04 (15)	1,21 \pm 0,09 (16)	1,29	N.S.
Hipotálamo	1,25 \pm 0,10 (15)	1,27 \pm 0,05 (15)	0,21	N.S.
Hipófisis	1,60 \pm 0,20 (6)	0,85 \pm 0,18 (6)	3,00	0,05
Área septal	1,36 \pm 0,06 (9)	1,04 \pm 0,08 (6)	3,04	0,01
Corteza posterior (latero-occipital)	1,25 \pm 0,12 (16)	1,37 \pm 0,15 (16)	0,59	N.S.

* Media \pm Error Standard. Entre paréntesis figura el número de casos.
N. S. = Diferencias estadísticamente no significativas.

TABLA II

Consumo de oxígeno de las glándulas adrenales y testículos en el hamster macho (*Mesocricetus auratus*) control y pancreatetectomizado (95 %)

Tejidos bajo estudio	QO ₂ : μ l O ₂ /mg tejido fresco/h.		«t»	P
	Controles	Pancreatetectomizados		
Glándulas adrenales	*0,61 \pm 0,06 (17)	0,38 \pm 0,05 (11)	2,77	0,05
Testículos	0,72 \pm 0,04 (19)	0,54 \pm 0,06 (11)	2,45	0,05

* Media \pm Error Standard. Entre paréntesis figura el número de casos.

Todos los hamsters machos que sobrevivieron a la pancreatetectomía parcial, desarrollaron un incremento progresivo de la glucemia, presentando entre el tercer y cuarto mes una hiperglucemia 127,67 mg/100 ml en los pancreatetectomizados, frente a un valor en los controles, de la misma edad de 67,87 mg/100 ml. Posteriormente la glucemia desarrolló oscilaciones continuas, y al sexto mes se presentó un nuevo pico hiperglucémico, con valores 116,43 mg/100 ml. En el momento de la decapitación, 13 meses después de la pancreatetectomía, los valores de glucemia fueron: controles 53,01 mg/100 ml, pancreatetectomizados 77,82 mg/100 ml, si se comparan estadísticamente estos resultados, se obtienen diferencias significativas («t» = 4,19; df = 28; P \leq 0,001).

DISCUSION

Los datos obtenidos en el presente trabajo indican que la pancreatetectomía subtotal modifica sustancialmente el consumo de O₂ de dos estructuras nerviosas implicadas en la dinámica hormonal y/o comportamental (hipófisis y área septal).

Previamente FOGLIA y cols. (15) han obtenido que el área hipotalámica anterior de la rata macho pancreopriva descendía significativamente su taxa

oxidativa, justamente el área hipotalámica implicada en los procesos de regulación de las gonadotropinas. En el hamster macho, sin embargo, no se ha puesto de manifiesto ninguna variación oxidativa en este centro integrador, posiblemente debido a una compensación del área hipotalámica anterior y posterior. En efecto, FOGLIA y cols. (15), en la rata macho, no evidenciaron ninguna variación metabólica significativa en el área hipotalámica posterior.

En la amígdala, en el hamster macho pancreoprivo, se produce una ligera disminución en la actividad oxidativa que no alcanza niveles significativos. Sin embargo, es necesario señalar a este respecto, que otros autores (32) encuentran que en la rata macho normal, las gonadotropinas, FSH y LH, ejercían un efecto activador sobre el consumo de O_2 de la amígdala cerebral. Es razonable pensar que el déficit funcional gonadal reflejado en el hamster macho pancreoprivo pudiese explicar, en cierto modo, los resultados obtenidos en la amígdala. Por otra parte, es necesario tener en cuenta, que el hamster es una especie distinta desde el punto de vista neuroendocrinológico (18, 19, 20, 21, 22, 23, 24).

En lo que respecta a la hipófisis, el hamster macho pancreoprivo, muestra una disminución significativa en el consumo de O_2 , lo cual, parece sugerir, una alteración importante en la dinámica hormonal y, de los complicados sistemas de servomecanismo entre la hipófisis y las gónadas.

De considerable interés son los resultados obtenidos en el presente trabajo en el área septal, en la que se aprecia un decremento significativo en la actividad metabólica oxidativa en los hamsters machos pancreoprivos; este hecho podría explicar las profundas alteraciones sexuales y de conducta que han sido descritas por otros autores en la rata pancreatectomizada (1, 2, 3, 4, 5, 28, 33). Recientemente NANCE y cols. (33, 34), han puesto de manifiesto que el área septal juega un relevante papel en el comportamiento sexual y, que las lesiones septales producen efectos contrarios a las amígdalas en lo relativo a conducta sexual. Por otra parte, es significativo que el modelo de liberación de gonadotropinas no es afectado por lesiones septales, lo cual indica una disociación entre la liberación de gonadotropinas y el comportamiento sexual «per se». Así pues, la región septal, que en la rata ejerce una inhibición tónica sobre la conducta sexual femenina (33, 34), tendría una proyección similar en el comportamiento sexual del hamster macho pancreoprivo.

La corteza posterior (latero-occipital), como estructura nerviosa superior, no parece involucrada en los disturbios ocasionados tras una pancreatectomía subtotal en el hamster macho.

Por otra parte, las glándulas adrenales, también experimentan un decremento en su consumo de O_2 , en el hamster macho pancreatectomizado, lo cual posiblemente indica un descenso de actividad como una consecuencia, primero, de una hipersecreción y un posterior agotamiento, después, en los glucocorticoides y catecolaminas medulares como una reacción al déficit insulínico inducido por la pancreatectomía.

Finalmente, LEMAN y cols. (3), han descrito lesiones histológicas testiculares en la rata diabética. Estas lesiones podrían relacionarse con un descenso en la actividad gonadal en el hamster macho pancreoprivo, lo que determinaría un menor consumo de O₂, como se refleja en la Tabla II. Estos resultados, podrían explicar en parte, las alteraciones sexuales producidas en la rata macho y en el hamster, e incluso podrían inducir un anormal funcionamiento de los ejes hipotálamo-hipófiso-adrenal e hipotálamo-hipofiso-gonadal, mediante el mecanismo de regulación largo y corto de las gonadotrofinas (7, 8, 9, 35).

BIBLIOGRAFIA

- (1) FOGLIA, V. G. (1963).—Diabetes, **12**: 231-240.
- (2) SOULAIRAC, A., DESCLAUS, R. and KATE, P. (1948).—Cr. Seanc. Biol., **48**: 311-312.
- (3) LEMA, B. E., FOGLIA, V. G. and FERNÁNDEZ-COLLANZO, E. (1965).—Rev. Soc. Argent. Biol., **41**: 197-203.
- (4) MARKEE, J. E., EVERETT, J. W. and SAWYER, C. H. (1952).—Recent. Prog. hormones. Res., **7**: 139-155.
- (5) HARRIS, G. W. (1968).—El sistema nervioso central y las glándulas endocrinas, **6**: 242, Ed. Triángulo.
- (6) MARTINI, L. FRASCHINI, F. and MOTTA, M. (1968).—Recent Progress in hormones research, **24**: 439, Ed. Academic Press, New York.
- (7) MARTINI, L. (1968).—Alti Convegna Farnitalia, **1**: 43, Milano.
- (8) MIGULEVSKY, J. A. and SCHIAFFINI, O. (1972).—Hipófisis. Ed. López Libreros, Buenos Aires.
- (9) MARTINI, L. (1969).—Supl., **2**: 214-226.
- (10) VELASCO, M. E. and TALEISNIK, S. (1969).—Endocr., **84**: 132-139.
- (11) SCHIAFFINI, O., MARÍN, B. and GALLEGO, A. (1969).—Experientia, **23**: 1.255-1.256.
- (12) SCHIAFFINI, O. and MARÍN, B. (1974).—Reproduccion. **1**: 299-303.
- (13) MOCULEVSKY, J. A., GHITTONI, N. and SCHIAFFINI, O. (1966).—Acta Physiol Latinoamer., **16**: 86.
- (14) SCHIAFFINI, O., MENÉNDEZ-PATTERSON, A. and MARÍN, B. (1974).—Reproducción, **1**, **4**: 361-366.
- (15) FOGLIA, V. G., SCHIAFFINI, O. and MARÍN, B. (1973).—Prensa Med. Argent., **25**: 849-854.
- (16) SCHIAFFINI, O. and MARTINI, L. (1972).—Acta Endocr., **70**: 209-219.
- (17) YAMADA, T. and GREER, M. A. (1960).—Endocr., **66**: 565-574.
- (18) PAYNE, A. P. and SWANSON, H. H. (1970).—Behaviour, **36**: 259-269.
- (19) PAYNE, A. P. and SWANSON, H. H. (1971).—Physiol. Behav. **6**: 355-357.
- (20) PAYNE, A. P. and SWANSON, H. H. (1971).—J. Endocr., **51**: 217-218.
- (21) PAYNE, A. P. and SWANSON, H. H. (1972).—Physiol Behav, **8**: 687-691.
- (22) PAYNE, A. P. and SWANSON, H. H. (1972).—Nature London, **239**: 282-283.
- (23) PAYNE, A. P. and SWANSON, H. H. (1972).—Anim. Behav., **20**: 78-80.
- (24) PAYNE, A. P. and SWANSON, H. H. (1973).—J. Endocr., **58**: 627.
- (25) GEMZELL, C. A. (1952).—Acta Endocr., **11**: 221-228.
- (26) COYNE, M. D. and KITAY, J. L. (1962).—Endocr., **85**: 1.097-1.102.
- (27) COYNE, M. D. and KITAY, J. L. (1971).—Endocr., **89**: 1.024-1.028.
- (28) FOGLIA, V. G. (1944).—Rev. Soc. Argent. Biol., **20**: 21-27.
- (29) HOFFMAN, R. A. and ROBINSON, P. F. (1966).—The golden hamster; its biology and use in medical research. Ed. Hoffman, R. A. and Robinson, P. F. and Magalhaco, A. Iowa State University Press, Iowa.
- (30) UMBREIT, M. N., BURRIS, R. H. and STAUFFER, J. F. (1959).—Manometric Techniques. Ed. Burgess, Minneapolis.
- (31) FISHER, R. A. and YATES, F. (1957).—Statistical tables for Biological, Agricultural and Medical Research. Ed. Hafner, New York.
- (32) SCHIAFFINI, O. and FERNÁNDEZ, L. (1974).—Rev. Esp. Fisiol., **30**: 49-52.
- (33) NANCE, D. M., SHRYNE, J. and GORSKI, R. A. (1974).—Hormones Behav., **5**: 73-81.
- (34) NANCE, D. M., SHRYNE, J. and GORSKI, R. A. (1975).—Hormones Behav, **6**: 59-64.
- (35) MARTINI, L., FRASCHINI, F. and MOTTA, M. (1968).—Comments on long and short feed-back-loops. Endocrinology and Human Behav. Ed. Michael, R. P., Oxford University Press, Londres, 175.

EVOLUCION DE LA DIABETES POR PANCREATECTOMIA Y SU INFLUENCIA EN EL METABOLISMO OXIDATIVO DE LA GLANDULA TIROIDES

Por
ANA M.^a VELASCO

y
B. MARIN

Departamento Interfacultativo de Fisiología (Medicina y Ciencias).
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se ha sometido a un grupo de ratas macho a una pancreatectomía subtotal (95 %), con el objeto de analizar las variaciones del metabolismo oxidativo de la glándula tiroides en diversos periodos postoperatorios. Los animales fueron sacrificados a los 4-5, 7-9, 12-14, 16-17, 19-20 y 21-22 meses después de la pancreatectomía, midiéndose glucemia, pH y proteínas totales en sangre. Los valores de glucemias son superiores a los correspondientes a los controles, con diferencias estadísticamente significativas, mientras que los de pH y proteínas en sangre son inferiores significativamente.

La actividad oxidativa medida por el QO_2 de la glándula tiroides de los animales patrón disminuye con el tiempo, mientras que en los pancreoprivos aumenta, existiendo entre ellos diferencias estadísticamente significativas.

A la vista de los resultados obtenidos, se discute la influencia de la pancreatectomía sobre el metabolismo oxidativo de la glándula tiroides.

ABSTRACT

A subtotal pancreatectomy (95 %) was done in a group of male rats in order to study the oxidative metabolism variations in the thyroid gland through different postoperative periods. The animals were sacrificed at 4-5, 7-9, 12-14, 16-17, 19-20, 21-22 months after that pancreatectomy were realized; blood sugar, pH, total proteins in blood were also measured. The blood sugar values in pancreatectomized animals are higher than controls one, showing statistically significant differences, while that pH, total protein in blood are significantly lower.

The thyroid gland oxidative activity of the controls, measured by O_2 uptake, decrease with time, while that in pancreatectomized animals increase, having statistically significant differences between themselves.

From the obtained results, the influence of the pancreatectomy on the thyroid gland oxidative metabolism is discussed.

INTRODUCCION

En 1948, SOULAIRAC y DESCLAUX (1) observan, en ratas diabéticas por aloxano, una involución de la glándula tiroides. Años más tarde, LASUNCIÓN y HERRERA (2) encuentran que la captación de I^{131} por el tiroides es significativamente menor en ratas diabéticas por estreptozotocina que en los animales control; que la distribución de iodoaminoácidos radiactivos en el tiroides se hallaba alterada, con una menor proporción de las hormonas tiroideas Triyodotironina (T3) y Tiroxina (T4); y que, en la rata, la hipoglucemia insulínica es seguida por un significativo aumento de T4 en suero. Esto parece indicar que la síntesis y liberación de las hormonas tiroideas disminuye en la diabetes (3 y 4).

ZANINOVICH y cols. (5) encuentran, en ratas diabéticas tratadas con estreptozotocina, alterada la proporción extratiroidea de T4. Una baja función tiroidea está acompañada por un decrecimiento en la utilización de T4 por los tejidos. En los trabajos de estos autores, la degradación de T4 en ratas diabéticas fue normal, siendo posible conseguir bajos niveles de T4 en suero, incrementando su utilización sin aumentar la secreción de hormona.

Se han planteado numerosas interrogantes sobre la cuestión de si la diabetes repercute sobre la glándula tiroides en el sentido de una hiperfunción potencial.

LINQUETTE y cols. (6) exploran la función tiroidea en 50 diabéticos, encontrando algunas anomalías en un sentido u otro. En el plano histológico, MALINS (7) indica que las glándulas tiroides de los diabéticos no presentan anomalías notables, mientras que DEROT (8) encuentra frecuentemente en los diabéticos lesiones tiroideas de hiperplasia epitelial; las vesículas reducen su tamaño, llegando a ser muy pequeñas y agrupándose en montones. Tienen las características clásicas de una hiperactividad secretora, pero existe también una tendencia a la esclerosis intersticial, que se acusa con el tiempo.

Es preciso señalar los trabajos de ROMANI y BLUM (9) en 1954 y de SENDRAIL y BLUM (10) en 1961, que ponen de manifiesto que —mucho más que la diabetes— es la hiperglucemia, por el mecanismo de shock insulínico, la que es susceptible de provocar una reacción hipofiso-hipertiroidea.

MATERIAL Y METODOS

Se han empleado 200 ratas macho de la cepa Wister de nuestro Departamento, alimentadas «ad libitum» con la dieta standard del animalario, y con libre acceso al agua de bebida. Asimismo, estaban controladas las condiciones de luz (12 D, 12 L), temperatura (23°C) y humedad absoluta. A un grupo de animales de pesos comprendidos entre 80 y 100 g se les practicó, bajo anestesia etérea, una pancreatectomía subtotal (95 %) según la técnica de FOGLIA (11). A estos animales, al igual que a sus patrones, se les sometió a un control mensual de peso y glucemia en ayunas (método de la glucosa-oxidasa) hasta el momento de su

sacrificio, realizado éste por decapitación en diversos períodos postoperatorios de 4-5, 7-9, 12-14, 16-17, 19-20 y 21-22 meses, con el fin de observar la evolución, en la diabetes por pancreatectomía, de diversos parámetros: Glucemia, pH y proteínas totales en sangre (método de Biuret). Asimismo, y con el objeto de detectar las posibles alteraciones metabólicas producidas en la glándula tiroides, se determinó, su consumo de O_2 de acuerdo con el método manométrico de Warburg (UMBREIT y cols. (12)).

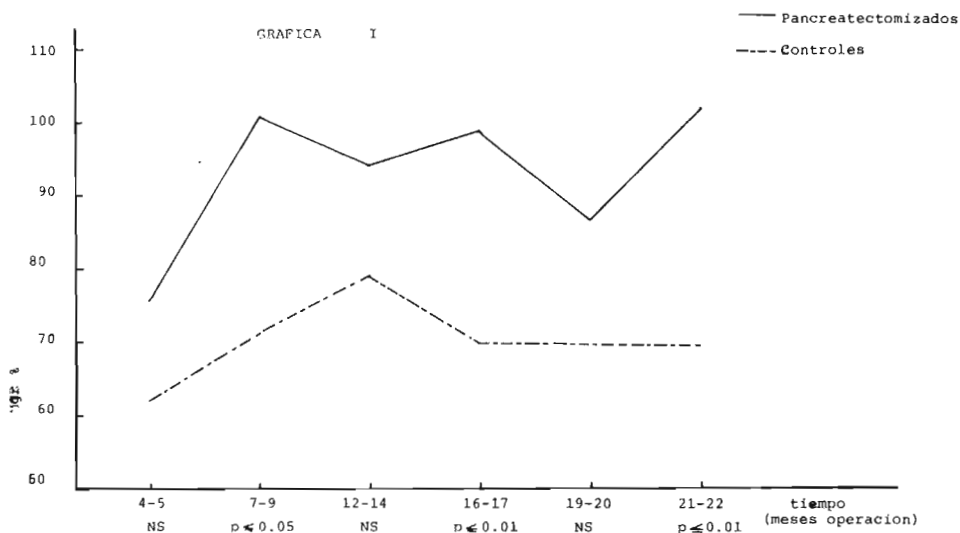
El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante el test «t» de Student (FISHER y YATES (13)).

RESULTADOS

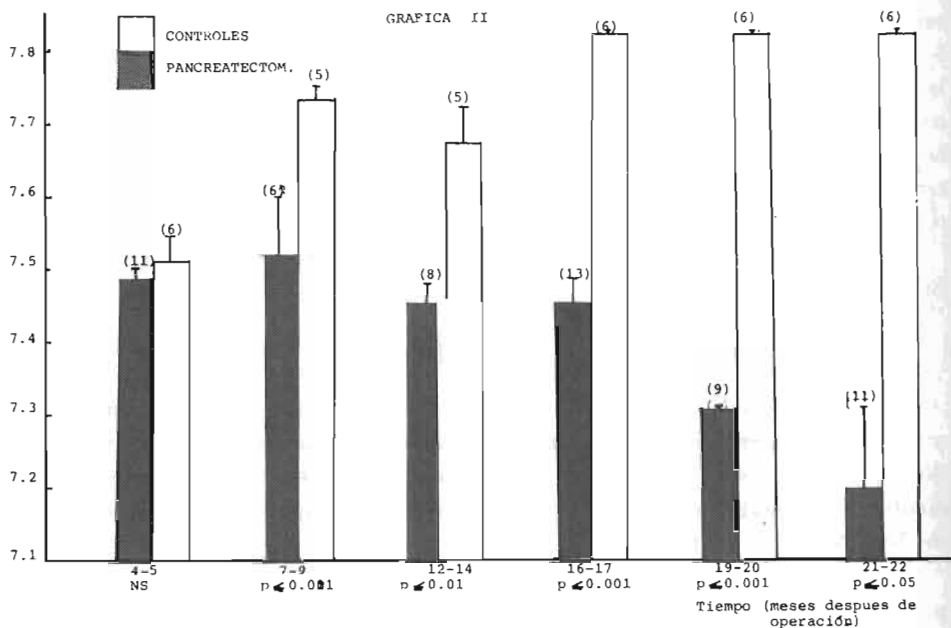
En la gráfica I se muestran los valores de la glucemia en ayunas en el momento del sacrificio de las ratas pancreatectomizadas y controles, observándose que, en estas últimas, permanecen dichos valores inferiores a los correspondientes a las operadas, manteniéndose las diferencias significativas en los grupos de 7-9, 16-17 y 21-22 meses.

La gráfica II recoge los valores de pH en sangre, para distintos períodos postoperatorios, de animales pancreatectomizados y sus patrones, poniéndose de manifiesto que, en los primeros, los valores de pH en sangre son más bajos, con diferencias estadísticamente significativas, excepto en el grupo primero (4-5 meses).

En la gráfica III se presentan los valores de las proteínas totales en sangre para distintos períodos de sacrificio de animales operados y controles, siendo las



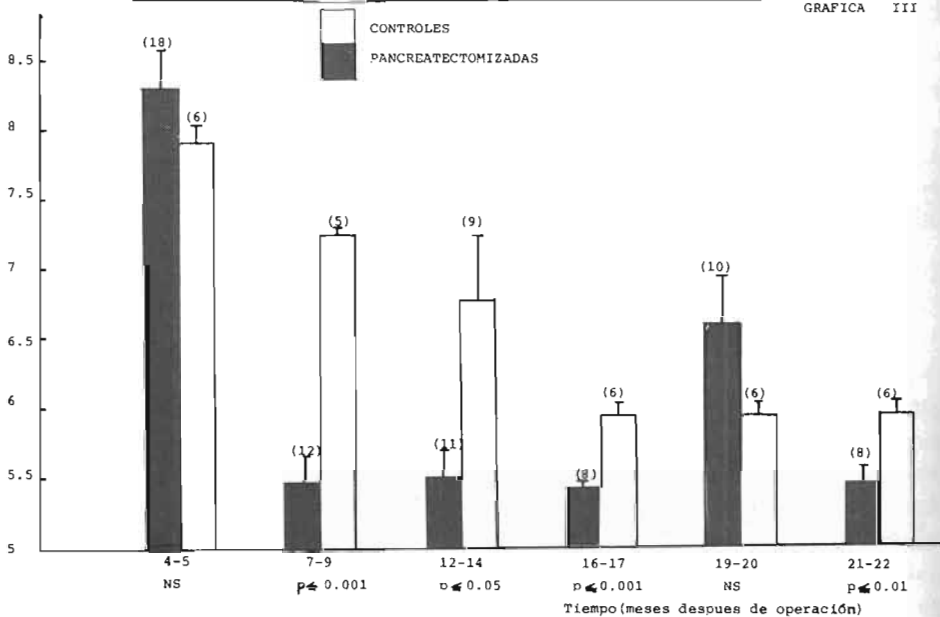
VALORES DE GLUCEMIAS EN RATAS PANCREATECTOMIZADAS Y CONTROLES



VALORES DE PH EN SANGRE EN RATAS PANCREATECTOMIZADAS Y CONTROLES

PROTEINAS TOTALES EN SANGRE EN ANIMALES PANCREATECTOMIZADOS Y CONTROLES

GRAFICA III



diferencias significativas en los períodos en los que los animales pancreatectomizados dan valores inferiores a sus respectivos controles (7-9, 12-14, 16-17 y 21-22 meses).

La Tabla expresa el metabolismo oxidativo mediante el QO_2 de la glándula tiroides en ratas pancreatectomizadas y sus patrones en los distintos períodos postoperatorios. Se observa que en el primer grupo (4-5 meses), el QO_2 es significativamente inferior en los animales operados, mientras que se hace superior a partir del doceavo mes.

Metabolismo oxidativo de glándulas tiroides en ratas macho pancreatectomizadas y controles

Tiempo (meses)	QO_2 : ul O_2 /mgr. tejido/hora			
	Controles	Pancreatectomizados	«t»	P
4-5	*0,8641 ± 0,1405 (6)	0,5340 ± 0,0475 (11)	2,797	0,05
7-9	0,5890 ± 0,0438 (5)	0,5731 ± 0,02831 (9)	0,364	N.S.
12-14	0,5065 ± 0,0631 (10)	0,5459 ± 0,0396 (13)	0,557	N.S.
16-17	0,3814 ± 0,0309 (5)	0,5437 ± 0,0418 (9)	2,571	0,05
19-20	0,3814 ± 0,0309 (5)	0,7813 ± 0,0885 (11)	2,955	0,01
21-22	0,3814 ± 0,0309 (5)	0,8338 ± 0,0835 (9)	3,831	0,001

* Valores medios ± Error Standar. Entre paréntesis figura el número de datos.
N.S. = Estadísticamente no significativo.

DISCUSION

Los animales pancreatectomizados tienen una glucemia más elevada que los controles (véase gráfica I), lo cual pone de manifiesto que la pancreatectomía induce en ellos una hiperglucemia que transcurre hasta los 22 meses, con subidas y descensos, alcanzándose el valor más elevado en los últimos meses (11, 14). Asimismo, los valores de pH en sangre de animales pancreatectomizados (gráfica II), son inferiores en todos los grupos a los de los controles, con diferencias estadísticamente significativas, alcanzándose el valor más bajo de pH en el último mes, lo cual podría indicar la existencia de una acidosis.

En cuanto al valor de las proteínas totales en sangre (véase gráfica III), en los grupos en los que aparecen diferencias significativas estadísticamente, aquél es inferior en los animales pancreoprivos que en los controles, llegando al valor mínimo en los últimos meses. Esta disminución puede ser ocasionada por un aumento en la gluconeogénesis (15, 16).

Todo esto podría indicar que la pancreatectomía ha ocasionado un estado diabético que se refleja por la hiperglucemia, los valores bajos de pH en sangre que muestra acidosis, y los valores bajos de proteínas totales que indicarían el balance nitrogenado negativo de este estado diabético.

Al estudiar el metabolismo oxidativo de la glándula tiroides mediante el QO_2 puede verse que, en los animales controles, éste disminuye a medida que

aumenta la edad, lo cual podría explicarse por una disminución en la actividad tiroidea desde los primeros meses de vida hasta la madurez.

En los animales pancreatectomizados se observa, en los primeros estadios, un menor QO_2 respecto a sus controles, estando de acuerdo con la atrofia tiroidea encontrada por BENNET y KONEFF (17) en ratas diabéticas por alloxano, así como con lo expuesto por LASUNCIÓN (2) y ZANINOVICH (5) en ratas diabéticas por streptozotocina.

A partir del mes 16 después de la operación se produce un incremento significativo del QO_2 del tiroides, alcanzando el valor máximo en el mes 22. Esto podría indicarnos una hiperactividad tiroidea de acuerdo con los trabajos de ROMANI y BLUM (9), SENDRAIL y BLUM (10), así como la relación entre diabetes e hipertiroidismo encontrada por HOUSSAY (18) y JOSLIN (19).

Así pues, en los animales diabéticos por pancreatectomía hemos observado primeramente una hipofunción tiroidea seguida de una hiperfunción máxima en los últimos meses, que coincide con el valor más alto de glucemia y los menores de pH y proteínas en sangre.

BIBLIOGRAFIA

- (1) SOULAIRAC, A. et DESCLAUX, P. (1948).—Modifications endocriniennes au cours du diabète alloxanique du rat Ann. D'Endocrinologie, t. 9, n.º 4, 33-342.
- (2) LASUNCIÓN, M. A. y HERRERA, E. (1976).—Algunos aspectos del metabolismo tiroideo en la diabetes experimental en la rata. 1.º Congr. FESBE, Madrid. Octubre.
- (3) FELTS, J. H., MESCHAN, I. and ODDIE, H. (1959).—Assay of thyroid function in diabetes mellitus J. Clin. Endocr. Met., **19**: 330-338.
- (4) ROSE, H. G. (1962).—Abnormal kinetics of thyroxine metabolism in diabetic patients Diabetes, **11**: 192-200.
- (5) ZANINOVICH, A. A., BROWN, T. J., BOADO, R., BROMAGE, N. G. and MATTY, A. (1977).—Thyroxine metabolism in diabetic rats. Acta Endocrinológica, **86**: 336-343.
- (6) LINQUETTE, M., FOSSATI, P., MAY, J. P. et FOURLANNIE, J. C. (1966).—Explorations thyroïdiennes chez les diabetiques. Ann. Endocr., **27**: 719-820.
- (7) MALINS, J. (1968).—Clinical diabetes mellitus. IV vol., 502, Eyre and Spothiswood Ed., London.
- (8) DEROT, M. (1966).—Diabète et maladies de la nutrition. IV vol., Rev. Ann. Flammarion Edit., Paris.
- (9) ROMANI, J. D. et BLUM, C. L. (1954).—L'activation thyroïdienne consecutive a l'agression insulínique chez le rat. C. R. Soc. Biol., Paris, **148**: 385.
- (10) SENDRAIL, M. et BLUM, C. L. (1965).—L'insuline, hormone de stimulation thyroïdienne; données experimentales Sem. Hop., Paris, **36**: 2.045.
- (11) FOGLIA, V. G. (1944).—Características de la diabetes en la rata. Rev. Soc. Argen. Biol., **20**: 21-37.
- (12) UMBREIT, N. M., BURRISH, R. H. and STAUFFER, J. F.—Manometric Techniques. Ed. Burges, Minneapolis, Minn., USA.
- (13) FISHER, R. A., YATES, F.—Statistical tables for Biological, Agricultural and Medical Research Hafner Ed., New York.
- (14) HOUSSAY, B. A. (1959).—Comparative physiology of the endocrine páncreas. Comparative Endocr. Ed. A. Gorman; J. Wiley and sons, New York.
- (15) MCMILLAN, D. E. (1976).—Plasma protein changes, blood viscosity and diabetic microangiopathy. Diabetes, **25**: 858-864.
- (16) MCMILLAN, D. E. (1973).—Serum viscosity and protein changes in early diabetes. J. Clin. Invest., **52**: 55a.
- (17) BENNET, I., KONEFF, A. (1964).—Anat. Rec., **96**: 115-145.
- (18) HOUSSAY, B. A. (1948).—Action of thyroid on diabetes. Recent. Progr. Hormone. Res., **2**: 227-283.
- (19) JOSLIN, E. P. and LAHEY, F. H. (1928).—Diabetes and Hiperthyroidism. Am. J. Med. Soc., **176**: 1.

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA

(Director: Prof. Dr. Emilio ANADÓN FRUTOS)

ZOOLOGÍA

El Departamento de Zoología fue creado por O. M. de 28-V-1966 y comenzó a funcionar provisionalmente en el Decanato de la Facultad de Ciencias en el curso 1967-68, impartándose las asignaturas de Zoología para Geólogos, Biología General y el Curso Monográfico del Doctorado **Anatomía y Fisiología Comparada del Sistema Nervioso**.

A partir de noviembre de 1968 ocupó la 3.^a planta del edificio de Biológicas-Geológicas y se impartieron desde el primer momento clases teóricas y prácticas de **Zoología I** y de **Citología e Histología**, aun cuando hasta el año 70 no se dispuso de un material aceptable (20 microscopios y 20 lupas binoculares, microtomos y microscopios de investigación, etc.). Se impartieron sucesivamente **Zoología II** y **Ampliación de Zoología**; Citología e Histología y Genética estuvieron a cargo del Dr. E. ANADÓN hasta la incorporación de sus titulares doctores ABADÍA y RUBIO. Con la llegada de nuevos profesores (Isabel MORENO, Miguel MOREY) se explicaron las asignaturas de **Planctología**, **Embriología** y **Ecología**. Actualmente se da **Zoología General** (3.^o), **Zoología (Invertebrados no insectos)** (4.^o), **Insectos y Cordados**, **Embriología** y **Biología Marina** (5.^o).

La dotación actual de Zoología es de una Cátedra, una Agregación de Cordados (vacante por el acceso de su titular, doctor PURROY, a la Cátedra de León) y dos Adjuntías de las que son titulares las doctoras Isabel MORENO CASTILLO y Nuria ANADÓN ALVAREZ. Otros profesores del Departamento ocuparon u ocupan Encargos o Adjuntías de Biología General: Doctores Ana QUERO, Juan Luis MARTÍNEZ ALVAREZ, Carmen FERNÁNDEZ BERNALDO DE QUIRÓS y Guadalupe GONZÁLEZ BASCHWITZ. También son Adjuntos interinos los Dres. Jesús A. ORTEA y Ricardo ANADÓN y trabajaron, en los primeros años de la sección doña M.^a Teresa IGLESIAS y don Fernando ROBLES (profesor de Etología).

Las líneas de investigación del Departamento son fundamentalmente tres: *Estructura y Ultraestructura de Invertebrados*, *Faunística asturiana* (o del NW de la Península) y *Biología Marina*.

Las tesis realizadas pueden ilustrar los temas concretos en cuanto a la primera línea:

Nuria ANADÓN ALVAREZ.—«Aportaciones a la estructura y ultraestructura de Heteronemertinos». Diciembre, 1973. Sobresaliente «cum laude». Premio Extraordinario.

Guadalupe GONZÁLEZ BASCHWITZ.—«Aportaciones a la estructura y ultraestructura de *Araneus diadematus* Clerck». Octubre, 1975. Sobresaliente «cum laude».

Juan Luis MARTÍNEZ ALVAREZ.—«Histología y ultraestructura de los podios de *Ophiothrix fragilis*». Octubre, 1975. Sobresaliente «cum laude».

Ana QUERO MARTÍNEZ.—«Estudio del ectodermo y mesoglea del tentáculo de *Actinia equina* L.». Diciembre, 1978. Sobresaliente «cum laude».

M.^a Araceli ANADÓN ALVAREZ.—«Estructura fina del ojo naupliar adulto y órgano frontal ventral de *Artemia salina* Leach (Crustacea: Anostraca)». Lectura prevista: junio, 1979).

En Faunística se trabaja sobre todo en Protozoos (Tecamebídeos y Foraminíferos), Moluscos, Insectos de varios grupos, Peces, Anfibios, Reptiles y Mamíferos. En Biología Marina se estudia el plancton de la costa asturiana, las comunidades litorales o la biología de especies concretas como la bacaladilla. Para ello se cuenta con alguna colaboración, siendo de destacar la de la Escuela Náutico-Pesquera de Gijón. El Laboratorio Costero de Santander, del Instituto Español de Oceanografía, coordina programas como el ICCAT (para el cual se vienen recogiendo datos durante el verano sobre la anchoa y bonito que llegan a nuestros puertos) y con él se realizaron campañas como las ITXASO I y II (abril-74 y julio-76) para el estudio de huevos y larvas de peces.

También se han hecho tesis o trabajos en otras líneas de investigación tales como tamaño de los animales, efectos de los plaguicidas en los peces, estudios de diferencias específicas e intraespecíficas, dietas alimenticias a partir de estudios de contenidos gastrointestinales, etc. La lista de Tesis y Tesinas que sigue y la de publicaciones del Apéndice son reflejo de estas otras investigaciones:

Carmen FERNÁNDEZ BERNALDO DE QUIRÓS.—«Estudio toxicológico experimental en peces de los anticoagulantes cumarínicos». Octubre, 1974. Sobresaliente «cum laude».

Jesús Angel ORTEA RATO.—«Moluscos marinos gasterópodos y bivalvos del litoral asturiano entre Ribadesella y Ribadeo con especial atención a la Subclase de los Opisthobranchios». Enero, 1977. Sobresaliente «cum laude». Premio de la Excm. Diputación para Tesis de temas asturianos.

Ricardo ANADÓN ALVAREZ.—«Estudio ecológico de la playa de La Foz, Ría de Vigo, España, durante los años 1973-1975». Junio, 1977. Sobresaliente «cum laude» (Univ. Complutense).

Florentina ALVAREZ MARQUÉS.—«Contribución al conocimiento de los Copépodos planctónicos del Cantábrico asturiano». (De próxima lectura).

Marisa VILLEGAS CUADROS.—«Aportaciones al conocimiento del ictioplancton del Cantábrico con especial referencia a la zona costera asturiana». (Lectura prevista: abril, 1979).

Tesinas:

F. J. OCHARAN.—«Sobre los nefridios de *Phascolosoma granulatum*».

J. L. MARTÍNEZ.—Anatomía e Histología de *Phascolosoma granulatum*».

Luz M.^a MONES.—«Estudio comparado de la musculatura de los apéndices de Anfípodos *Talitrus saltator* (Mont.) y *Gammarus marinus* Leach.».

C. LASTRA.—«La Colección de Arácnidos "P. Franganillo". Reconstrucción del Catálogo y Comentarios».

J. A. ORTEA.—«Opisthobranchios».

C. ORTEGA.—«Estudio ecológico del zooplancton de tres charcas temporales de agua dulce en Colloto (Oviedo)».

C. MASIP.—«El aparato digestivo del 5.º estadio ninfal e imago de *Oncopeltus fasciatus* Dall. (Heterópteros: Lygaidae)».

M. M. DE LA HOZ.—«Aportaciones al conocimiento de la fauna ictiológica de Asturias: Régimen alimentario de *Scyliorhinus canicula* L.».

F. CAMPOS.—«Primera aproximación al conocimiento del régimen alimenticio de la Lechuza común (*Tyto alba*) en la zona centro-oeste española.».

M.^a S. GÓMEZ.—«Introducción al estudio de los Tecamébidos en Asturias.».

J. A. PÉREZ.—«Contribución al estudio de la fauna lepidopterológica asturiana (Geometridae y Arctidae)».

M. L. PÉREZ.—«Descripción de doce especies de peces del Canal de Mozambique.».

J. C. DEL CAMPO.—«Datos sobre la dieta de los Carnívoros de Asturias.».

C. RODRÍGUEZ.—«Estudio de las variaciones estacionales de las poblaciones de Rotíferos, Cladóceros y Copépodos en las charcas de Latores (Oviedo)». (Univ. Complutense).

Las tesinas en realización en el Dept.^o completan una panorámica de lo que aquí se hace:

C. G. CAMPORRO.—«Los escarabidos coprófagos de un pastizal de montaña en Asturias.».

G. GONZÁLEZ.—«Estudio ecológico del horizonte de *Pelvetia canaliculata*. Dinámica de *Hyale nilssonii*».

C. NORES.—La subfamilia *Soricinae* (Mam., Insectivora) de la región iberoatlántica.

F. ARIAS.—«Foraminíferos asturianos.».

C. F. OVIES.—«Primeros estudios del desarrollo embrionario en Opisthobranchios.».

E. FLAMARIQUE.—«Algunos Cerambícidos de la Fauna Asturiana y de España.».

A. GUTIÉRREZ.—«Sobre el aparato excretor de *Helicella itala* (L.)».

M.^a A. ARANDA.—«Algunos Himenópteros españoles. Estudio biométrico de *Vesta germánica*».

J. GONZÁLEZ.—«Aportaciones al conocimiento de la Fauna astur: Notas sobre algunos Cureuliónidos (Insecta. Coleoptera)».

Concluiremos señalando algunos de los cursillos realizados por miembros del Departamento en relación con su especialidad, tales como «Iniciación al estudio del Ictioplancton», «Dinámica de Poblaciones de Peces», «Plancton Marino» (Villefranche sur Mer), «Biología Marina» (Est. Biológica Luc sur Mer), «Initation à la Determination des Araignéés» (Avignon), «Marine Biology (Ecology)» (University of Liverpool), la participación en proyectos como los citados del I.E.O., del Centro de Migración de Aves o el Atlas Ornitogeográfico, de la S.E.O., la colaboración en otros como Museos, etc., así como las mesas redondas, entrevistas y conferencias en que se ha intervenido.

Es de destacar que varias tesis doctorales de las realizadas se beneficiaron de becas de investigación y tres de los proyectos de estudios marinos que están actualmente en curso obtuvieron becas de la Fundación Juan March: dos individuales (Comunidades del litoral rocoso asturiano, de R. Anadón; Moluscos marinos de las costas asturianas y de regiones vecinas, de J. A. Ortea) y una del equipo dirigido por I. Moreno: Estudio del Zooplancton de la costa cantábrica.

ESTUDIOS SOBRE LOS EFECTOS DEL AISLAMIENTO EN POBLACIONES DE GASTEROPODOS TERRESTRES ASTURIANOS

II. ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS INTRAESPECIFICAS

Por
EMILIO ANADON

y
NURIA ANADON

Departamento de Zoología y Ecología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Con este segundo trabajo finalizamos nuestro estudio sobre aislamiento de dos poblaciones de Gasterópodos terrestres asturianos, de dos localidades prácticamente uniformes en sus aspectos geológico, botánico y climático, separadas por una barrera efectiva, al menos durante los últimos 10.000 años; analizamos las diferencias morfológicas y de bandeo entre las poblaciones de la misma especie de ambas localidades.

Encontramos diferencias altamente significativas en *Cochlostoma (Anotus) berilloni*, *Helicella itala* y *Cepaea nemoralis*; casi seguridad de que existen diferencias en *Euomphalia (Mengoana) brigantina* y en *Pomatias elegans*; no las encontramos en *Helix (Cryptomphalus) aspersa*.

Se discuten los resultados y las posibles causas de las diferencias y se concluye que, en este caso, no pueden ser atribuidas a selección ni ambiental ni por predación si no posiblemente al «effet du fondateur» combinado con el desarrollo histórico del poblamiento, la mutación espontánea, las crisis demográficas y la deriva génica.

No encontramos ninguna explicación para el extremado polimorfismo intrapoblacional en el bandeo de *Helicella itala* pues no puede ser atribuido a «heterogeneidad ambiental» ni a selección sencilla.

SUMMARY

With this second paper we finish our study comparing two neighbouring populations of terrestrial Gastropods of two localities of Asturias (Spain), practically uniform in their geological, botanic and climatic aspects separated by an effective barrier for, at least, the last 10.000 years; we analyze the populations differences in morphology and banding for each specie.

We find significant differences in *Cochlostoma (Anotus) berilloni*, *Helicella itala* and *Cepaea nemoralis* and nearly sure differences in *Euomphalia (Mengoana) brigantina* and *Pomatias elegans*; we do not find differences in *Helix (Cryptomphalus) aspersa* populations.

Results and causes of the differences are discussed and we conclude they cannot be due to ambiental selection or caused by predation, but posibly to the «effet du fondateur» combined with the historic development of the populations, spontaneous mutation, demographic crisis and genetic drift.

We find no explanation for the extreme intrapoblational polymorphism in the banding of *Helicella itala*; it cannot be due to «ambiental heterogeneity», neither to simple selection.

INTRODUCCION

Prosiguiendo este estudio, y tras un análisis en el primer trabajo (B.I.D.E.A. Supl. Cien., n.º 23) de las diferencias en la composición específica de las dos poblaciones mixtas comparadas, pasamos a estudiar las posibles diferencias intraespecíficas.

Recordemos que ambas localidades, Gato y Roces, tienen prácticamente las mismas características geológicas, geográficas, edáficas, climáticas, altimétricas, antropológicas, florísticas e incluso faunísticas, estando muy próximas aunque separadas por un accidente importante, el río Caudal y su garganta, que las ha debido mantener prácticamente aisladas desde hace por lo menos 10.000 años.

Todo ello elimina prácticamente las influencias ecológicas de diversos tipos que han sido invocadas para explicar las diferencias características de las poblaciones de Gasterópodos terrestres. Y si existen estas diferencias, sólo pueden atribuirse a los efectos del fundador («effet du fondateur») (LAMOTTE 1966), de deriva génica (WRICHTH 1931) o efectos similares.

Sabido es que en estos Gasterópodos existe un gran polimorfismo específico cuya explicación no está clara todavía. Cabría esperar, como así ha ocurrido, que las diferencias entre ambas poblaciones se manifestasen en distintos grados o tipos de polimorfismo o policromatismo, lo que exige un análisis estadístico detallado de las diferencias y sus distribuciones. Dado que el número de individuos es limitado en las muestras, no nos ha sido posible estudiar éstas más que cuando dicho número era suficiente en ambas para obtener un parámetro de confianza.

Esta razón hace que sólo hayamos estudiado las siguientes especies:

Cochlostoma (Anotus) berilloni (Fagott 1880).

Pomatias elegans (Müller 1880).

Helicella itala (De Saulcy 1852).

Euomphalia (Mengoana) brigantina (Da Silva Mengo 1867).

Helix (Cryptomphalus) aspersa Müller 1774.

Cepaea nemoralis (Linneo 1758).

En las más numerosas y con policromatismo y polimorfismo evidentes, se han estudiado mayor número de parámetros. Destaquemos *Helicella itala* con más de veinte.

La metodología estadística seguida no ha sido uniforme en todos los casos. En aquellos con escaso número de ejemplares en una o en ambas poblaciones, nos ha parecido suficiente utilizar fórmulas o cálculos simplificados empleando tablas que nos den una seguridad estadística adecuada, pero sin una precisión extrema, dado que pueden existir errores de muestreo por los que la distribución no se ajuste a los tipos clásicos a los cuales se aplican los cálculos. Cuando las muestras tienen gran número de ejemplares, aplicamos fórmulas o procedimien-

tos más precisos. En el Cuadro II incluimos las fórmulas y variables utilizadas, a los que nos referimos en el texto.

Cochlostoma (Anotus) berilloni (Fagot, 1880)

Esta especie ha resultado bastante abundante en las grietas de las rocas, sobre todo en Rocés, y en ella no hemos analizado más que las dimensiones, pues no aparecen diferencias claras en otros caracteres.

Las dimensiones medias de la altura y diámetro mayor así como las extremas las exponemos en el cuadro, en el que hacemos notar entre paréntesis los datos correspondientes a un pequeño número de individuos (5) de la muestra 8 de Rocés, de muy pequeño tamaño, probablemente inmaduros.

	Altura			Diámetro			n
	máx.	med.	mín.	máx.	med.	mín.	
Gato	10	9,00	8,0	4,5	4,03	3,3	31
Roces	13	9,92	8,0 (3,8)	5,9	4,63	3,8 (2,6)	210 (5)

Como se puede observar en el cuadro anterior, los ejemplares de Rocés son más altos y de mayor diámetro que los de Gato, que resultan proporcionalmente más alargados.

Sumando y restando a las medias el doble del error típico de la media [01], para obtener el intervalo de confianza de 95,45 %, se llega a los valores siguientes:

	Altura			Diámetro		
	\bar{x}	\pm	lím.	\bar{y}	\pm	lím.
Gato	$\bar{x}_G =$	9,08 \pm 0,22	lím. 8,46 lím. 9,30	$\bar{y}_G =$	4,03 \pm 0,12	lím. 3,71 lím. 4,15
Roces	$\bar{x}_R =$	9,92 \pm 0,17	lím. 9,75 lím. 10,10	$\bar{y}_R =$	4,63 \pm 0,07	lím. 4,56 lím. 4,70

Estadísticamente podemos establecer como cierto, con más del 95,45 % de probabilidad, que las dimensiones de la población adulta de Rocés son mayores que las de Gato. Esto sin tener en cuenta que en Rocés las medias de la altura y diámetro se han reducido al incluir cinco individuos inmaduros, pues sin ellos aumentaría todavía más la diferencia.

La correlación altura-diámetro es, en Gato $r_G = 0,397$ y en Rocés $r_R = 0,860$, muy diferentes.

Calculamos la significación de estas diferencias por la fórmula [02] y [03]. Su valor resulta de 16,75, superior a 2,6, valor del 99 % de significación. Por lo tanto, resulta una *diferencia altamente significativa*. No obstante, dado el que

una de las muestras, la de Gato, con 30 ejemplares, esté en los límites del número considerado como muestra «numerosa», hemos realizado las transformaciones de r en z según la expresión [04]. Los valores obtenidos $z_R = 1,292$ y $z_C = 0,421$ los comparamos con las expresiones [05] y [06].

Esto nos da un valor de 18,70, muy superior a 2,6, lo que demuestra con una seguridad mayor del 99 %, que las diferencias son ciertas. Indudablemente, los individuos de Gato tienen mucha más variabilidad de forma que los de Rocés.

Las rectas de regresión correspondientes, siendo x la altura e y el diámetro, están representadas en la Fig. 1 y son las siguientes:

<i>Gato</i>	$x = 6,46 + 0,65 y$	<i>Rocés</i>	$x = -1,12 + 2,38 y$
	$y = 2,23 + 0,20 x$		$y = 1,23 + 0,34 x$

Estudiamos finalmente la significación de los coeficientes de regresión, utilizando los coeficientes de las ecuaciones de diámetro-altura:

Los valores límite que nos dan por la fórmula [07] son los siguientes:

$B_C = 0,20 \pm 0,30$	lím. 0,10	$B_R = 0,35 \pm 0,12$	lím. 0,23
	lím. 0,50		lím. 0,47

Si bien los valores de Rocés, con una seguridad del 99 %, son distintos de los valores de Gato, el escaso n.º de ejemplares de esta estación hace que la distribución t de los coeficientes probables se solape con la de Rocés.

No obstante, calculando la probabilidad de que con el número de ejemplares de Gato, tomados al azar en una población similar a Rocés, hubiera salido un coeficiente b igual al de Gato, por la expresión [08] obtenemos un valor $t = 1,19$, que interpolado en los valores de las Tablas nos da una probabilidad del 87,4 %

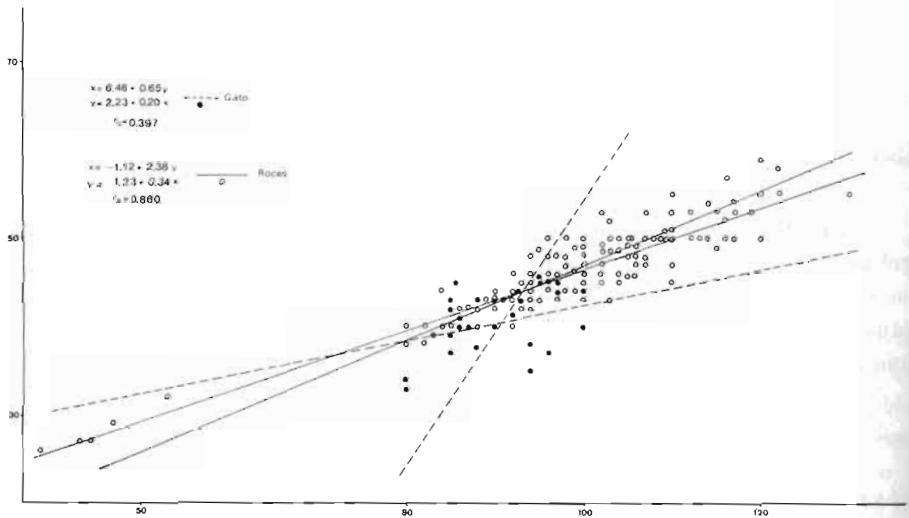


Fig. 1.—Rectas de regresión en *Cochlostoma (Anotus) berilloni*.

de que sean diferentes las poblaciones y una probabilidad del 12,6 % de que sea efecto del azar.

Podemos, pues, concluir que en *Cochlostoma (Anotus) berilloni*, las poblaciones de Gato y de Roces difieren morfológicamente en:

- *Altura* y en *Diámetro*, con probabilidades superiores al 95,45 %.

- *Correlación altura-diámetro*, o *Variabilidad dependiente*, con seguridad prácticamente absoluta.

Y, finalmente, en los coeficientes de regresión altura-diámetro, y diámetro-altura con probabilidad aproximada al 87,4 % o superior al 99 % según como se consideren los valores.

Pomatias elegans (Müller, 1880)

Los ejemplares recogidos, muchos muertos, no permiten hacer un estudio de las coloraciones de sus ápices y de las manchas, en donde los distintos autores, particularmente MOQUIN-TANDON (1855), señalan polimorfismo evidente. Efectivamente, existen diferencias en los ejemplares bien conservados, pero nos han parecido insuficientes para analizarlos estadísticamente y obtener resultados fiables.

Las dimensiones de nuestros ejemplares se encuentran dentro de las que se dan para la especie: a, 10-18 mm, d, 8-13 mm (GERMAIN, 1930):

	Altura			Diámetro			n
	máx.	med.	mín.	máx.	med.	mín.	
<i>Gato</i>	13,9	11,57	5,0	10,2	7,98	4,6	29
<i>Roces</i>	15,7	11,68	2,5	10,8	8,59	2,5	83

No existen diferencias estadísticas entre la distribución aislada de estas dimensiones, por lo que no las analizamos.

El coeficiente de correlación entre ambas dimensiones es en Gato $r_C = 0,867$ y en Roces $r_R = 0,961$. Esto indica que la forma, a pesar de la variedad de muestras, es más uniforme en Roces que en Gato (Fig. 2). No obstante, hemos hecho los cálculos para asegurarnos de que las diferencias son estadísticamente reales. El procedimiento ha sido transformar por medio de la Tabla de correspondencia de los valores de r y de z , calcular después los límites de z con una seguridad del 95 %, en función del número y transformar los límites hallados en límites de r . La expresión utilizada ha sido la [22].

<i>Gato</i>	$z = 1,32$	$1,32 \pm 2 \frac{1}{\sqrt{26}} = 1,32 \pm 0,3922$	líms 1,7122	límr 0,935
			líms 0,9278	límr 0,720
<i>Roces</i>	$z = 1,96$	$1,96 \pm 2 \frac{1}{\sqrt{81}} = 1,96 \pm 0,2222$	líms 2,182	límr 0,974
			líms 1,742	límr 0,938

Las diferencias son probables con un límite de seguridad de más del 95 %, de lo que se puede deducir una evolución diferente.

Las rectas de regresión correspondientes, siendo x la altura e y el diámetro, son las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Gato} \quad x &= -0,6981 + 1,5378 y \\ y &= 2,3392 + 0,4888 x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Roces} \quad x &= -1,577 + 1,5436 y \\ y &= 1,6479 + 0,5988 x \end{aligned}$$

Quiere ello decir que los de Rocés son de ángulo menos agudo en el vértice que los de Gato y que, además, estos últimos son más alargados relativamente.

De todos modos, y dado el corto número de ejemplares, hemos querido comprobar que las diferencias no son fruto del azar. Para ello hemos calculado el límite de seguridad con un 99 % de probabilidad de que las diferencias no sean falsas utilizando las expresiones [07], [10] y [11].

Se toman los valores correspondientes al 99 % de seguridad en las Tablas de la t de Student. Los cálculos para Gato y Rocés en la primera ecuación citada son los siguientes:

$$\text{Gato} \quad BC = 0,4888 \pm 0,1054 \quad \begin{array}{l} \text{lím. } 0,5942 \\ \text{lím. } 0,3834 \end{array}$$

$$\text{Roces} \quad BR = 0,5988 \pm 0,0527 \quad \begin{array}{l} \text{lím. } 0,6515 \\ \text{lím. } 0,5461 \end{array}$$

Como se puede ver, tanto en Gato como en Rocés los valores obtenidos quedan fuera de los límites respectivos (0,5988 y 0,4888).

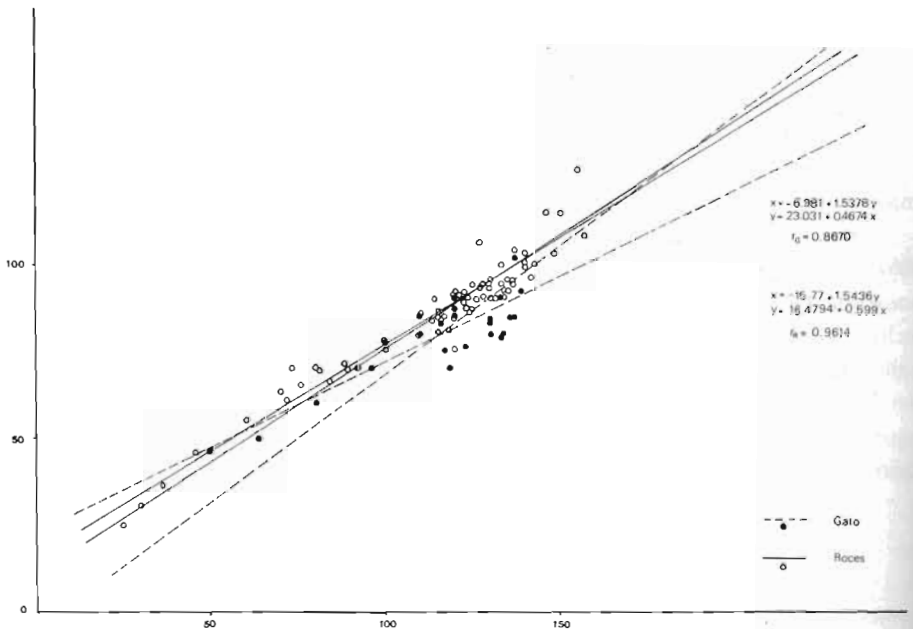


Fig. 2.—Rectas de regresión en *Pomatias elegans*.

De todo esto concluimos que hay una probabilidad muy alta de que existan diferencias, y que el aislamiento entre los dos montes de condiciones ecológicas semejantes ha llevado a una diferenciación patente de las poblaciones de *Pomatias elegans*, consecuencia indudable del polimorfismo de la especie.

Helicella itala (De Saulcy, 1852)

De esta especie se han recogido numerosos ejemplares, prácticamente el mismo n.º en las dos estaciones. Es un helícido, de ciclo vital anual, que se encontró en estado de actividad, en época de puesta y al término de su vida. El número de ejemplares es lo suficientemente elevado en ambas muestras para poder sacar conclusiones estadísticamente válidas.

	Altura			Diámetro			Diámetro/altura			n
	máx.	med.	mín.	máx.	med.	mín.	máx.	med.	mín.	
Gato	11,7	7,08	3,00	21,0	14,09	5,0	2,35	1,99	1,52	78
Roces	10,4	7,69	2,00	20,4	17,00	3,8	2,50	2,04	1,59	79
MANGA (1976)	10,2	7,66	4,89	20,0	13,78	7,5	1,96	1,78	1,61	-

En este cuadro se puede comprobar que los valores máximos y medio de la altura y diámetro son superiores a los que encuentra MANGA (1976) en la provincia de León, y también es más alto el índice medio diámetro/altura, con mayor variabilidad total, a pesar de no comprender una región tan extensa como León.

Hemos calculado la significación estadística de las diferencias con los valores medios de la altura y diámetro entre Gato y Rocés, aplicando las fórmulas [14] y [15]. La diferencia entre ambas alturas medias es $x_R - x_C = 0,599$ y $s_{x_R - x_C} = 0,238$ de donde resulta $t = 2,51$ con una probabilidad de que sean iguales de 0,0171, es decir, con un coeficiente de seguridad del 98,3 % de que existan diferencias.

En cuanto al diámetro, los cálculos dan un valor de $t = 2,87$, equivalente a 0,0065 de probabilidad de que sean iguales, es decir, 99,3 % de coeficiente de seguridad de que existan diferencias en diámetro.

En lo que respecta al índice diámetro/altura, las diferencias dan un valor de $t = 1,884$, equivalente a una probabilidad de 0,068 de que sean diferencias debidas al simple azar, con un coeficiente de seguridad de 93,2 % de que sean diferencias reales.

De todo esto podemos concluir que los tamaños medios de la altura y diámetro son mayores en Rocés que en Gato con seguridad estadística y que también los ejemplares son más aplanados, por término medio, en Rocés, con un coeficiente de seguridad del 93,2 %.

También interesa saber si las varianzas de todas estas distribuciones son

diferentes o similares. Las comprobamos por la expresión [16] y mediante interpolación en las tablas resulta un coeficiente de seguridad del 95 %, por lo que la distribución debe ser considerada como distinta, y sus diferencias no debidas al azar.

Hemos calculado las correlaciones altura-diámetro en ambas muestras. Los valores obtenidos $r_G = 0,944$ y $r_R = 0,764$, parecen indicar una mayor variabilidad en Roces. Calculamos la significación de estas diferencias por las expresiones [02] y [03]; esto nos da un valor de 76,16, que nos indica una diferencia altamente significativa en las dos poblaciones, con un coeficiente de seguridad del 99,9 %.

No obstante, dado el que el número de ejemplares de cada muestra no es muy elevado, hemos realizado las transformaciones de r en z por medio de las expresiones [04], [05] y [06]. La expresión [05] nos da un valor de 29,22 que es altamente significativo, con un coeficiente de seguridad del 99,9 %.

Las diferencias de ambas correlaciones son, pues, reales y corresponden a una mayor variabilidad relativa en Roces, que podemos quizá interpretar como resultado de una introgresión de genes, en una zona menos aislada que la de Gato.

También hemos calculado las correlaciones entre el diámetro y el índice diámetro/altura. Los valores respectivos obtenidos son bajos, en Gato $r_i = 0,540$ y en Roces $r_R = 0,528$, que comprobados en las correspondientes tablas son significativamente distintos de 0, lo que indica que el valor del índice d/a está relacionado con el diámetro y no es independiente de su variación.

En cambio, realizadas las pruebas de significación de la diferencia de ambas correlaciones, dan valores [02] = 0,977 y [05] = 1,107, no significativas, pues su coeficiente de seguridad se encuentra entre 60 y 73 %.

Igualmente hemos calculado las rectas de regresión correspondientes a las dos zonas (Fig. 3), siendo x la altura e y el diámetro:

$$\begin{array}{ll} \text{Gato} & \begin{array}{l} x = 1,011 + 0,431 y \\ y = -0,450 + 2,066 x \end{array} \\ \text{Roces} & \begin{array}{l} x = 3,376 + 0,272 y \\ y = -0,970 + 2,145 x \end{array} \end{array}$$

Los errores standard de los coeficientes b son respectivamente 0,0824 y 0,0864, para las dos ecuaciones $y-x$ de ambas zonas, obtenidos mediante las expresiones [12] y [13]. Los valores obtenidos indican que las diferencias de los mismos no son significativas (coeficientes de seguridad del 66 y del 63,7 % respectivamente).

Los errores standard de los coeficientes b de las ecuaciones $x-y$ son respectivamente 0,0049 y 0,0344, que a un 99 % de seguridad daría los intervalos de confianza siguientes:

$$\begin{array}{llll} \text{Gato} & b = 0,4319 \pm 0,0130 & \begin{array}{l} \text{lím. } 0,4332 \\ \text{lím. } 0,4306 \end{array} & \text{Roces} & b = 0,2726 \pm 0,0916 & \begin{array}{l} \text{lím. } 0,3642 \\ \text{lím. } 0,1810 \end{array} \end{array}$$

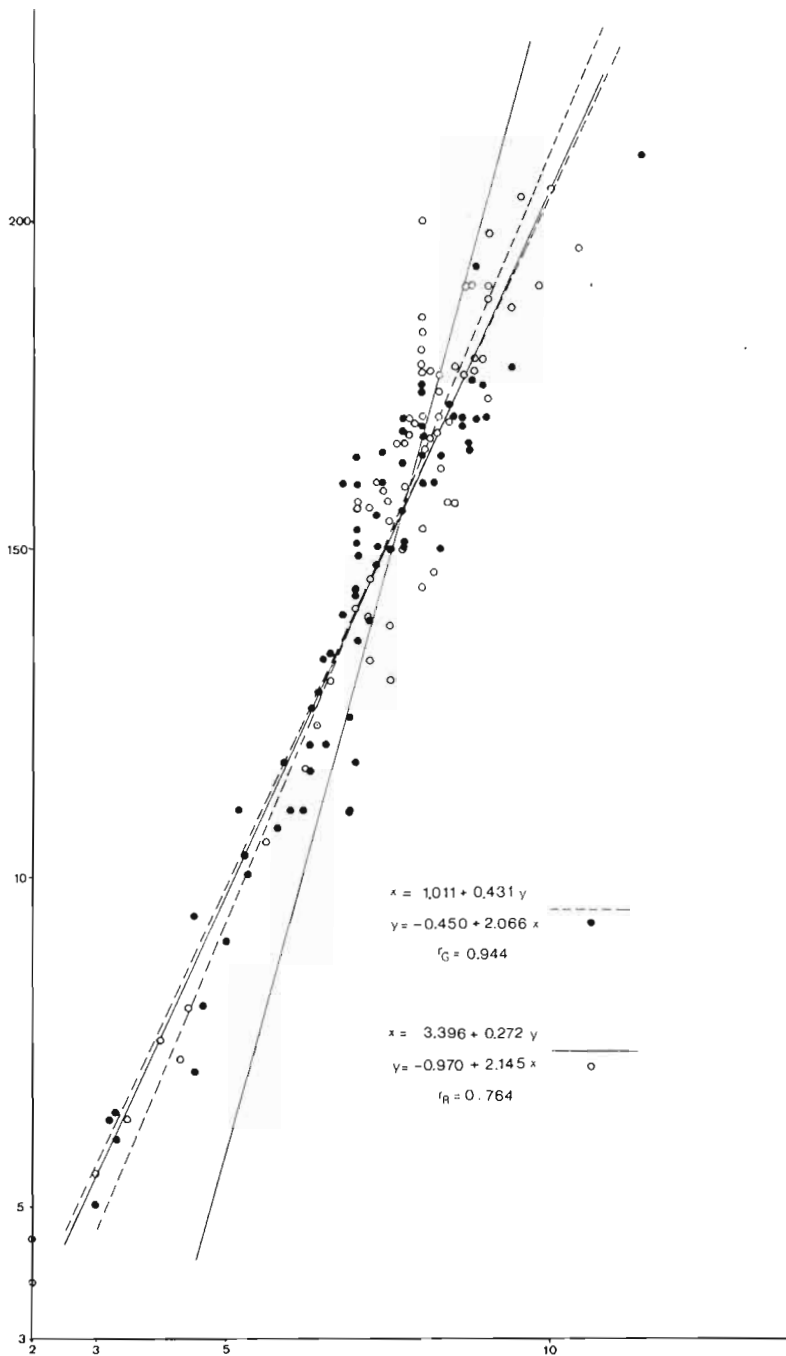


Fig. 3.—Rectas de regresión en *Helicella itala*.

Las regresiones de la altura referida al diámetro (x-y) de ambas muestras son claramente distintas.

Las diferencias de los coeficientes b_x y b_y para las muestras de Gato y Rocés expresadas por [09] son $t_G = 32,51$ y $t_R = 4,63$ con un coeficiente de seguridad del 100 % de que son significativamente distintos.

Con respecto a las regresiones índice diámetro-altura (d/a) y diámetro, diámetro-d/a las ecuaciones obtenidas, siendo $x = d/a$ e $y = \text{diámetro}$, son las siguientes:

$$\begin{array}{ll} \text{Gato} & \begin{array}{l} x = 1,618 + 0,264 y \\ y = 12,742 + 1,106 x \end{array} \\ \text{Rocés} & \begin{array}{l} x = 1,658 + 0,242 y \\ y = 14,72 + 1,148 x \end{array} \end{array}$$

Hechas las pruebas de significación de los coeficientes b , sus diferencias resultan no significativas, por lo que en este aspecto no se diferencian ambas poblaciones.

Podemos concluir de todo lo anterior, que morfológicamente existen diferencias estadísticamente confirmadas entre ambas poblaciones en lo que respecta al tamaño, forma, variabilidad de esta forma y regresiones de la altura y diámetro.

ESTUDIO DE LAS BANDAS

Helicella itala presenta además una serie de bandas (Fig. 4) que sufren fusiones, desapariciones, adelgazamientos e interrupciones que no han sido analizadas, que sepamos, con anterioridad. Podemos admitir un máximo de 9 bandas, una de ellas, la 9ª, apenas esbozada en un caso. Hemos realizado el estudio correspondiente y comprobado su enorme variabilidad. En los 158 ejemplares de ambas poblaciones se han observado 126 formas distintas.

Esta enorme variabilidad parece corresponder a un modelo genético más próximo al que condiciona las huellas dermopapilares o dermatoglifos del hombre que al del bandeado de *Cepaea nemoralis*. En esta especie existen tipos de bandeado claramente predominantes, si bien otros muy escasos. En *Helicella itala* no existe ninguno predominante; esto quizá indique un poligenismo notable, en lugar del reducido número de genes que intervienen en *C. nemoralis* lo que tiene interés por las consecuencias evolutivas del modelo.

Las bandas de *Helicella itala* las podemos describir sumariamente del siguiente modo: la más gruesa que denominamos 1, tiene posición sutural superior en las vueltas internas, y queda siempre visible en todas. Es una banda muy constante pues no falta nunca en las muestras estudiadas. No obstante, la posición con respecto al borde superior del peristoma varía, como se puede observar en los esquemas de modelos de bandas (Fig. 4). Esta posición relativa coincide al parecer con la forma más o menos aplanada de la concha.

Las siguientes bandas 2, 3, 4 y 5 suelen tener posición fundamentalmente lateral. Su grosor, cuando están aisladas, tiende a disminuir de la 2.ª a la 5.ª. No

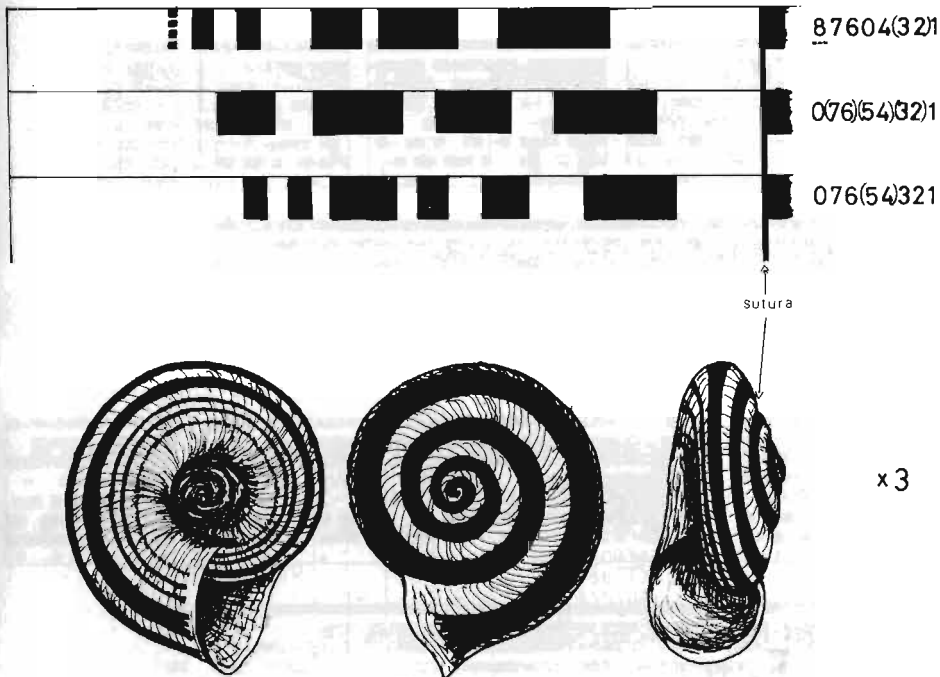


Fig. 4.—Representación de tres tipos de bandeado en *Helicella itala* y tres aspectos de un ejemplar del primer tipo.

obstante, cuando se sueldan dos de ellas no se observa esta seriación. Finalmente las bandas 6, 7 y 8, más finas en general, se encuentran en la parte basal de la espira.

Generalmente, no sólo es variable la anchura de las bandas o su número —por soldadura de 2, 3, 4 ó 6 de ellas para formar una más ancha— o incluso su presencia, sino que es relativamente variable la posición de las mismas, como se observa en la Fig. 4.

Con esta disposición la parte superior de la concha tiene un aspecto bastante uniforme, pues sólo se observa la espiral de la línea más ancha (la primera). Este detalle quizá tenga importancia porque elimina la posibilidad de selección visual de aves que puedan comerlos.

La variabilidad y polimorfismo de las bandas resultan así extraordinarios. De los 158 ejemplares estudiados 104 son únicos en su disposición, hay 15 formas repetidas, seis triplicadas y una cuadruplicada. De todas estas formas nueve son comunes a Gato y Roces. Parecería difícil llegar a la conclusión de que las formas de Gato difieren de las de Roces más que las de cada una de las zonas entre sí, si no fuera porque predominan diversos tipos en cada una de ellas. Así, del simple examen de las Figs. 5 y 6 en que representamos esquemáticamente las formas, o de la Tabla A, en que se reseñan dichas formas, parece deducirse que, en Roces



Fig. 5.—Comparación del bandeo de los *Helicella itala* de Gato y Roces:

Se representan las muestras de cada localidad por separado (1, 2, 3 y 4 de Gato; 7, 8, 10, 12 y 15 de Roces) y el total.

En horizontal se numeran los ejemplares y en vertical, las bandas. Se indica bandeo ancho, estrecho e intermitente.

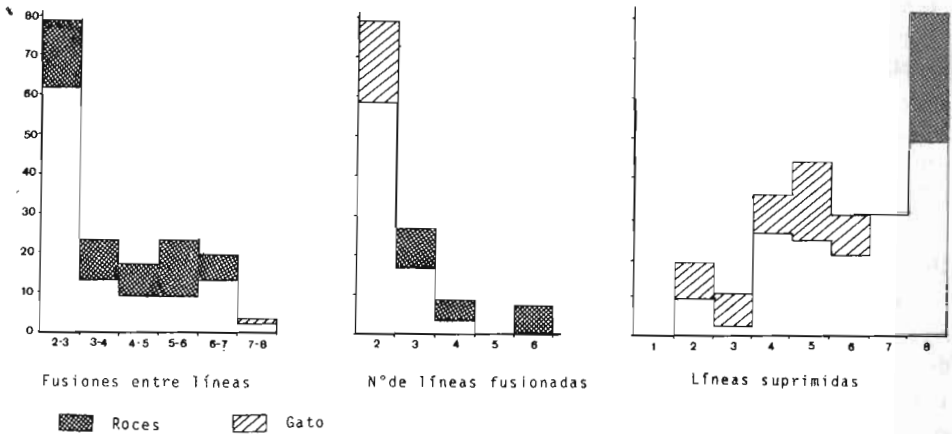


Fig. 6.—Diagramas de los porcentajes de fusiones y supresiones de bandas en *Helicella itala*.

Tipos de bandeado en Helicella itala en Gato y Rocés, con sus frecuen-

cias

Bandas	Gato	Rocés	Bandas	Gato	Rocés
1(234567)0	-	2	1(23)05070	1	2
1(2345)670	-	1	1(23)40670	2	1
1(2345)070	-	1	1(23)00670	2	1
1(234)(567)8	-	1	1(23)00608	1	-
1(234)(56)70	-	1	1(23)05600	1	-
1(234)5(67)8	1	1	1(23)00078	1	-
1(234)5(67)0	-	1	1(23)40070	1	-
1(234)7(56)00	-	1	1(23)40070	1	-
1(234)0(67)0	-	2	1(23)40600	1	-
1(234)0678	2	-	1(23)40008	1	-
1(234)5670	-	1	1(23)05070	-	1
1(234)5608	-	1	1(23)05600	-	1
1(234)0508	1	-	1(23)00600	-	2
1(234)5080	-	1	1(23)00070	-	1
1(234)0070	1	-	1(23)00000	1	-
1(234)0600	-	1	1(23)45600	1	-
1(234)0000	-	2	10(345)678	1	0
1(23)(4567)8	-	1	10(34)(56)78	-	1
1(23)(4567)0	-	1	10(34)5(67)0	1	-
1(23)0(5678)	1	-	10(34)5670	-	1
1(23)(456)788	-	1	10(34)5600	1	-
1(23)56(678)	1	-	10(34)5008	1	-
1(23)(456)00	-	1	10(34)0670	1	-
1(23)(45)(67)0	1	1	1034(56)(78)	1	-
1(23)(45)0(78)	1	1	103(456)00	-	1
1(23)4(567)8	-	1	10340(67)8	1	0
1(23)45(67)8	1	-	103(45)070	1	-
1(23)4(56)(78)	-	1	1030(56)00	1	-
1(23)(45)670	1	2	102345678	1	-
1(23)(45)078	2	-	10305678	-	1
1(23)05(67)8	2	-	10345678	-	1
1(23)4(56)70	-	1	10300678	1	-
1(23)4(56)70	-	1	10345008	1	-
1(23)45(67)0	-	1	10345600	-	1
1(23)40(67)8	1	-	10345070	1	-
1(23)0(56)00	3	-	10305070	1	-
1(23)4(56)00	-	1	10300670	-	1
1(23)0(56)70	-	2	12340(67)0	1	-
1(23)40(67)0	-	2	12305678	-	1
1(23)(45)600	-	2	12345670	1	-
1(23)0(56)08	1	-	12345670	-	1
1(23)0(56)00	-	1	12345670	-	1
1(23)00(67)8	-	1	12305670	-	1
1(23)45670	1	3	12340600	-	1
1(23)05678	2	-	12340070	1	-
1(23)45078	1	1	12300070	-	1
1(23)45608	-	1	12300600	1	-
1(23)40678	1	-	12305000	-	1
1(23)45670	-	1	12300070	1	-
1(23)45608	1	-	12345078	1	-
1(23)40678	1	-	12340600	1	-
1(23)45608	1	-	12300000	1	-
1(23)45608	1	-	12305678	1	-
1(23)45600	1	0	120(45)070	1	-
1(23)45600	-	3	12040670	1	-
1(23)45600	-	1	12045600	1	-
1(23)05670	2	1	12040678	1	-
1(23)40670	1	1	12005078	1	-
1(23)00678	1	-	12005070	1	-
1(23)40078	1	-	12045070	-	1
1(23)40670	1	-	12040600	1	-
1(23)45000	-	2	12005070	-	1
1(23)40600	-	1	10040600	1	-

predominan las fusiones de líneas, incluso las múltiples, más que en Gato, y además que en Rocés es más frecuente que en Gato la ausencia de la línea 8.

Para analizar estadísticamente las diferencias en el bandeado de ambas poblaciones hemos utilizado tres métodos.

1.º—Hemos calculado los valores t de las diferencias entre porcentajes por las expresiones [17] y [18], siendo q los porcentajes de cada muestra, n el número de cada una y a el número de casos en cada muestra. Después hallamos la significación porcentual por medio de la expresión [19].

2.º—Calculamos también el intervalo de confianza de cada porcentaje de cada muestra, para comprobar su separación de la otra, medida en unidades σ de la primera muestra según la expresión [17], en la que se supone una muestra como distribución real sin tomar la media como en el caso anterior. Se calcula igualmente la significación porcentual por la expresión [19].

3.º—La prueba chi-cuadrado de conformidad entre los números reales de casos de ambas muestras y los teóricos medios, o en su caso, con las distribuciones de la otra muestra: se suman para ello las desviaciones cuadráticas reducidas de cada clase para obtener el valor chi-cuadrado que se compara con los de las tablas o se calcula la probabilidad con los ν grados de libertad correspondientes. La expresión de chi-cuadrado utilizada es la [21]. La significación porcentual, así mismo, se ha calculado por la expresión [19].

Con todos estos datos construimos las Tablas I a IX.

Tablas para el análisis estadístico de las diferencias en el bandeado entre *H. itala* de Gato y Rocés (I a IX).

I. Diferencias entre los números de fusiones de pares de líneas, considerados aisladamente.

2-3		3-4		4-5		5-6		6-7		7-8		Totales	
t_{2-3}	Coef. de Seguridad	t_{3-4}	C. Seg. %	t_{4-5}	C. Seg. %	t_{5-6}	C. Seg. %	t_{6-7}	C. Seg. %	t_{7-8}	C. Seg. %	t_T	C. Seg. %
2,36	98,17 %	1,66	90,31 %	1,10	72,87 %	2,40	98,36 %	1,11	73,30 %	0,50	38,29 %	3,37	99,92

II. Intervalo de confianza de cada porcentaje de Gato comparado con el valor de porcentaje de Rocés en fusiones de líneas.

	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	Total
% Gato	61,8	13,2	9,2	9,2	13,2	3,9	18,4
% Rocés	79,0	23,5	17,3	23,5	19,8	2,5	27,6
Diferencia	17,2	10,3	8,1	14,3	6,6	1,4	9,2
$\frac{q_G - q_R}{\sigma_G}$	5,57	3,88	3,31	3,31	3,88	2,22	1,92
	3,09	2,65	2,44	4,32	1,70	0,63	4,79
Coef. Seguridad	99,8	99,20	98,53	99,99	91,09	47,13	99,9998

III. Pruebas de conformidad χ^2 y % de seguridad de que sean distintas

Grados de libertad	Con respecto a las medias de G+R				Rocés con respecto a la distribución de Gato	
	de Gato		de Rocés		χ^2	%
	χ^2	%	χ^2	%		
$\nu=5$	6,404	73,12	6,024	69,61	39,040	100

IV. Diferencias en los números de fusiones de 2,3,4 y 6 líneas.

2		3		4		6		Totales	
t ₂	Coef.Seg.%	t ₃	C.Seg.%	t ₄	C.Seg.%	t ₆	C.Seg.%	t _T	C.Seg.%
1,11	73,30	2,22	97,36	1,53	87,40	0,21	16,63	3,37	99,92

V. Coeficiente de seguridad de cada porcentaje de Gato, comparado con el valor de porcentaje de Rocés, en fusiones sencillas o múltiples.

Número de líneas fusionadas

	2	3	4	6	Totales
% Gato	88,16	9,21	0,64	0,00	98,68
% Rocés	97,53	22,22	4,54	2,41	127,16
Diferencia	4,54	13,01	3,90	2,41	28,48
σ_G	3,71	3,32	0,92	0,00	1,31
$\frac{q_G - q_R}{\sigma_G}$	1,22	3,92	4,24	∞	21,74
% Seguridad	77,75	99,99	99,99	∞	99,999

VI. Pruebas de conformidad χ^2 y % de seguridad de que sean distintas las fusiones de 2,3,4 y 6 líneas.

Grados de libertad	Con respecto a las medias de G+R de Gato				Gato con respecto a la distribución de Rocés.	
	de Gato		de Rocés		χ^2	
v=3	χ^2	%	χ^2	%	χ^2	%
	10,53	98,54	47,90	100	27,71	100

VII. Diferencias entre las supresiones de líneas.

2		3		4		5		6		7		8		Totales	
t ₂	C.Seg.%	t ₃	C.Seg.%	t ₄	C.Seg.%	t ₅	C.Seg.%	t ₆	C.Seg.%	t ₇	C.Seg.%	t ₈	C.Seg.%	t _T	C.Seg.%
1,61	89,26	2,07	96,15	0,43	33,28	2,21	97,29	1,33	81,65	0,08	20,47	4,32	99,99	0,87	61,57

VIII. Intervalo de confianza de cada porcentaje de Gato comparado con el valor de porcentaje de Rocés en supresiones de líneas.

	2	3	4	5	6	7	8	Totales
% Gato	18,42	10,53	35,53	43,42	30,26	30,26	48,68	31,02
% Rocés	9,88	2,47	25,53	24,69	20,99	30,86	81,48	28,04
Diferencia	8,94	8,06	10,00	16,73	9,27	0,60	32,80	2,98
σ_G	4,45	3,52	5,49	5,69	5,27	5,73	5,73	5,31
$\frac{q_G - q_R}{\sigma_G}$	2,01	2,29	1,82	2,99	1,76	0,11	5,58	0,56
Coef.Seguridad	95,56	97,80	93,12	99,67	92,16	8,76	99,99	42,45

IX. Pruebas de conformidad χ^2 y % de seguridad de que sean distintas las supresiones en cada muestra.

Grados de libertad	Con respecto a las medias de G+R de Gato				Rocés con respecto a la distribución de Gato	
	de Gato		de Rocés		χ^2	
v=6	χ^2	%	χ^2	%	χ^2	%
	9,85	86,89	9,22	83,84	37,07	99,999

El examen de estas tablas demuestra claramente que el bandeo de *Helicella itala* no se distribuye al azar sino que, en las tres características analizadas, existen diferencias sustantivas y significativas sobre las disposiciones de las bandas en cada una de las localidades. Los porcentajes de seguridad nos indican los valores, que no creemos sea necesario analizar en detalle. Únicamente indicaremos que en «supresiones» el porcentaje total disminuye la significación con respecto a los parciales, efecto debido a que en Rocés la supresión de las bandas 2, 3, 4, 5 y 6 es menor que en Gato mientras que la de la 8 es mucho mayor, por lo que se compensan las supresiones totales. Por otra parte es muy evidente su distribución desigual, altamente significativa.

Indiquemos también que nueve disposiciones son comunes a Gato y Rocés, 62 exclusivas de Gato y 55 de Rocés. Confirmación de estas diferencias que no hace falta cuantificar.

No creemos necesario exponer las comprobaciones de los valores recíprocos de presencia de líneas, ausencia de fusiones, que dan valores estadísticamente similares por estar ligados a los anteriores.

En resumen, también encontramos gran polimorfismo en el bandeo, con notables diferencias entre las dos localidades estudiadas. Podemos pues afirmar que tanto en su morfología y tamaño como en su dibujo, las poblaciones de Gato y Rocés son claramente distintas.

Euomphalia (Mengoana) brigantina (Da Silva Mengo, 1867)

El pequeño número de ejemplares recogidos de esta especie tiene unas dimensiones medias y extremas inferiores a las señaladas por MANGA (1976). El estar deteriorados en su superficie impide estudiar su coloración, si bien por los ejemplares que la conservan parece ser amarillo pálido únicamente. De todos modos, su número permite un análisis de las posibles diferencias entre Gato y Rocés.

Las dimensiones medias de la altura y diámetro mayor, así como las extremas son bastante parecidas; no existe diferencia estadística significativa entre ellas:

	Altura			Diámetro			n
	máx.	med.	mín.	máx.	med.	mín.	
<i>Gato</i>	10,3	8,31	5,0	13,4	11,1	7,0	11
<i>Rocés</i>	11,6	8,67	5,3	15,0	11,47	7,2	38

En cuanto a las relaciones altura-diámetro, los cálculos de correlación dan $r_G = 0,959$ y $r_R = 0,955$, lo que indica, como se observa en la gráfica correspondiente a la Fig. 7, una estrecha relación entre ambas dimensiones.

Calculadas las rectas de regresión correspondientes, siendo x la altura e y el diámetro, hemos obtenido lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Gato} \quad x &= -1,0624 + 0,844 y \\ y &= 2,0493 + 1,089 x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Roces} \quad x &= 0,1298 + 0,744 y \\ y &= 1,0161 + 1,227 x \end{aligned}$$

Los coeficientes 1,089 y 1,227 de las segundas ecuaciones pueden indicar que la forma es distinta en ambas poblaciones. Para comprobarlo hemos realizado los cálculos utilizando la fórmula [07], y buscando t con probabilidad del 95 % de seguridad. Los valores obtenidos han sido los siguientes:

$$\begin{array}{ll} \text{Roces} \quad 1,227 \pm 0,136 & \text{lím. } 1,0908 \\ & \text{lím. } 1,3632 \end{array} \quad \begin{array}{ll} \text{Gato} \quad 1,089 \pm 0,244 & \text{lím. } 0,8448 \\ & \text{lím. } 1,3334 \end{array}$$

Se puede observar que el límite inferior de Rocés, 1,0908, es superior al valor del coeficiente de Gato, 1,089, lo que parece indicar una separación entre ambos estadísticamente significativas. Desafortunadamente el número de ejem-

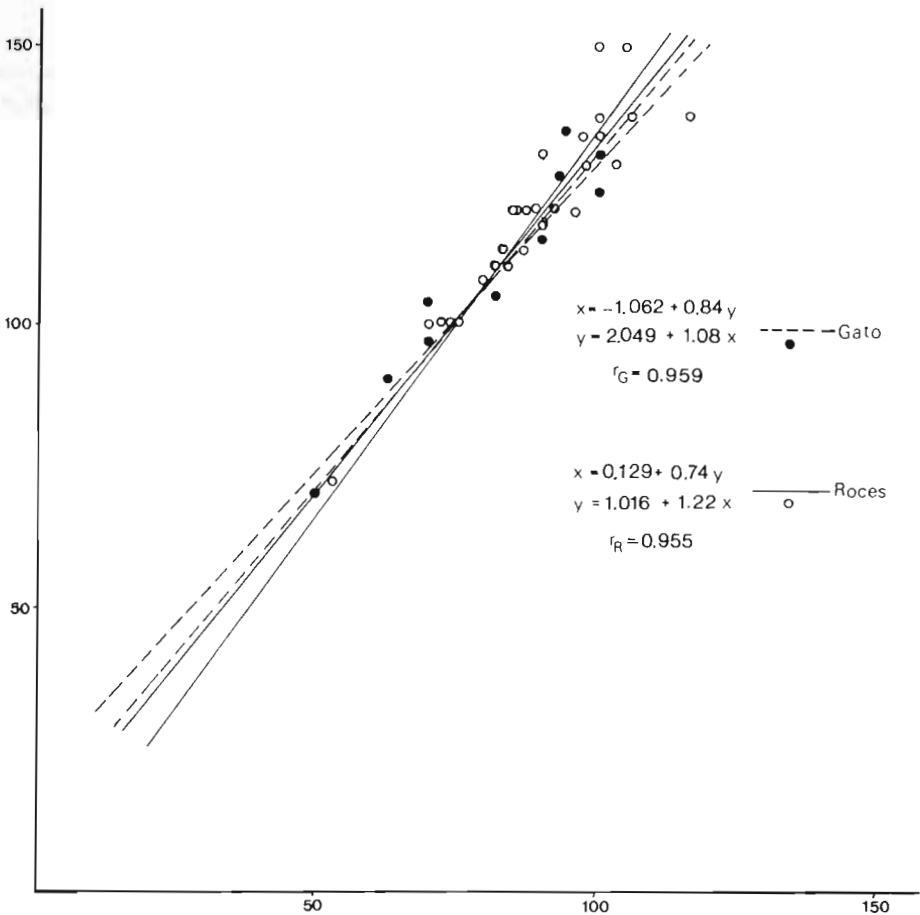


Fig. 7.—Rectas de regresión en *Euomphalia (Mengoana) brigantina*.

plares de Gato es pequeño y los límites de seguridad amplios, lo que hace que se solapen las dos posibles variaciones en una amplia zona. No obstante, dado que la alta correlación es un indicio de uniformidad en cada población, creemos que las regresiones calculadas se ajustan muy bien a los valores reales y que resulta muy probable que la diferencia de coeficientes sea una realidad no aleatoria.

En principio, pues, en esta especie estimamos que existen diferencias de forma entre los individuos de las poblaciones de ambos montes, aunque la prueba estadística no sea totalmente decisiva.

Helix (Cryptomphalus) aspersa Müller, 1774

El número de ejemplares recogidos de esta especie no es grande, encontrándose muchos de ellos muertos, con la superficie de la concha deteriorada y descolorida y algunos de pequeño tamaño, en actividad, que indudablemente no pueden ser considerados como adultos. Por ello, aunque las dimensiones medias están dentro de las que se dan para la especie, las dimensiones mínimas de la altura y diámetro mayor, tanto en Gato como en Rocés, son netamente inferiores a los límites que se señalan para la especie (a-20 mm, d-25 mm, GERMAIN, 1930), como se puede comprobar en el siguiente cuadro:

	Altura			Diámetro			n
	máx.	med.	mín.	máx.	med.	mín.	
<i>Gato</i>	33,9	25,96	9,5	37,2	26,04	10,0	15
<i>Rocés</i>	35,0	22,29	4,5	35,5	23,65	5,6	50

La correlación altura-diámetro es, en Gato $r_G = 0,981$ y en Rocés $r_R = 0,985$, por lo tanto muy elevada.

Las rectas de regresión correspondientes, siendo x la altura e y el diámetro, son las siguientes:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Gato} & \begin{array}{l} x = 2,029 + 0,919 y \\ y = -0,652 + 1,047 x \end{array} \\
 \text{Rocés} & \begin{array}{l} x = -1,166 + 0,991 y \\ y = 1,954 + 0,979 x \end{array}
 \end{array}$$

Los coeficientes son lo suficientemente próximos para que sus diferencias no tengan significación estadística dado el número por el que se han calculado. No obstante, en la gráfica correspondiente a la Fig. 8, se puede comprobar que algunos ejemplares pequeños de Rocés son anormalmente aplanados, cosa que no parece ocurrir en Gato. De todos modos, no hemos considerado oportuno analizar estadísticamente esta anomalía por ser muy pequeño su número.

Sin embargo, a la vista de la gráfica, no queremos dejar de señalar que esta especie parece ser más uniforme que otras de las estudiadas, cosa que corrobora su elevado valor de r , lo que quizá revele un grado de estabilidad grande. Desde luego no es tan polimorfa como otras, y es posible que, dado que

parece más móvil que otras, el intercambio genético entre poblaciones sea mayor y esto contribuya al logro de esa estabilidad.

En resumen y para nuestro propósito, no hemos encontrado diferencias resultantes del aislamiento, posiblemente por su estabilidad genética.

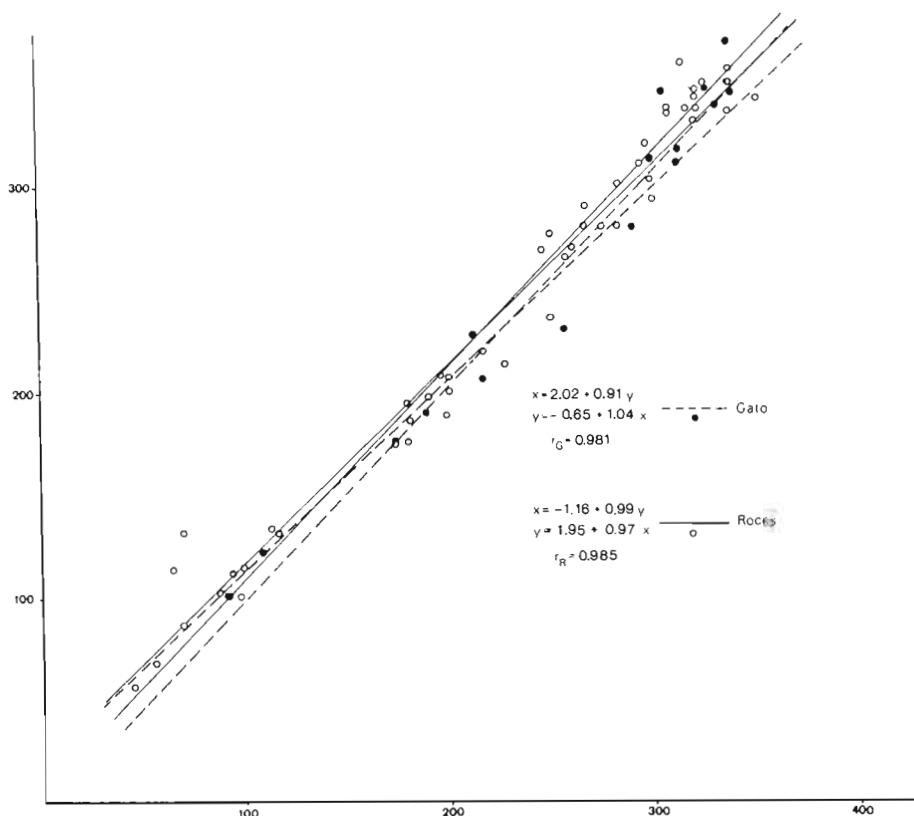


Fig. 8.—Rectas de regresión en *Helix (Cryptomphalus) aspersa*.

***Cepaea nemoralis* (Linneo, 1758)**

Los ejemplares recogidos de esta especie fueron poco numerosos. Es posible que muchos individuos se encontraran ya, por la época del muestreo, en dormición y enterrados. Parece corroborar esta suposición el que la mayor abundancia fuera la de la muestra 9, en una población muerta por el fuego de las zarzas, y que el resto de los ejemplares se encontrara refugiado en grietas de rocas. De todos modos y dado que esta especie de Gasterópodos es la más estudiada y conocida tanto genética como morfológicamente, hemos creído inte-

resante el analizar las dos poblaciones de Gato y Rocés, para poner de manifiesto o no las posibles diferencias.

Prescindimos de comparar los diámetros y alturas de las dos poblaciones pues no todos los ejemplares parecen adultos y creemos que no tendrían significación por representar una distribución por edades más que una variación estocástica. Así que estudiamos sólo las relaciones altura-diámetro de cada población. No obstante ponemos en el cuadro siguiente sus valores:

	Altura			Diámetro			n
	máx.	med.	mín.	máx.	med.	mín.	
<i>Gato</i>	18,0	17,6	17,0	24,7	23,6	22,3	6
<i>Rocés</i>	20,0	14,2	3,5	27,6	19,3	5,0	42

El coeficiente de correlación altura-diámetro es en Gato $r_G = 0,497$ y en Rocés $r_R = 0,974$. El coeficiente de Gato es bastante bajo, lo que parece indicar una mayor variabilidad que en Rocés. Sin embargo, dado el distinto número de ejemplares en las muestras, hemos creído necesario comprobar estadísticamente si tales diferencias de correlación son significativas, cosa que hemos hecho por tres procedimientos:

Al ser $[02] = 4,2107$, mayor que 2,6, la probabilidad de que sean distintos es superior al 99 %. No obstante, el pequeño número de individuos podría desvirtuar este resultado y para obviarlo hallamos los valores:

$z_R = 2,1807$; $z_G = 0,5454$; $s_{z_R - z_G} = 0,6016$ y $[05] = 2,7182$ que es superior a 2,6, lo que significa una probabilidad mayor del 99 % de que existan diferencias a pesar del pequeño número.

Finalmente, y dada la pequeñez de una de las muestras, hemos utilizado la Tabla de correspondencia de los valores de r y de z , y calculado los límites de z con una seguridad del 95 % según la fórmula [22], transformando posteriormente los límites hallados en límites de r .

$$z_R = 2,16 \pm 0,3381 \quad \begin{array}{l} \text{lím. } r_R = 0,987 \\ \text{lím. } r_R = 0,950 \end{array} \quad z_G = 0,548 \pm 1,1547 \quad \begin{array}{l} \text{lím. } r_G = 0,937 \\ \text{lím. } r_G = 0 \end{array}$$

Concluimos, pues, que las variabilidades de ambas poblaciones en sus relaciones a/d son significativamente distintas.

A continuación, calculamos las rectas de regresión correspondientes (Fig. 9), siendo x la altura e y el diámetro:

$$\begin{array}{ll} \text{Gato} & \begin{array}{l} x = 12,9831 + 0,1956 y \\ y = 1,4108 + 1,2633 x \end{array} \\ \text{Rocés} & \begin{array}{l} x = 13,952 + 0,6655 y \\ y = -0,9531 + 1,4278 x \end{array} \end{array}$$

Las diferencias de las pendientes o coeficientes se han analizado estadísti-

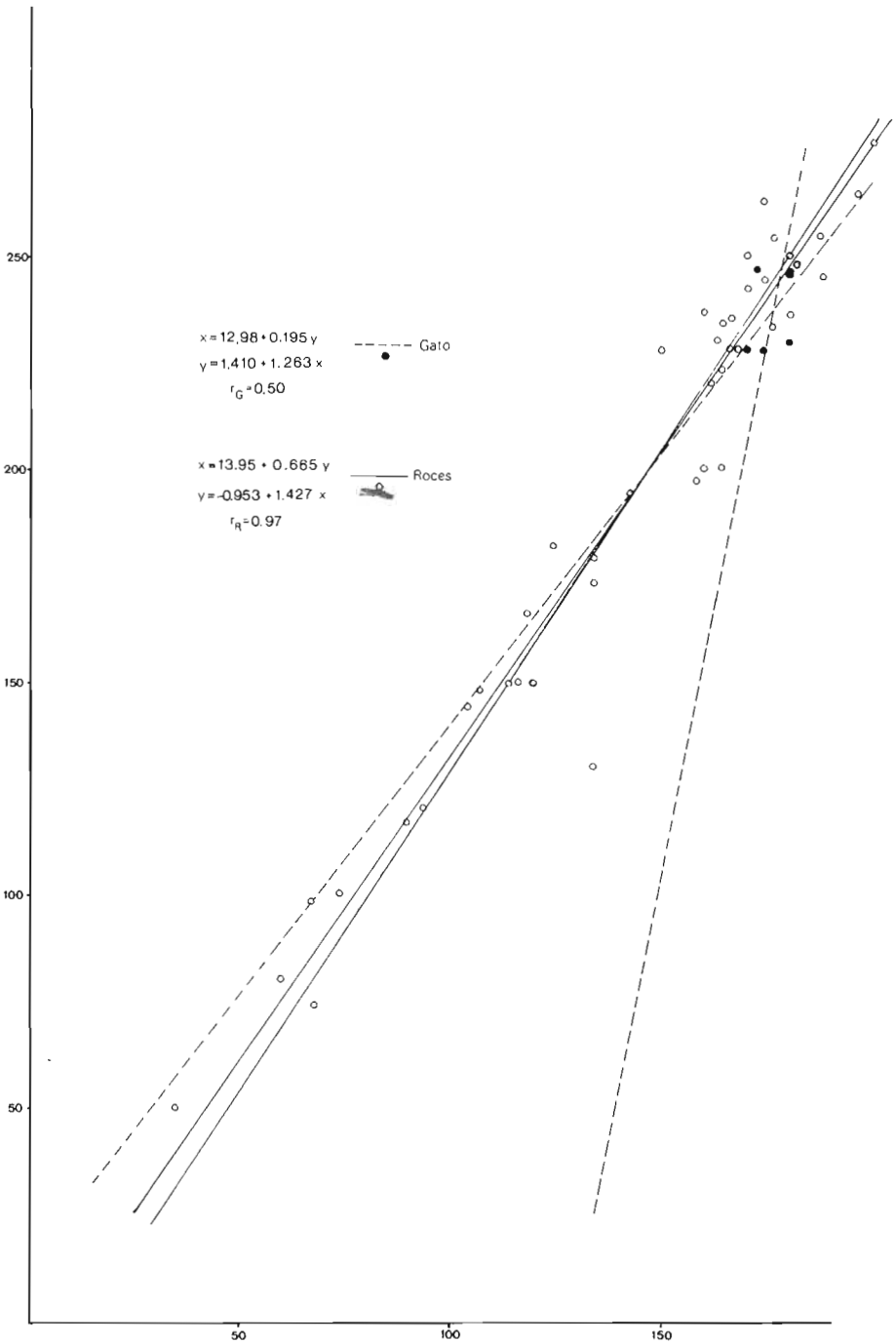


Fig. 9.-Rectas de regresión en *Cepaea nemoralis*.

camente, utilizando la expresión [07] y dando a t valores de significación del 95 y 99 %.

$$\begin{array}{ll} \text{Gato} & b = 1,2633 \pm 2,3535 \quad \begin{array}{l} \text{lím. } 3,6168 \\ \text{lím. } -1,0902 \end{array} \\ \text{Roces} & b = 1,4278 \pm 0,3395 \quad \begin{array}{l} \text{lím. } 1,7673 \\ \text{lím. } 1,0883 \end{array} \end{array}$$

Los valores obtenidos indican, al solaparse, que no hay seguridad estadística de que sean distintas las dos poblaciones. No obstante, pueden indicar que quizá sean más aplanados los ejemplares de Gato que los de Rocés sin tener la seguridad.

Las diferencias entre las dos poblaciones en cuanto a la coloración y bandeado de las conchas las exponemos a continuación:

En ambos montes no hemos encontrado más que ejemplares de color de fondo amarillo pálido, por lo que deben de ser homocigóticos para el gen correspondiente que es el alelo C^{PY} , dominado por los restantes C . No existe diferencia en ambas poblaciones en cuanto a este gen.

Con respecto a las bandas de las conchas resumimos en la Fig. 10 y en el cuadro siguiente, su distribución y el % en ambas poblaciones. Los números en cursiva indican la banda fina interrumpida.

					<i>Gato</i>							<i>Roces</i>	
					<i>n</i>	<i>%</i>						<i>n</i>	<i>%</i>
1	2	3	4	5	3	50	21						51
0	0	0	0	0	3	50	8						20
0	0	3	0	0	-	-	6						15
(1	2)	3	4	5	-	-	1						2
<i>1</i>	2	3	4	5	-	-	1						2
1	2	3	4	5	-	-	1						2
0	2	3	4	5	-	-	1						2
0	2	3	4	5	-	-	1						2
1	0	3	4	5	-	-	1						2
					6	100	41						98

El intervalo de confianza con un coeficiente de seguridad del 95 %, de no obtener un porcentaje distinto en una muestra al azar, oscila según las tablas correspondientes entre los siguientes valores:

<i>Gato</i>	1	2	3	4	5	11,8 - 88,2	<i>Roces</i>	1	2	3	4	5	31,5 - 63,8
	0	0	0	0	0	11,8 - 88,2		0	0	0	0	0	9,0 - 35,7
	0	0	3	0	0	0 - 45,9		0	0	3	0	0	5,7 - 29,8
	(1	2)	3	4	5			(1	2)	3	4	5	0 - 8,8

Siendo el gen B responsable de la ausencia o presencia de bandas, con sus alelos B^0 «sin bandas» que es dominante sobre el B^B «con bandas», la frecuencia génica de ambos alelos resulta:

Gato B^o 0,29 B^B 0,71 n = 6 Roces B^o 0,16 B^B 0,84 n = 41

valores que son simples indicaciones, ya que tendrían que ser corregidos con el coeficiente de seguridad.

De todos modos, y si partimos de la base de que 12 de los 41 individuos de Roces son distintos de 1 2 3 4 5 y de 0 0 0 0, lo que representa que en Gato teníamos una probabilidad de «no haberlos encontrado por azar», en una población de composición media entre ambas, de

$$P\left(\frac{12}{41} - \frac{0}{6}\right) = \frac{C_{41}^{12} C_6^0}{C_{47}^{12}} = 0,1512.$$

Es decir, en 85 de 100 muestras de seis individuos cada una, teníamos que haber encontrado alguno distinto. No hay seguridad estadística, pero sí es bastante probable que existan diferencias con respecto al bandeo en ambas poblaciones.

Finalmente, utilizamos la prueba de chi-cuadrado para estudiar la homogeneidad de ambas poblaciones en cuanto al gen B, teniendo en cuenta el número de individuos sin bandas en las dos poblaciones. En el cálculo utilizamos la expresión [21], en la que α es el número real sin bandas, y α el número de las que debía existir en caso de homogeneidad. De donde resulta que $\chi^2 = 6,853$ superior al 6,64, coeficiente de seguridad del 99 % con 1 grado de libertad, según las tablas correspondientes.

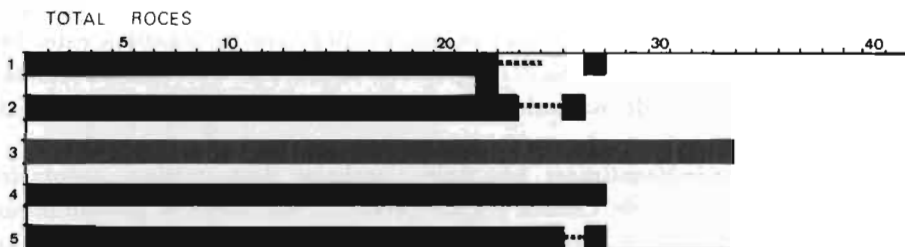


Fig. 10.—Representación comparativa del bandeo de *Cepaea nemoralis* en Gato y Roces.

En resumen podemos afirmar, a pesar del corto número de ejemplares, que las poblaciones de *Cepaea nemoralis* de Gato y Roces son distintas con *seguridad estadística* en cuanto a la *variabilidad de forma* y en cuanto a la *distribución de los alelos B*. Pero que *posiblemente son distintas* con respecto a otros genes que condicionan supresiones e interrupciones de algunas bandas, así como en la relación altura/diámetro, si bien sin seguridad estadística.

RESULTADOS DEL ANALISIS

Podemos afirmar que existen diferencias significativas en la mayor parte de las especies estudiadas entre las poblaciones de ambos montes. Resumimos los resultados en el Cuadro general correspondiente (I).

Como se puede comprobar, salvo en *Helix (Cryptomphalus) aspersa*, quizá por el escaso número de ejemplares pero quizá también por la estabilidad y falta de polimorfismo de la especie, en todas las especies restantes existen diferencias significativas. Tales diferencias indican claramente que, aun en ecosistemas uniformes en todos sus aspectos, el aislamiento termina por producir diferencias apreciables. Esto debemos limitarlo a poblaciones y especies de las características de las estudiadas, es decir, poblaciones pequeñas, de poca movilidad y con un polimorfismo específico reconocido.

En las seis especies se han estudiado 45 variables (algunas de éstas, como el bandeado, suma en realidad de variables parciales más numerosas). De las 45, 25 dan diferencias significativas y 20 no significativas entre Gato y Roces. De estas 20 hay muchas que aparecen como no significativas por el escaso número de individuos analizados, pero seguramente serían significativas al aumentar el número de ejemplares estudiados.

DISCUSION

Es un hecho conocido desde los primeros malacólogos que aparecen numerosas formas en muchas de las especies de Gasterópodos, siendo ejemplos típicos del llamado polimorfismo específico. También lo es el que poblaciones vecinas de la misma especie puedan presentar diferencias en coloración, forma, dibujo, etc.

Estos hechos plantean una serie de problemas tales como cuál es el origen de las diferencias, por qué se produce polimorfismo y cómo se mantiene éste. Los numerosos estudios sobre la materia parecen demostrar que existen muchos fenómenos implicados de naturaleza diversa. Pasaremos revista a algunos de ellos.

Diferenciación fenotípica. Los únicos trabajos demostrativos aceptables que conocemos son los de CREESE y UNDERWOOD (1976), sobre el prosobranquio marino *Austrocochlea*, que parecen demostrar que la anchura y coloración de las bandas que tiene están en relación directa con la cantidad de clorofila del

	AT	D	AI/D	r	r ₁	Va	Vd	b _{AD}	b _{DA}	b _{1D}	b _{Di}	PF _D	PF _{1c}	PF _D	PF _{1c}	NF _D	NF _{1c}	NF _D	NF _{1c}	S _D	S _{1c}	SX ²	P	
<i>Cochlostoma (Anotus) berilloni</i>	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pomatias elegans</i>	=	=	-	+	-	-	-	=	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Helicella itala</i>	+	+	+	+	=	=	=	=	+	=	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euomphalia (Mengoana) brigantina</i>	=	=	-	=	-	-	-	=	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Helix (Cryptomphalus) aspersa</i>	=	=	-	=	-	-	-	=	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cepaea nemoralis</i>	-	-	-	+	-	-	-	=	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***+

Símbolos utilizados:

- AT altura media
- D diferencias en % de fusiones de líneas por pares
- AI/D diámetro medio
- r PF_D intervalo de confianza del % de fusiones de pares de ls.
- r₁ PF_{1c} intervalo de confianza del % de fusiones de pares de líneas
- Va NFX² χ² de la distribución de fusiones de pares de líneas
- Vd NF_D diferencias de los % de número de líneas fusionadas
- b_{AD} correlación índice altura/diámetro
- b_{DA} NF_{1c} intervalo de confianza de los % de n° de ls. fusionadas
- b_{1D} NFX² χ² de la distribución del n° de líneas fusionadas
- b_{Di} S_D diferencias en % de supresiones de líneas
- = S_{1c} intervalo de confianza de los % de supresiones de ls.
- * SX² χ² de la distribución de líneas suprimidas
- ** boef. de reg. índice altura/diám.-diámetro P probabilidad de haber encontrado bandeados distintos en /Gato
- *** boef. de reg. diámetro-índice altura/diám. - no analizado el factor
- = diferencias no significativas en el f.a. + diferencias significativas en el factor analizado
- * análisis por líneas significativo en 4, no significativo en 4; total: No significativo (explicación en texto)
- ** análisis por líneas significativo en 7, no significativo en 4; total: No significativo (explicación en texto)
- *** probabilidad del 85 % de que sean distintos.

alimento, origen de las porfirinas que las colorean. Y el de GRAHAM y FRETTER (1947) sobre el prosobranquio *Patina*, cuyos enjambres de larvas dan origen a dos formas según donde se fijen: en los talos de las algas originan la forma «pelucida», en los rizoides la forma «laevis».

Caso diferente parece ser el de otro prosobranquio *Acmaea digitalis*, estudiado por GIESEL (1969, 1970), en el que existen dos tipos de larvas, oscuras y claras, a las que atribuye diferencias fisiológicas por las cuales las primeras se fijan a niveles intermareales superiores, sobre algas o rocas y las segundas sobre *Pollicipes*.

Diferenciación genotípica. La inmensa mayoría de los autores parecen atribuir las diferencias a los genotipos, más o menos modificados en algún caso por fenómenos de penetración y expresividad, así como de epistasia. Lo cierto es que sólo parecen haberse dilucidado parcialmente, de un modo experimental, el sistema genético de *Cepaea nemoralis* y en menor grado el de *Cepaea hortensis*. Aparecen como sistemas relativamente sencillos en que color, bandeado, ausencia de bandas, etc., están representados por series de alelos. Sin embargo, no conocemos trabajos que hayan experimentado la transmisión de la «forma».

En el resto de las especies estudiadas en su morfología y polimorfismo, aunque sean atribuidos a efectos genéticos, no conocemos estudios experimentales.

En todo caso, aparece inmediatamente el problema de la *localización en el espacio* de los tipos morfológicos o de coloración y dibujo, así como el no menos importante de los *mecanismos que mantienen el polimorfismo*.

En nuestro caso, constatamos en casi todas las especies, unas diferencias entre las dos localidades, así como un polimorfismo distinto en cada una de ellas.

Las diferencias entre localidades son atribuidas a varias causas que pueden sumarse, pero en general se reducen a:

1.-Efectos selectivos del medio ambiente. Así, SPIGTH (1976) cree que la coloración y disposición de las bandas en *Thais* es mantenida por selección.

SACCHI y VALLI (1975) consideran como posible que en *C. nemoralis nemoralis* y *C. nemoralis apennina* se hayan producido diferencias por selección, tanto en forma y tamaño como en coloración y bandeado. También por influencia humana y de microclimas, sobre todo en la reducción de la variabilidad.

SACCHI (1974) atribuye también, en parte, las diferencias entre las poblaciones de *Littorina obtusata* a un «choque ecológico», sobre todo térmico. STRUHSAKER (1968) en *Littorina picta* de Hawai opina que distribuye sus fenotipos siguiendo los factores físicos del medio. SACCHI (1974), sin embargo, no cree posible de momento atribuir la distribución de las formas de *Littorina saxatilis* a factores del medio, mientras que JAMES (1968) cree que las coloraciones brillantes se localizan más al Sur y las oscuras más al Norte. FISCHER-PIETTE y GAILLARD (1971), en el trabajo más completo sobre el género *Littorina* en Europa, relaciona su distribución de formas con los medios batidos o en calma en que habitan.

2.-Efectos de predación diferencial. Bastantes autores lo consideran un factor importante. PETTITT (1971) señala la actuación sobre *Littorina obtusata* de aves y crustáceos. SACCHI (1974) cree importante el papel de la predación en *Littorina*. JONES (1977) considera la predación como el segundo factor en importancia para las diferencias en *C. nemoralis* de localidades diferentes. Para otros autores, MUELLER (1968, 1971), REESE (1963, 1969), ROSSI y PARISI (1972), el comportamiento de las aves y cangrejos predadores no es simple ni esquemático: parece que tienden a capturar lo «insólito» más que lo evidente. La consecuencia sería la reducción del polimorfismo y uniformización de poblaciones más que la diferenciación. Contrario en cierto modo a esta selección por predadores son las observaciones sobre *Cepaea hortensis* y *C. nemoralis*, especies que cohabitan y en las que GUERRUCCI (1974) comprobó una tendencia a presentar tipos distintos de bandeo, lo que parece incompatible con los efectos de una predación visual diferencial.

JONES (1977) cree como una de las posibles causas de mantenimiento del polimorfismo, el «respeto» a las formas raras por extrañas a sus costumbres alimentarias.

3.-Efecto del fundador («effet du fondateur») de LAMOTTE (1966). Este autor explica en parte las características de una población por los efectos del azar que hayan hecho llegar a un determinado lugar unos determinados individuos que originan la colonia. Esta idea la obtuvo de sus estudios sobre *Cepaea nemoralis*. SACCHI (1974) lo supuso para explicar las aparentes anomalías en la distribución de *Littorina obtusata* en Galicia.

4.-Relacionado con lo anterior están las «crisis demográficas» o «cuellos de botella» en las poblaciones, que reducen éstas enormemente con efectos un poco al azar. JONES (1977) lo considera como una de las posibles causas de la distribución de las formas de *C. nemoralis*, como hace también SACCHI (1974) en algunos casos de *Littorina obtusata*. Evidentemente, los fenómenos de deriva génica tendrán importancia en la diversificación de poblaciones pequeñas.

Mantenimiento del polimorfismo. Respecto al mantenimiento del polimorfismo que existe de forma patente en las poblaciones que estudiamos y es muy claro —como creemos haber demostrado— en *Helicella itala*, los mecanismos utilizados son atribuidos a distintas causas por los diversos autores.

Ciñéndonos al caso de los Gasterópodos, JONES (1977) resume los de *C. nemoralis* en los siguientes:

- a) Efectos climáticos o microclimáticos.
- b) Efecto de los predadores y coloraciones aposemáticas para pasar desapercibidos.
- c) Efectos de la «costumbre visual» de los predadores que protege a las «formas raras».
- d) Efectos de densidad de población y densidad de otras especies acompañantes.

e) Flujo génico de unas poblaciones sobre las vecinas.

f) Desequilibrio entre los ligamientos de los distintos caracteres de cada localidad debido a efectos de poblaciones reducidas o cuellos de botella.

LAMOTTE y COURSOL (1974), afirman que no existen mecanismos universales para el mantenimiento del polimorfismo. Entre otros citan los siguientes:

a) Mayor abundancia de heterocigosis, que ha sido raramente probada.

b) Otros muchos mecanismos, no exclusivos, que sólo pueden ser entendidos mediante modelos matemáticos en los que intervengan sucesos escasos (por ej. mutaciones) cuyos efectos pueden ser ampliados o destruidos a lo largo del tiempo en una población de un gran número de individuos. En las poblaciones finitas, tiene mucha importancia el azar, inaccesible a la observación directa.

c) Otros mecanismos que dependen de valores selectivos de fenotipos o genotipos, dependientes a su vez de factores externos al desarrollo o del «ambiente genético».

d) Tienen importancia las relaciones de dos o más *loci* en el genotipo, constantemente alterados por la acción de la selección natural y «muestreo» al azar de los individuos padres (efecto del fundador).

En un medio heterogéneo quizá sea favorecida una «selección divergente» que conduce al polimorfismo. La acción de los alelos de un *locus* no puede ser caracterizada más que en función del resto del genotipo. Por ello, las variaciones fortuitas que se introducen en el «efecto del fundador» de cada colonia son una nueva fuente de heterogeneidad en la composición de las poblaciones locales. Los genes íntimamente ligados pueden quizá jugar un papel eficaz en el mantenimiento del polimorfismo.

LAMOTTE y COURSOL estudian sobre todo como mantenedores del polimorfismo las mutaciones y fluctuaciones fortuitas, la selección diversificante y la ligazón genética de los caracteres.

Indiquemos finalmente que las ecuaciones de WRIGTH predicen la pérdida de alelos en caso de «selección diferencial» de mutaciones en poblaciones pequeñas, en contra del polimorfismo mantenido encontrado por nosotros.

* * * *

En el caso que estudiamos creemos que está bastante claro que la diferenciación de las poblaciones no puede ser resultado de la selección ni ambiental, ni por predación, dada la total similitud de las dos localidades en todos sus factores y su proximidad. Es, a nuestro juicio, el aislamiento el que ha permitido que actuaran factores diferenciales.

Posiblemente debe haber intervenido un «efecto del fundador», debido seguramente al desarrollo histórico del poblamiento de cada localidad, así como

fenómenos de deriva génica en cada una de ellas, favorecidos indudablemente por «crisis demográficas», dado el pequeño número de individuos de cada colonia.

Dado el que las diferencias se manifiestan también en «polimorfismos» diferentes en cada localidad para cada especie en forma y bandeo, deben intervenir otros mecanismos para mantenerlos. En particular el caso de *Helicella itala* muestra un polimorfismo extraordinario en el bandeo, muy superior al de *Cepaea* en cualquier localidad. Probablemente serán muchos los procesos que intervienen, pero desde luego, no parece que uno de ellos sea el de la «heterogeneidad ambiental» invocada en otros casos, dada la uniformidad de biotopos en que se encuentran (normalmente en prados o zonas herbosas al descubierto).

La orientación visual para la predación no parece que pueda tener importancia en *Helicella*: efectivamente, la concha discoidal que muestra normalmente al exterior sólo la cara superior y la uniformidad de la primera banda, obligan a descartar una selección visual entre los individuos de la especie.

En resumen, hemos comprobado los efectos del aislamiento de una forma clara en las poblaciones de Gasterópodos estudiadas que producen una diversificación a nivel de cada especie dentro de cada una de las poblaciones. Estos efectos no parecen estar originados por una selección de cualquier tipo, sino que los atribuimos a fenómenos históricos y de azar fundamentalmente.

Así mismo, comprobamos la existencia de polimorfismos diferentes en cada población, cuya diferenciación no puede ser atribuida tampoco a selección. Su mantenimiento escapa a nuestra investigación, pero indudablemente existen procesos que lo producen, y que nos cuesta creer puedan ser selectivos. No debemos decir más sobre ellos.

BIBLIOGRAFIA

- ANADÓN, N. y ANADÓN, E. (1978).—Estudios sobre los efectos del aislamiento en poblaciones de gasterópodos terrestres asturianos. I. Composición específica de las poblaciones. B.I.D.E.A. Supl. Ciencias, n.º 23, 121-142.
- CAIN, A. J. (1977).—Variations in the spire index of some coiled gastropod shells, and its evolutionary significance. *Phil. Trans. R. Soc. London. B. Biol. Sci.*, **277**: 377-428.
- CREESE, R. G. y UNDERWOOD, A. J. (1976).—Observations on the biology of the trochid gastropod *Austrocochlea constricta* (Lamarck) (Prosobranchia). I. Factors affecting shell-banding pattern. *J. exp. mar. Ecol.*, **23**: 211-228.
- FISCHER-PIETTE, E. y GAILLARD, J. M. (1971).—La variabilité, morphologique et physiologique, des *Littorina saxatilis* (Oliv) ibériques, et ses rapports avec l'écologie. *Mém. Mus. Hist. Nat.*, **70**: 1-69.
- GERMAIN, L. (1930).—Mollusques terrestres et fluviatiles. Faune de France 21 y 22. Paris: Lechevalier.
- GIESEL, J. T. (1969).—Factors influencing the growth and relative growth of *Acmaea digitalis*, a limpet. *Ecology*, **50**: 1.084-1.087.
- (1970).—On the maintenance of a shell pattern and behaviour polymorphism in *Acmaea digitalis*, a limpet. *Evolution*, **24**: 98-119.
- GRAHAM, A. y FRETTER, V. (1947).—The life history of *Patina*. *J. mar. Biol. Ass. U. K.*, **26**: 590-601.
- GUERRUCCI, M. A. (1974).—Le polymorphisme de la coquille chez *Cepaea hortensis* Müller (Mollusques Pulmonés) en France. En «Le Polymorphisme dans le Règne Animal». *Mém. Soc. Zool. de France*, n.º 37.
- JAMES, B. L. (1968).—The characters and distribution of the subspecies and varieties of a *Littorina saxatilis* (Oliv, 1972) in Britain. *Cah. Biol. Mar.*, **9**: 143-166.

- JONES, J. S., LEITH, B. H. y RAWLINGS, P. (1977).—Polymorphism in *Cepaea*: A problem with too Many solutions ? *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **8**: 109-143.
- LAMOTTE, M. (1966).—Les facteurs de la diversité du polymorphisme dans les populations naturelles de *Cepaea nemoralis* (L.), *Lav. Soc. malac. it.*, **3**: 33-75.
- LAMOTTE, M. y COURSOL, J. (1974).—Mutations, sélection diversifiante et fluctuations fortuites comme facteurs du maintien du polymorphisme. En «Le Polymorphisme dans le Règne Animal», *Mém. Soc. Zool. de France*, n.º 37.
- MANGA, M. Y. (1976).—Los Helicidae (Gastropoda, Pulmonata) de la provincia de León. *Tesis. Fac. Biología León*.
- MOQUIN-TANDON, A. (1855).—Histoire naturelle des Molluques terrestres et fluviatilis de France. 2 vols.
- MUELLER, H. C. (1968).—Prey selection: oddity of conspicuousness ? *Nature*, **217**: 92.
- (1971).—Oddity and specific searching image more important than conspicuousness in prey selection. *Nature*, **233**: 345-346.
- PETTITT, CH. (1971).—An examination of variation in shell colour and pattern in *Littorina saxatilis* (Oliva) with particular regard to the possibility of visual selection in this species. *Proc. IV Europ. malac. Congr., Geneva*.
- REESE, S. (1963).—The behavioral mechanisms underlying shell selection by hermit crabs. *Behaviour*, **21**: 78-126.
- (1969).—Behavioral adaptations of intertidal hermit crabs. *Amer. Zool.*, **9**: 343-355.
- ROSSI, A. C. y PARISI, V. (1972).—Experimental studies of predation by the crab *Eriphia verrucosa* on both snails and hermit crab occupants of conspecific Gastropod shells. *Boll. di Zool.*, **40**: 117-135.
- SACCHI, C. F. (1974).—Le polychromatisme des Littorines (Gastropodes, Prosobranches) d'Europe: points de vue d'un Ecologiste. En «Le Polymorphisme dans le Règne Animal», *Mém. Soc. Zool. de France*, n.º 37.
- SACCHI, C. F. y VALLI, G. (1975).—Recherches sur l'écologie des populations naturelles de *Cepaea nemoralis* (L.) Gastr. Pulmonata en Lombardie méridionale. *Arch. Zool. exp. gén.*, **116**: 549-578.
- SPIGHT, T. M. (1976).—Colors and patterns of an intertidal snail *Thais lamellosa*. *Res. on Popul. Ecol.*, **17**: 176-190.
- STRUHSAKER, J. W. (1968).—Selection mechanisms associated with intraspecific shell variation in *Littorina picta*. *Evolution*, **22**: 459-480.
- UNDERWOOD, A. J. y CREESE, R. G. (1976).—Observations on the biology of the trochid gastropod *Austrocochlea constricta* (Lamarck) (Prosobranchia). II. The effects of available food on shell-banding pattern. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*
- WRIGHT, S. (1931).—Evolution in Mendelian populations. *Genetics*, **16**: 97-159.

Significación de diferencias entre Coefs. de Regresión

$$(08) \quad t = \frac{b_1 - b_2}{s_{xy/s_x} \sqrt{n-2}} \quad (09) \quad t = \frac{b_1 - b_2}{s_b}$$

Simbolizando \bar{x} la Media y s la Desviación típica,
El error típico de la media es

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$(01)$$

$$(12) \quad s_b = \frac{s_{yx}}{\sqrt{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}} \quad s_{yx} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n-2}} \quad (13)$$

Comparación de dos Coeficientes de Correlación

Siendo r el Coeficiente de Correlación,

a) Para el caso de grandes muestras:

$$(02) \quad r_1 - r_2 \quad \text{y la Varianza} \quad s^2_{r_1 - r_2} = \frac{(1-r_1^2)^2}{n_1 - 1} + \frac{(1-r_2^2)^2}{n_2 - 1} \quad (03)$$

b) En las pequeñas muestras, se transforma r en el parámetro z mediante la fórmula

$$z = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+r}{1-r} \quad (04)$$

$$(05) \quad z_1 - z_2 \quad \text{y la Varianza} \quad s^2_{z_1 - z_2} = \frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}$$

Seguridad de los Coeficientes de Regresión

Los límites de seguridad del coeficiente b son:

$$b \pm t \sqrt{\frac{s_{xy}}{s_x}}$$

$$(07)$$

$$(20) \quad P(x) = \int_0^x f(t) dt = \left(\frac{x}{2}\right)^2 e^{-\frac{x}{2}} \left[1 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{x^k}{(v+2)(v+4)\dots(v+2k)} \right]$$

Varianza de la estima:

$$s^2_{xy} = \frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n}$$

$$(10)$$

$$(21) \quad \chi^2 = \frac{(a_1 - a_1)^2}{a_1} + \dots + \frac{(a_2 - a_2)^2}{a_2} + \dots + \frac{((n_1 - a_1) - (n_1 - a_1))^2}{n_1 - a_1} + \frac{((n_2 - a_2) - (n_2 - a_2))^2}{n_2 - a_2} + \dots$$

Error típico:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2}$$

$$(11)$$

La fórmula empleada en

$$(22) \quad \text{es: } z \pm 2 \frac{1}{\sqrt{n-3}}$$

Test de homogeneidad de las muestras

Comparación de Medias, Varianzas y Porcentajes:

$$(14) \quad t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}} \quad s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{v_1 \cdot v_2}{\bar{x}_1 + \bar{x}_2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)} \quad (15)$$

$$(16) \quad F_{1,2} = \frac{n_1 v_1}{n_2 v_2} \quad t = \frac{q_1 - q_2}{s_d} = \frac{q_1 - q_2}{\sqrt{Q(1-Q) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (17)$$

$$(18) \quad Q = \frac{a_1 + a_2}{n_1 + n_2} \quad Q(x, v) = \frac{\int_0^x \left(\frac{v+1}{2} \right) \left(1 + \frac{v}{2} \right)^{-\frac{v+1}{2}} dy}{\sqrt{\pi v} \Gamma \left(\frac{v}{2} \right)}$$

Pruebas de Conformidad

UNA NUEVA ESPECIE DE *Doto* DEL NORTE DE ESPAÑA (1)

Por

J. A. ORTEA

Departamento de Zoología y Ecología
Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Una nueva especie de *Doto*, *D. arteoi* asociado con el hidrario *Laomedea* se describe en este trabajo.

SUMMARY

A new specie of *Doto*, *D. arteoi* associated with the hydroid *Laomedea* is described in this work.

INTRODUCCION

En un trabajo anterior (ORTEA y URGORRI, 1978) citábamos por primera vez en el litoral ibérico las especies de *Doto* descritas en 1976 por el doctor LEMCHE a la vez que describíamos tres nuevas.

En recogidas posteriores a dicha publicación, capturamos ocho ejemplares de un pequeño *Doto* cuyas particularidades morfológicas no se ajustan a ninguna de las especies conocidas y que describimos en este trabajo.

***Doto arteoi* n. sp.**

Material: Verdicio (43° 35' N; 05° 50' W), 19-9-1978; Artedo (43° 28' N; 06° 9' W), 20-9-1978. Cuatro ejemplares y puestas en cada localidad. Animales asociados con el hidrario *Laomedea* sp. del que se alimentan y sobre el que desovan. Los hidarios estaban situados en la cara no iluminada de piedras

(1) Trabajo realizado gracias a una Beca de la Fundación Juan March para el estudio de especies y medios biológicos españoles.

próximas al límite de bajamar en marea viva (LWS), en zonas con abundantes restos orgánicos.

Descripción: Animales de pequeño tamaño; el mayor ejemplar recogido midió 3,25 mm y fue designado como holotipo. Cuerpo blanco, totalmente liso o con hasta un máximo de 17 manchas dorsales, gruesas, asterisquiformes y de color rojo.

Lóbulos cefálicos blancos, más transparentes que el blanco del resto de la cabeza y bien desarrollados.

Rinóforo algo más largo que el doble de la vaina (en el holotipo midió 0,83 mm por 0,38 la vaina) de color blanquecino semitransparente y con puntuaciones blanco opaco en el ápice y bordes anterior y posterior, llegando en este último borde hasta cerca de la vaina en algunos ejemplares.

Quilla prerrinofórica muy poco aparente. Vaina rinofórica algo más alta que ancha, con la parte anterior de la abertura ligeramente desvuelto; blanca exteriormente, con algo de pigmento blanco opaco en los bordes y lisa o con hasta tres grandes manchas rojas en su cara interna.

Ojos negros, visibles en la cara interna de la vaina rinofórica.

Tres o cuatro ceras de cada lado, con tubérculos muy poco salientes y distribuidos en, como máximo, dos hileras transversales de cuatro tubérculos cada una. Apice de los tubérculos manchado de rojo, incluso en el apical; también puede haber algún cera despigmentado. Interior de los cerata de hermoso color rosado, a excepción de la zona correspondiente al tubérculo apical que es incolora. Mayor cera medido, 0,9 mm. Distancia entre el 1.º y 2.º cera igual a la que hay entre el 3.º y el 4.º y menor que la separación entre el 2.º y el 3.º. La única manifestación de pseudobranquia se reduce a una especie de quilla o cordón longitudinal (Fig. D, s) observado en la cara interna de algunos ceras bien desarrollados.

Gónada visible por transparencia entre el 2.º cera y la mitad del espacio comprendido entre el 3.º y 4.º.

Abertura genital situada bajo y algo delante de la inserción del primer cera del lado derecho.

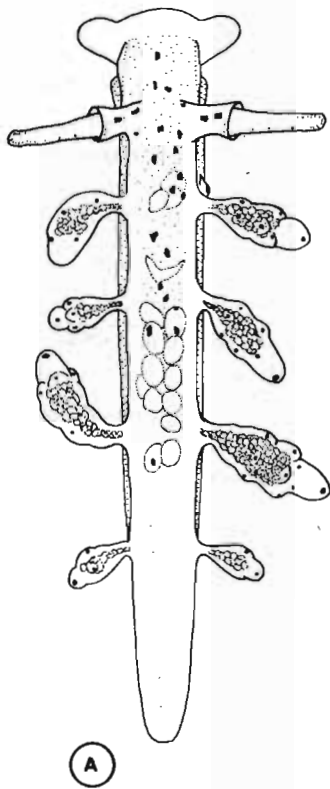
Papila anal poco aparente, blanca, y situada entre el 1.º y 2.º cera del lado derecho, ligeramente más cerca del primero.

Flancos blancos. Pie blanco, ligeramente más ancho que el cuerpo y sobresaliendo ligeramente por los lados.

Cola bien desarrollada, algo más larga que la distancia entre los ceras 2.º y 3.º.

Puesta en forma de cinta ondulosa (Fig. C), con un máximo observado de dos vueltas depositada sobre los hidrarios (*Laomedea* sp.) y formada por huevos grandes ($91,4 \pm 12$ micras).

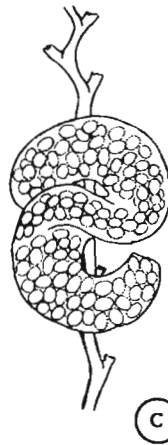
Derivatio nominis: La especie está dedicada a la localidad de la costa



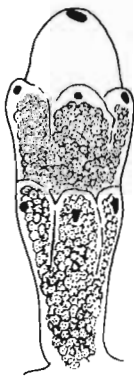
0.5 mm.



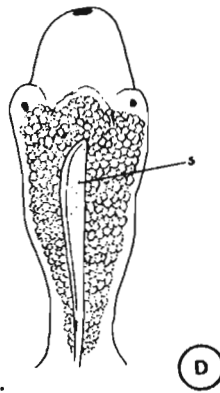
0.5 mm.



0.5 mm.



0.25 mm.



Doto arteoi n. sp.

Explicación de la lámina.

Fig. A.-Vista dorsal del animal.

Fig. B.-Detalle del rinóforo y vaina rinofórica.

Fig. B a = vista interna, b = vista externa.

Fig. C.-Puesta.

Fig. D.-Detalle de un cera.

Fig. D s = pseudobranchia.

asturiana en donde se recolectó el holotipo, Playa de Arteo (Concha de Artedo, Asturias, España).

Depósito: El holotipo se encuentra depositado en el Departamento de Zoología de la Universidad de Oviedo junto con una diapositiva en color del animal vivo. En fecha próxima será enviado al Mus. Cien. Nat. de París junto con otros tipos de Nudibranchios descritos con anterioridad de la costa asturiana. Serie paratípica en el Dep. Zoología de la Universidad de Oviedo.

DISCUSION

Por sus particularidades morfológicas, *D. arteoi* no puede identificarse con ninguna de las especies conocidas de *Doto*. La forma de los cerata recuerda algo los de *D. eireana* LEMCHE, 1976 pero la pigmentación dorsal, vaina y puesta son muy diferentes.

D. arteoi está además asociado con hidrarios del género *Laomedea* lo que lo diferencia de otros *Doto* europeos y contribuye a dar entidad a la especie facilitando su identificación.

BIBLIOGRAFIA

- BABA, K. (1949-1955).—«Opisthobranchia of Sagami Bay». Tokyo.
- BOUCHET, P. (1977).—«Opisthobranches de profondeur de l'Océan Atlantique: II. Notaspidea et Nudibranchiata». J. moll. Stud., **43**: 28-66.
- BURN, R. (1958).—«J. Malac. Soc. Aust., 2, 33)» (en Burn, R. 1966. «Opisthobranchia». Mem. Nat. Mus. Melbourne, **27**: 265-384).
- FERNANDEZ, S. de (1962).—«Dos nuevos ascoglosos y un *Doto* en el puerto de Valencia». Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.) **60** (1): 105-112.
- LEMCHE, H. (1976).—«New British Species of *Doto* OKEN, 1815 (Mollusca: Opisthobranchia)». J. mar. biol. Ass. U.K., **56**: 691-706.
- MAC FARLAND, F. M. (1966).—«Studies of Opisthobranchiate Mollusks of the Pacific Coast of North America». Memoirs California Acad. Sc. 6, San Francisco.
- MARCUS, E. (1955).—«Opisthobranchia from Brazil». Bol. Univ. Sao Paulo, **207**: 89-261.
- (1960).—«Opisthobranchs from American Atlantic warm waters». Bull. Mar. Sc. Gulf Caribbean, **10**: 129-203.
- (1961).—«Opisthobranchs Mollusks from California». Veliger **3**, Suppl. 1-85.
- (1963).—«Opisthobranchs from the Lesser Antilles». Studies Fauna Curaçao Caribbean Islands, **19**: 1-76.
- ODHNER, N. (1936).—«Nudibranchia Dendronotacea. A revision of the System». Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique, Serie 2 (1-3): 1.057-1.128.
- ORTEA, J. A. & URCORRI, V. (1978).—«El género *Doto* OKEN, 1815 en el Norte y Noroeste de la Península Ibérica». Bol. Est. Cent. Ecol. (ICONA), **7** (14): 73-92.
- PRUVOT-FOL, A. (1953).—«Etude de quelques Opisthobranches de la cote atlantique du Maroc et du Senegal». Trav. Inst. Sci. Chérif. (Zool), **5**: 3-103.
- PRUVOT-FOL, A. (1954).—«Mollusques Opisthobranches. Fauna de France. 58». Paul Lechevalier. Paris.
- SCHMEKEL, L. (1968).—«*Doto doerga* Marcus, 1963 (Gastr. Nudibranchia) aus dem Karibischen Meer in Golf von Neapel». Pubbl. Staz. Zool. Napoli, **36**: 1-7.
- SCHMEKEL, L. y KREES, A. (1977).—«Die gattung *Doto* (Gastropoda: Nudibranchia) im Mittelmeer und Armel Kanal, mit beschreibung von *Doto acuta* n. sp.». Malacología, **16** (2): 467-499.
- TRINCHESE, S. (1881).—«Aeolididae e famiglie affini del Porto di Genova». Mem. classe Cien. Fis. Mat. e Nat., **11** (3): 1-142.
- VICENTE, N. (1967).—«Contribution a l'étude des gastéropodes opisthobranches du Golfe de Marseille». Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, **42**: 134-179.
- SWENNEN, C. (1961).—«On a collection of Opisthobranchia from Turkey». Zool. Mededelingen, **38**: 41-75.

PRIMERA CITA PARA LA PENINSULA IBERICA DE *Phoronis hippocrepi* Wrigth 1856 (PHORONIDA)

Por

FRANCISCO J. OCHARAN

Departamento de Zoología y Ecología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se cita *Phoronis hippocrepi* por primera vez para la Península Ibérica. Se señalan dos localidades para esta especie, se estudia el sustrato, la fauna y flora acompañantes, y se indican las características morfológicas de los individuos. Los resultados obtenidos se comparan con los de otros autores.

RÉSUMÉ

Phoronis hippocrepi est signalée par la première fois pour la Péninsule Iberique. On signale deux localités pour cette espèce; le substrat, la flore et la faune accompagnantes sont étudiés; les caractéristiques morphologiques des individus sont indiquées. Les résultats obtenus sont comparés avec ceux d'autres auteurs.

SUMMARY

Phoronis hippocrepi is recorded for the first time in the Iberian Peninsula. Two localities for this specie are pointed out. The substrate, accompanying fauna and flora and the morphologic characters of the specimens are given. The results are compared with those of other authors.

INTRODUCCION

Al efectuar el examen de rocas recogidas en el nivel intermareal del litoral asturiano encontramos ejemplares de foronídeos en las muestras de dos localidades: Bañugues y El Puntal (Fig. 1). En ambos casos resultó tratarse de *Phoronis hippocrepi* en su forma perforante.

Las dos especies de foronídeos citadas anteriormente para nuestra península son *Phoronis muelleri* por ANADÓN y ANADÓN (1973) para la ría de Vigo y *Phoronis psammophila* por VIEITEZ (1977) también para la ría de Vigo.

BIOTOPO

Bañugues (30, TTP, 7334). Los *Phoronis* se hallaban en el interior de la cavidad abrigada de una roca caliza expuesta al oleaje; la forma de la cavidad daba a la pared donde se encontraron los foronídeos condiciones de penumbra y la protegía del oleaje directo, aunque no de la turbulencia. La escasa iluminación responde a la característica señalada por SELYS-LONGCHAMPS (1907) y por EMIC (1967), que sitúan a *Ph. hippocrepi* en comunidades de tendencia esciáfila. La turbulencia existente explica que se presente en la forma perforante y no en la incrustante (MARSDEN 1959).

La fauna y flora acompañantes no pudieron ser bien determinadas en esta localidad. Las especies encontradas fueron *Leucosolenia* sp. (Porifera), *Bispira volutacornis* (Mont.) (Polychaeta), *Phascolosoma granulatum* Leuckart (Sipuncula) y *Mytilus edulis* L.

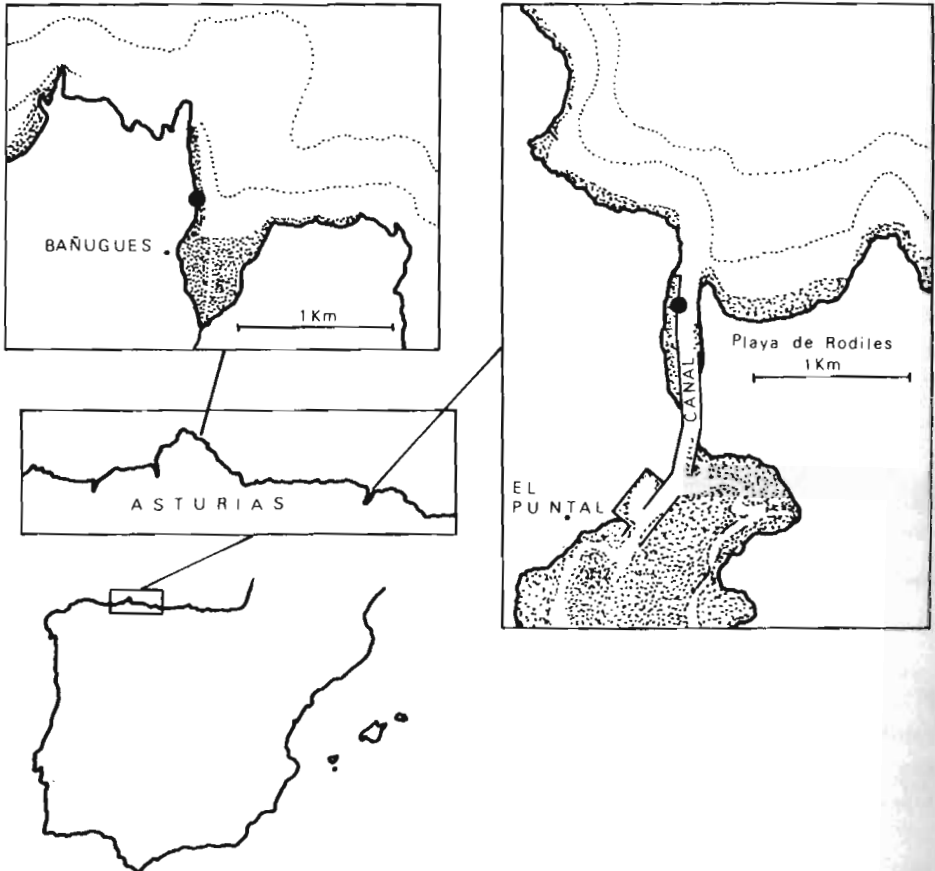


Fig. 1.-Localización de las estaciones de recogida de *Ph. hippocrepi*.

El Puntal (30, TUP, 0723). Los ejemplares fueron encontrados en los bloques de caliza que forman el muro del canal de salida de la ría de Villaviciosa; esta ría es un estuario de pequeñas dimensiones del tipo de mezcla completa. La salinidad en el punto muestreado, para una marea de tipo medio, varía entre 33,5 ‰ y 29 ‰ (salinidad media 32,25 ‰). La estrechez del canal, comparada con la anchura de la ría, hace que la corriente sea muy intensa en este punto y arrastre gran cantidad de partículas.

La fauna y flora acompañantes se dan en la Tabla 1. A pesar de las indicaciones de SELYS-LONGCHAMPS (1907), GILCHRIST (1907) y EMIG (1971) no hemos encontrado *Polydora ciliata*.

De las rocas recogidas en este punto sólo dos presentaban foronídeos (las otras eran muy pequeñas). La primera de ellas era una caliza mudstone de color gris oscuro de 13 × 12 × 12 cm. En una de sus caras (13 × 12 cm) se hallaban 142 foronídeos, lo que supone una densidad media de 0,91 individuos por cm². La distribución de los ejemplares no era uniforme sino que se hacía por agregados; en una zona de 13 cm² había una densidad de 5,7 ind/cm².

La otra roca donde había *Phoronis* era una caliza margosa mudstone de color gris claro de 24 × 26 × 15 cm que sólo presentaba dos ejemplares.

TABLA 1: Flora y fauna acompañantes de *Phoronis hippocrepia* en El Puntal

CHLOROPHYTA

Cladophora sp.

PHAEOPHYTA

Dictyota dichotoma (Huds.) Lamour.

Saccorhiza polyschides (Lightf.) Batt. (fijaciones de 1 cm.)

RHODOPHYTA

Antithamnion plumula (Ellis) Thue in Le Joll.

Corallina mediterranea Aresch.

Cryptopleura ramosa (Huds.) Kylin ex Newton

Gelidium sesquipedale (Clem.) Born. et Thur

Gigartina acicularis (Wulf.) Lamour

Lomentaria clavellosa (Turn.) Gail

PORIFERA

Leucosolenia sp.

Halichondria bowerbankii Burton

CNIDARIA

Tubularia larynx Ell. et Sol.

Ventromma halecioides (Alder)

POLYCHAETA

Potamilla reniformis (O.F. Müller)

Pomatoceros triqueter L.

Lagisca extenuata (Grube)

Nereis irrorata (Malmgren)

Platynereis dumerilii (Aud. et M. Edwards)

SIPUNCULA

Phascolosoma granulatum Leuck.

POLYPLACOPHORA

Acantochiton fasciularis (L.)

Lepidochiton cinereus (L.)

BIVALVIA

Anomia ephippium (L.)

Gastrochaena dubia (Pennant)

Hiatella arctica (L.)

Lithophaga caudigera (Lamarck)

Musculus discors (L.)

Mytilaster minimus (Poli)

DESCRIPCION DE LOS EJEMPLARES

Los animales se narcotizaron con Cl_2Mg al 7 % y después fueron extraídos rompiendo la roca; a continuación, aun narcotizados para evitar su contracción, fueron fijados en líquido de Bouin e incluidos en celoidina-parafina.

La longitud total no ha podido ser determinada con exactitud ya que la forma sinuosa del tubo dentro de la roca hace muy difícil la extracción completa; la observación de los cortes histológicos permite deducir que no debe ser muy superior a los 18-20 mm. El diámetro del animal al nivel del metasoma es de 0,4-0,5 mm. El animal tiene un color blanco lechoso ligeramente grisáceo. Los tubos sobrepasan el sustrato en algunos casos (hasta un máximo de 2 mm) y en otros quedan a ras de la roca; tienen un color blanco amarillento y son un poco translúcidos. En el tubo se ven estrías circulares que pueden corresponder a bandas de crecimiento.

El lofóforo tiene forma de herradura con los extremos fuertemente recurvados hacia el interior, y presenta de 44 a 78 tentáculos; su diámetro es de unos 2,5 mm y la longitud de sus tentáculos de 1,7 mm.

La anatomía nefridial es idéntica a la descrita por EMIG (1968) para esta especie. No ha podido ser comprobada la presencia de las dos fibras nerviosas gigantes; MARS DEN (1959) da a esta dificultad carácter taxonómico para *Ph. hippocrepi*.

La disposición de las bandas musculares en los distintos compartimentos celómicos se ha establecido según las fórmulas de SELYS-LONGCHAMPS (1907) y ha presentado la siguiente variación:

$$\begin{array}{c|c} 11-13 & 13-15 \\ \hline 4-5 & 3-4 \end{array} \quad [31-37]$$

DISCUSION

La ausencia de invaginación bajo el lofóforo, la forma de éste, el número de tentáculos, las particularidades de las fibras gigantes, y, sobre todo, la anatomía nefridial nos caracterizan a la especie encontrada como *Phoronis hippocrepi* WRIGHT 1856.

La presencia de esta especie en el nivel intermareal se corresponde con lo señalado por EMIG (1971) y otros autores. Sin embargo, la presencia de una población bien configurada en una roca de pequeño tamaño contradice la opinión de EMIG (1971), que da un tamaño de $20 \times 20 \times 20$ cm como mínimo necesario para la existencia de una población de *Ph. hippocrepi*.

El bajo número de ejemplares existentes en la caliza margosa mudstone, a pesar de tener un tamaño mayor y por lo tanto más apropiado, parece indicar que es menos apropiada como sustrato de *Ph. hippocrepi* que la caliza mudstone.

La densidad de 5,7 ind/cm² encontrada en algunas zonas localizadas supera la densidad máxima dada por EMIG (1971) de 2 ind/cm² en su extensa revisión sobre los foronídeos.

La distribución y el número de bandas musculares se encuentran dentro de los límites señalados para esta especie, aunque no se corresponden con las fórmulas más corrientes (EMIG 1971). Hay que resaltar la relación anormalmente alta de la musculatura del celoma oral sobre la del celoma anal; el bajo número de individuos estudiados no permite aún generalizar los resultados y considerar esta relación como característica de los individuos de estas poblaciones.

BIBLIOGRAFIA

- ANADÓN, R. y E. ANADÓN (1973).—Primera cita para España del phylum Phoronida. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.)*, **71**: 193-200.
- EMIG, C. C. (1967).—Considerations sur la systematique des Phoronidiens. I. *Phoronis hippocrepi* Wriqth 1856. *Act. Soc. Linn. Bordeaux*, **104** (14): 1-10.
- (1968).—Etude comparative des néphridies de *Phoronis psammophila* Cori, *Phoronis hippocrepi* Wriqth et *Phoronopsis harmeri* Pixell. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **93** (1): 109-114.
- (1971).—Taxonomie et systematique des Phoronidiens. *Bull. Mus. Hist. nat. Paris (Zool)*, **8**: 469-568.
- GILCHRIST, J. D. (1907).—New forms of the Hemichordata from South Africa. *Trans. South. Afr. Phil. Soc.*, **17**: 151-176.
- MARSDEN-RATTENBURY, J. C. (1959).—Phoronidea from the pacific coast of North America. *Canad. J. Zool.*, **37** (2): 87-111.
- SELYS-LONGCHAMPS, M. DE (1907).—*Phoronis*. *Fauna u. Flora Neapel*, **30**: 1-280.
- VIEITEZ, J. M. (1977).—Primera cita para España de la especie *Phoronis psammophila* Cori. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 243-248.

ECOLOGIA

La Ecología es una disciplina obligatoria para la Licenciatura de Ciencias Biológicas adscrita, en nuestra Facultad de Ciencias, al Departamento de Zoología, y dotada con una Adjuntía y una Agregación, vacantes ambas en el presente curso debido al reciente acceso del doctor MOREY ANDREU, agregado interino desde el curso 1971-72 y titular desde marzo del 73, a la Cátedra de Ecología de la Universidad de Santiago.

Expondremos la labor desarrollada en estos siete años en tres aspectos: docente, investigador y de extensión universitaria.

En cuanto al primero, las asignaturas impartidas han sido las de **Ecología** y **Ecología de Sistemas** (5.º y 3.º cursos en la Sección de Biológicas de Oviedo y en la ahora Facultad de Biología de León) y los Cursos Monográficos del Doctorado titulados **Ecofisiología Vegetal** y **Manejo de Recursos Naturales**. También se han realizado dos campamentos de «Prospección Integrada de la Naturaleza» en La Vecilla (León), en 1976 y 1977, con participación de 25 profesores de Oviedo y León y unos 90 alumnos de Ecología.

Con respecto a la investigación, una de las líneas seguidas es el estudio de *ecotipos de leguminosas pratenses en función de su plasticidad morfológica*.

La línea básica es la del estudio de la estructura y dinámica de comunidades terrestres usando una aproximación de tipo multivariante, es decir, basándonos en un muestreo riguroso y elaborando los datos mediante técnicas de análisis factorial, preferentemente análisis de componentes principales y análisis de correspondencias. De esta línea básica derivan muchas líneas parciales:

- Ecología de prados, con las líneas subsidiarias
 - Autoecología de especies pratenses (relaciones clima-suelo-plantas).
 - Clasificación de comunidades pratenses de una zona.
 - Productividad de prados de montaña.
- Estructura y productividad de comunidades forestales.
- Estructura y dinámica de comunidades litorales.
- Estructura de comunidades de insectos y variaciones con el tiempo.
- Variación espacial y temporal de comunidades planctónicas dulceacuícolas.
- Dinámica de vegetación de dunas.

La tercera línea, que hemos empezado a desarrollar aquí, es esencialmente aplicada y podríamos denominarla de *ordenación ecológica del territorio*. Su desarrollo ha obedecido al interés del Departamento de abrirse a la sociedad y a los graves problemas de degradación ambiental que ésta tiene planteados. Esta línea cubre los aspectos ambientales físicos y biológicos, colaborando con otros equipos cuando es necesario cubrir en el trabajo otros aspectos como el cultural y el socio-económico. En esta línea intentamos combinar los aspectos más positivos de la metodología francesa (Escuela de Montpellier) y de la americana (Análisis y Predicción de Impactos, CANTER, 1977).

Resultado de esta labor han sido las publicaciones y comunicaciones en algunos de los muchos congresos y reuniones a que se ha asistido, y que se indican en el Apéndice, y las *Tesinas de Licenciatura* siguientes:

Julio FIDALGO CUE.—«Distribución en el espacio y en el tiempo del plancton de la charca «El Torollu» (Oviedo)». 1973.

Luis F. GUTIÉRREZ CELORIO.—«Aplicación de métodos multivariantes en el estudio del zooplankton de la charca «El Torollu» (Oviedo)». 1973.

Jesús GARCÍA ALBÁ.—«Estudio ecológico de la vegetación de algunas dunas de Asturias y Galicia con aplicación de técnicas de análisis multivariante». 1976.

Fernando J. FLOR RODRÍGUEZ.—«Estudio ecológico de las comunidades algales de la playa de La Maruca (Santander) por métodos multivariantes». 1976.

M.^a Paz SANTAMARINA MARGARETTO.—«Estudio ecológico de encinares asturianos». 1977.

M.^a Jesús GARCÍA MUÑOZ.—«Análisis del territorio en el concejo de Gozón (Asturias)». 1977.

César ALONSO FERNÁNDEZ.—«Distribución de la vegetación en relación con gradientes de encharcamiento y salinidad en las lagunas salobres de Villafáfila (Zamora)». 1977.

Las próximas tesis que se presentarán son las tituladas «Estudio ecológico de las gramíneas pratenses de las cuencas del Pigüaña-Narcea» (Aurelio ANTUÑA), «Estructura y variación anual del estrato muscinal en un bosque de *Castanea sativa*» (Berta FERNÁNDEZ), «Estructura y variación anual del estrato muscinal en un bosque de *Corylus avellana*» (Conchita PASCUAL) y «Aplicación de un modelo de planificación territorial a una zona costera de Santander (Ribamontán al Mar y Ribamontán al Monte)» (Enrique FRANCÉS).

Ha sido presentada la tesis «Análisis multivariante de la variabilidad nutritiva interpoblacional de *Trifolium campestre* SCHR.B.», de J. P. DE NICOLÁS, en la Universidad Autónoma de Madrid (noviembre de 1976), que obtuvo la calificación de Sobresaliente «cum laude», y se leerán próximamente las de los tres profesores ayudantes de la asignatura:

Adoración ABELLA GARCÍA.—«Estructura florística y productividad de pastos de montaña en la zona de Pajares (Asturias)».

Miguel A. ALVAREZ GARCÍA.—«Comportamiento ecológico de especies de leguminosas pratenses del valle del Narcea (Asturias) en relación con factores ambientales».

A. Graciano FERNÁNDEZ CEPEDAL.—«Estudio multivariante de la variabilidad morfológica en poblaciones naturales de *Trifolium pratense* de Asturias en relación con factores ambientales».

Se hallan igualmente en curso de realización varias tesis más, beneficiadas algunas con becas de investigación: «Estructura de las comunidades bentónicas del nivel inferior de la zona litoral rocosa y su recuperación» (M.^a C. FERNÁNDEZ), «Estudio de la estructura y productividad de un hayedo de la Cordillera Cantábrica» (M.^a I. ALVAREZ), «Estudio de las relaciones entre la vegetación y el medio ambiente en la cuenca del Bernesga (León) por métodos de análisis del territorio» (J. E. PÉREZ-PINTO), «Ecología de las comunidades pratenses del valle del Narcea (Asturias)» (A. ANTUÑA), «Estudio de las variaciones estacionales en la composición de comunidades de artrópodos en cuatro biotopos próximos» (P. CISCAR), «Estudio de las relaciones entre la vegetación y el ambiente en el Concejo de Cangas de Onís (Asturias) por métodos de análisis del territorio» (J. GARCÍA-ALBÁ), etc.

En lo referente al tercer aspecto, siempre ha estado en nuestro ánimo la labor de extensión universitaria y colaboración con la sociedad a nivel regional y nacional. En este sentido podemos referirnos a la divulgación científica y a la participación en proyectos prácticos para entidades públicas o privadas. Se han realizado cursillos como los de Educación Ambiental para profesores de EGB y BUP en colaboración con los ICES de las Universidades de Oviedo y Bilbao, dirigido el trabajo de un grupo de estudiantes, publicado con el título «Río Piles: Estudiu de dos fatoes (pH y O₂) que asoleyen el só esfaimientu» (Asturnatura, Vol. III), participado en ruedas de prensa, colaborado en periódicos o pronunciado numerosas conferencias.

Los trabajos realizados han sido el informe sobre las condiciones geográficas, fisiográficas, geológicas, etc., del Concejo de Llanera, en colaboración con Zoología y por encargo del Servicio de Urbanismo de la Diputación P. de Oviedo, informes ecológicos sobre la finca «Costa de'n Blanes» (Portals Nous, Mallorca) y sobre las fincas propiedad de IBIFOR en las islas de Ibiza y Formentera, el proyecto de «Plan Marisquero del Cantábrico. Provincia de Oviedo» (encargo del Consejo Económico Social Sindical Interprovincial de la Cordillera Cantábrica) y el proyecto de «Ordenación Ecológica del Concejo de Cangas de Onís», realizado por encargo de dicho Ayuntamiento asturiano. Precisamente de este proyecto hemos extraído y preparado el siguiente trabajo:

ENSAYO DE APLICACION DE ALGUNOS METODOS DE DESCRIPCION Y EVALUACION DEL AMBIENTE ABIOTICO Y LA VEGETACION EN CANGAS DE ONIS (ASTURIAS)

Por

J. E. PEREZ-PINTO,* J. GARCIA-ALBA,*
A. ALONSO-SANCHEZ** y M. MOREY***

RESUMEN

Se ha realizado una descripción y clasificación del territorio del concejo de Cangas de Onís (Asturias) siguiendo algunos métodos de la escuela fito-ecológica de Montpellier (C.N.R.S.) (Francia).

Para ello se han realizado siete mapas monotemáticos (hipsométrico, hidrográfico, litológico, termométrico, pluviométrico, fitoclimático, y de vegetación actual). Estos han constituido la base para la elaboración de mapas integrados como son los de influencia humana, formaciones vegetales, formas de vegetación y regiones ecológicas.

Por técnicas de superposición, el territorio se ha dividido en 5 Regiones ecológicas, algunas de ellas divididas en Subregiones.

Se exponen las características de cada Región y Subregión, evaluando estadísticamente los aspectos ambientales más significativos.

RÉSUMÉ

Des études systématiques sur la description et classification du territoire ont été effectués à «Cangas de Onís (Asturias, España)» en suivant quelques méthodes de l'école phyto-écologique de Montpellier (C.N.R.S.) (France). Cependant, nous y avons apporté quelques modifications susceptibles de souligner certains caractères très spécifiques de la zone étudiée.

Pour cela on a dressé sept cartes monothématiques à l'échelle de 1/50.000 (carte hipsométrique, hydrographique, lithologique, thermométrique, pluviométrique, phyto-climatique, et de végétation actuelle). Ceux-ci ont constitué la base de l'élaboration de certaines cartes poly-thématiques, aussi à la même échelle: une carte d'artificialisation, une carte des Formations végétales, une carte des Formes de végétation et une carte des Régions écologiques.

Lorsqu'on superpose les cartes monothématiques, on constate que le territoire peut être divisé en cinq Régions écologiques, dont deux ont été à leur fois divisés en Subrégions.

On expose les caractéristiques de chaque Région et subrégion en évaluant statistiquement les divers aspects environnementaux plus significatifs.

* Departamento de Zoología y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo.

** Departamento de Ecología. Facultad de Biología. León.

*** Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Santiago de Compostela.

INTRODUCCION

La ordenación del territorio es un tema extraordinariamente complejo, que puede subdividirse en varios aspectos parciales, cada uno de los cuales tiene su problemática particular. La ordenación del territorio esencialmente comprende las siguientes fases de trabajo: a) Prospección o Descripción del ambiente, b) Análisis y Clasificación y c) Evaluación y Predicción. A su vez el ambiente puede descomponerse en partes que, fundamentalmente, serían las siguientes: a) Ambiente abiótico, b) Ambiente biológico (hombre excluido), c) Ambiente cultural y d) Ambiente socioeconómico (CANTER, 1977). La integración de todos estos aspectos es un problema muy difícil e indudablemente no resuelto, de modo que en toda ordenación del territorio, en función de la formación de los que la llevan a cabo, del objetivo propuesto o de las facilidades de obtención de datos, generalmente alguno de estos puntos pesa más que los demás, dando lugar a deformaciones de enfoque. Así el peso excesivo del ambiente biológico suele llevar a conclusiones excesivamente «conservacionistas», mientras que el peso excesivo del ambiente socio-económico, lleva a proponer un desarrollo tecnológico y económico acelerado en perjuicio de los aspectos culturales y ecológicos del territorio.

En el presente trabajo nos ocupamos únicamente del ambiente abiótico y biológico del territorio del concejo de Cangas de Onís en sus dos primeras fases de descripción o prospección y análisis y clasificación.

El concejo de Cangas de Onís está situado en la parte oriental de Asturias, tiene una extensión de 210 Km² con una población de 10.296 habitantes (censo de 1968), y una densidad de 48,9 habitantes/Km², aproximadamente la mitad que la de Asturias, y que en los últimos años se mantiene más o menos estable. Su capital es Cangas de Onís.

El relieve del Concejo es accidentado, con zonas muy montañosas y acusadas depresiones. La más alta cumbre es Peña Santa de Enol o Torre de Santa María, en el extremo Sur del Concejo, con 2.479 m y la cota más baja está próxima a la capital con tan sólo 70 m sobre el nivel del mar. En conjunto, el relieve puede describirse del siguiente modo: Se distinguen dos valles perfectamente configurados, el del Sella con su afluente el Dobra, de N a S y el del Güeña de E a W. Al N de este último se encuentra la Sierra de Peñamellera con el Pico Mofrecho de 891 m de altitud. Al Sur del valle del Güeña se encuentran las Sierras de Següenco, Priena, Gamonedo y Covadonga, que dan paso al macizo occidental de los Picos de Europa con las altitudes máximas del Concejo. En él está situada una parte importante del Parque Nacional de Covadonga, incluyendo el Monasterio del mismo nombre, que es la ruta más común de entrada al parque y los lagos Enol y de la Ercina (PÉREZ MANRIQUE *et al.*, 1973; Enciclopedia Asturiana, 1970) (Figura 1).

Pretendemos conseguir la división del territorio del Concejo en regiones y subregiones ecológicas, determinadas, no en función de una sola variable ambiental (por ejemplo, de la vegetación o del clima), sino de un conjunto de ellas consideradas simultáneamente. Existen en la actualidad numerosos métodos para conseguir este propósito, que resultan más o menos adecuados según las características del territorio a estudiar, el nivel de información básica del territorio de que se dispone y los medios de trabajo con que se cuenta. Nosotros nos hemos basado en el método desarrollado por la escuela de Montpellier fundada por L. EMBERGER y encuadrada en el C.N.R.S. de Francia (GODRON *et al.*, 1968; LE FLOCH *et al.*, 1969-79; LONG, 1974, 1975, entre otros) realizando numerosas modificaciones para adaptarlo a las circunstancias diferenciales del territorio objeto de nuestro estudio.

METODOLOGIA

La primera fase del trabajo ha consistido en la elaboración de mapas monotemáticos de las principales variables ambientales. Todos ellos se exponen a escala 1 : 50.000, que nos ha parecido la más adecuada para el tamaño del territorio estudiado. Algunos mapas como el hidrológico y el de pluviosidad media anual se han tomado directamente de la bibliografía, realizando simplemente un cambio de escala. Otros, como el de la temperatura media anual, el de regiones climáticas y el litológico, han requerido una cierta elaboración a partir de los datos bibliográficos, mientras que el de grado de influencia humana y el de vegetación han requerido una elaboración directa al no disponer de bibliografía adecuada. Estos mapas monotemáticos han servido de base para la realización de otros más complejos y, en último extremo, para la delimitación de las regiones y subregiones ecológicas.

Para la elaboración de los mapas de pluviosidad y temperatura media anual nos hemos basado en los datos de MATEO (1956, 1959). En el mapa de temperatura hemos aplicado el coeficiente correspondiente al gradiente de altitud sobre las isotermas corregidas al nivel del mar, por lo cual es probable que el mapa se ajuste excesivamente al relieve. El de regiones y subregiones climáticas se ha basado en el de ALLUE (1966). Este autor, que basa su clasificación en la propuesta a escala mundial por WALTER y LIETH (1960), presenta un mapa de toda España a escala de 1 : 1.000.000 claramente insuficiente para poder delimitar las subregiones fitoclimáticas en nuestro Concejo. Para encontrar los límites precisos de las regiones del Concejo hemos recurrido a la propia clave de clasificación propuesta por ALLUE (1966) y la hemos aplicado directamente partiendo del mapa hipsométrico y del termométrico.

El mapa litológico fue realizado por el doctor Flor Rodríguez del Depar-

tamento de Estratigrafía de la Facultad de Ciencias de Oviedo, inspirándose en diversos trabajos [JULIVERT, M. (1967) a y b); MARCOS, A. (1967)].

La elaboración del mapa de vegetación se ha realizado a partir de los fotogramas aéreos de la zona, correspondientes a dos vuelos: uno el vuelo B Americano del año 1956, Escala 1 : 30.000 y otro el de GEOFASA realizado en 1970, Escala 1 : 20.000. Mediante la observación de imágenes isófenas con un estereoscopio, se han delimitado manchas homogéneas de vegetación. Posteriormente se ha comprobado «in situ» cada una de estas manchas isófenas dándoles ya su clasificación definitiva. En algunos casos se han podido observar una clara discordancia entre la fotografía aérea y la realidad, especialmente en las zonas de repoblaciones forestales recientes, que en los fotogramas realizados antes de la repoblación daban imágenes propias de matorral. Las clases de vegetación establecidas lo han sido en función de la escala de representación. Así, por ejemplo, han tenido que unirse en una sola clase los prados y los cultivos en algunas zonas que aparecen en un mosaico de tamaño muy inferior al que puede detectarse en la escala 1 : 50.000 a la que trabajamos. Los mismos motivos nos han obligado a distinguir entre hayedo y hayedo más roca, y matorral y matorral más roca.

Para realizar los mapas de influencia humana, formaciones vegetales y formas de vegetación se ha dividido el territorio en 929 cuadrículas de 0,25 Km² ó 25 Ha, mediante la aplicación de un retículo de 0,5 Km de lado de tal modo que cada cuatro cuadrículas se correspondiesen con una de 1 Km² en la malla obtenida de la proyección Lambert tal y como figura en los mapas topográficos, Escala 1 : 50.000 de la Edición Militar. El número indicado de cuadrículas comprende todas aquellas que afectan al territorio estudiado, incluyendo las que se extienden parcialmente fuera de los límites del mismo. El tamaño de cuadrícula se ha escogido en función del tamaño del territorio, la escala de representación elegida y la diversidad ambiental.

En la elaboración del mapa de grado de influencia humana se ha seguido el criterio propuesto por LONG (1974), modificado para adaptarlo a las características de nuestra región. Los diez grados de artificialización contemplados por LONG, quedan en nuestro caso reducidos a seis por fusión de las categorías 1 y 2 (artificialización nula o débil, respectivamente) y fusión de las categorías 6 (fuerte), 7 (muy fuerte), 8 (extremado) y 9 en la categoría 6. Así nosotros consideramos los siguientes grados de artificialización, con sus equivalentes de la escala de LONG.

Grados de artificialización en el presente trabajo	Grados de artificialización de LONG, 1974
0. Zonas sin vegetación o casi sin vegetación <i>no artificializada</i> .	0
1. <i>Nula o Débil</i> . Bosques climácicos o peneclimácicos, matorrales climácicos más o menos pastados, pastos muy extensivos.	1 y 2
2. <i>Algo débil</i> . Bosques naturales manejados por el hombre, matorrales de utilización extensiva y pastos de siega y diente.	3
3. <i>Media</i> . Repoblaciones forestales, algunas formas de matorral degradado y praderas artificiales.	4
4. <i>Algo fuerte</i> . Repoblaciones con eucaliptos y cultivos.	5
5. Zonas urbanas y alrededores de artificialización <i>fuerte y muy fuerte</i> .	6, 7, 8, 9

El grado de artificialización se ha calculado para cada cuadrícula en función del tipo de vegetación más representado en la misma.

El mapa de Formaciones se ha elaborado siguiendo la clasificación propuesta por la escuela de Montpellier (GODRON *et al.*, 1968), con las siguientes modificaciones.

Formaciones vegetales en el presente trabajo	Formaciones vegetales en Godrón <i>et al.</i> (1968)
Clase 0: Vegetación muy clara o nula. Cobertura de vegetación total inferior al 25 %.	Clase 0: Menos del 25 % de leñosas altas, menos del 10 % de leñosas bajas y herbáceas.
Clase 8: Formación compleja herbáceas-leñosas bajas. Leñosas altas, menos del 25 %. Leñosas bajas y herbáceas, más del 25 %.	Clase 8: Leñosas altas menos del 25 %. Leñosas bajas y herbáceas más del 50 %.

Clase 9:
Formación compleja herbáceas-leñosas bajas-leñosas altas. Entre un 25 y un 50 % de leñosas altas y más de un 25 % de leñosas bajas y herbáceas.

Clase 10:
Zonas urbanas.

Clase 9:
Más del 33 % de las tres categorías de formaciones simples.

No se considera en esta clasificación.

En definitiva resultaron las clases que figuran en el cuadro siguiente:

Formaciones vegetales	Leñoso alto	Leñoso bajo	Herbáceo	Clase
Zonas con muy poca vegetación	0-25 % de vegetación			0
<i>Formaciones simples</i>				
Leñosas altas densas	> 75 %	0-100 %	0-100 %	1
Leñosas altas claras	50-75 %	0-100 %	0-100 %	2
Leñosas altas muy claras	25-50 %	0-10 %	0-10 %	3
Leñosas bajas	0-25 %	10-100 %	0-10 %	4
Herbáceas	0-25 %	0-10 %	10-100 %	5
<i>Formaciones complejas o mosaicos</i>				
Leñosas altas-Leñosas bajas	25-50 %	≥ 10 %	0-10 %	6
Leñosas altas-Herbáceas	25-50 %	0-10 %	≥ 50 %	7
Leñosas bajas-Herbáceas	0-25 %	≥ 25 %	≥ 25 %	8
Leñosas altas-L. bajas Herbáceas	25-50 %	≥ 25 %	≥ 25 %	9
Zonas urbanizadas	0-25 % de vegetación			10

Las modificaciones efectuadas responden a las necesidades de adaptación a las condiciones de nuestra zona, para las cuales la admisión de los porcentajes propuestos por la escuela francesa en las clases que hemos modificado darían una idea falsa de las formaciones de vegetación dominantes en Asturias.

El valor asignado a cada cuadrícula está en función de la formación vegetal más representada en la misma. En el caso de que varias formaciones estén más o menos igualmente representadas en la cuadrícula se atribuye a ésta la clase de vegetación compleja resultante.

La combinación del grado de artificialización y las formaciones vegetales dan lo que se ha denominado *formas de vegetación* GODRON *et al.* (1968). En

nuestro caso a partir de los seis grados de artificialización y las 11 formaciones vegetales consideradas podrían obtenerse teóricamente 66 formas de vegetación; pero como algunas de las posibles combinaciones teóricas son imposibles en la práctica, se han obtenido realmente 36 formas de vegetación, más dos clases sin vegetación, una climática correspondiente a los roquedos de alta montaña y otra muy artificializada de las áreas urbanas.

Finalmente, las regiones y subregiones ecológicas se obtienen por superposición de mapas monotemáticos: Hay que advertir que el término *región ecológica* tal como se usa en este trabajo no pretende tener una validez universal ni ninguna homologación con la denominación de región ecológica de ningún autor en particular ni escuela en general. En la citada escuela de Montpellier se ha tratado reiteradamente el tema de conseguir realizar divisiones ecológicas del territorio jerarquizadas y con amplia validez. Así, ya en 1930, EMBERGER intenta definir el término región ecológica, GODRON *et al.* (1968) definen la región ecológica como una categoría de división del territorio en función de la vegetación y el ambiente situada en el menor nivel de percepción y caracterizada esencialmente por el clima. LONG (1974) mantiene el concepto propuesto por GODRON, aunque amplía el nivel de percepción considerando una categoría por encima de la región, que se llama zona ecológica y que equivale prácticamente a la zona biogeográfica de los geógrafos. Sin embargo LE FLOCH *et al.* (1969-70), con la participación del propio LONG, y basándose en GODRON (1963), definen la región ecológica como zona geográfica separada de otra por límites marcados por la coincidencia de límites de varios mapas monotemáticos al ser superpuestos. Estos mismos autores admiten que tales regiones ecológicas no se corresponden con las que admite tradicionalmente la escuela de Montpellier.

Para la definición de regiones y subregiones ecológicas hemos usado los mapas monotemáticos siguientes: hipsométrico, litológico, climático y de vegetación actual. Quizás la diferencia más notoria con los usados por LE FLOCH *et al.* (1969-70) para realizar la división ecológica del SE de Francia esté en el uso del mapa de vegetación actual en vez del de series de vegetación (equivalentes al de vegetación potencial) usado por los autores citados. El uso del mapa de vegetación actual refleja más claramente la influencia humana y las condiciones actuales de la zona y evita ciertos supuestos teóricos sobre lo que sería la zona sin la intervención humana. Así por ejemplo, una de las regiones, como se verá más adelante, está dominada por las repoblaciones forestales de pinos, y nuestra clasificación ecológica del territorio refleja este hecho real y actual, en vez de unir esta zona a otras adyacentes y de características ambientales en muchos conceptos similares en las que el hombre o no ha intervenido o lo ha hecho de otra manera. Por otra parte no pretendemos, como ya hemos indicado, dar categoría general u homologar los términos de región o subregión ecológica con los de otros autores, sino que creemos que no tiene sentido en la actualidad intentar obtener categorías universales a este respecto, ya que cada territorio, por los datos

disponibles, por el nivel de percepción escogido y/o por las características ambientales particulares, exigirá un tratamiento diferencial, al menos a niveles prácticos.

La separación entre regiones ecológicas se ha hecho cuando al superponer los mapas monotemáticos coinciden los límites de los cuatro temas antes indicados o al menos de tres de ellos, mientras que si sólo coinciden dos se obtienen subregiones ecológicas. Cuando la coincidencia de límites no es exacta, pero sí muy próxima, la línea divisoria de las regiones o subregiones se traza de modo aproximado.

A partir de las regiones y subregiones ecológicas obtenidas se han realizado una serie de estimaciones estadísticas tendentes a caracterizarlas de modo tal que se elimine al máximo el subjetivismo. Así, por lo que respecta a las formaciones vegetales, puede calcularse el porcentaje de incidencia de cada una de ellas, para lo cual se expresa en tanto por ciento el número de cuadrículas de cada formación vegetal en relación con el número total de cuadrículas de la región. Los resultados pueden presentarse en forma de histograma de frecuencia. En el caso de los grados de artificialización, puede procederse de modo similar y, además obtener un valor cuantitativo que exprese el grado medio de artificialización de la región. Para ello es suficiente con multiplicar el número de cuadrículas de cada grado de artificialización por el valor de dicho índice y la suma de estos valores dividirla por el número total de cuadrículas de la región.

RESULTADOS Y DISCUSION

MAPA HIPSOMÉTRICO-HIDROLÓGICO

En este mapa (Figura 1) puede observarse que el territorio está situado en la cuenca del Sella, formando este río y su afluente el Dobra gran parte del límite occidental del Concejo, mientras que otro afluente, el Güeña, que discurre de E a W formando un amplio valle divide el territorio en una zona Norte ocupada en gran parte por la sierra de Peñamellera, con altitudes crecientes hacia el NE y una zona Sur que aumenta paulatinamente de altitud hasta la región de alta montaña de los Picos de Europa en la parte más al Sur del Concejo. Por lo demás la orografía es muy compleja.

MAPA LITOLÓGICO

Como puede verse en la Figura 2, en este Concejo afloran una gran variedad de materiales geológicos que van desde el Paleozoico, pasando por el Mesozoico, hasta los propiamente actuales.

Las rocas más antiguas están representadas por cuarcitas de tonos claros, muy compactas en general, que se han venido denominando como cuarcita

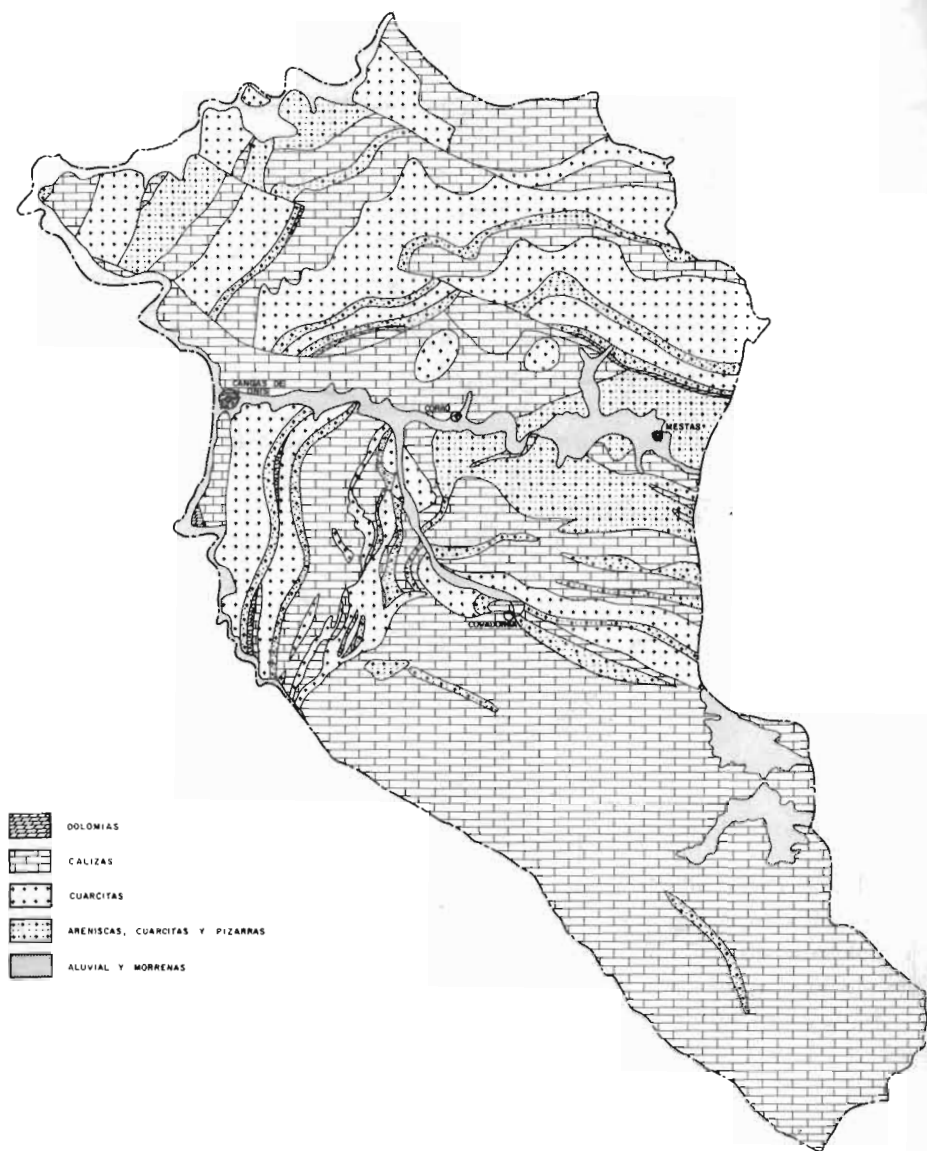


Fig. 2.-Mapa Litológico.

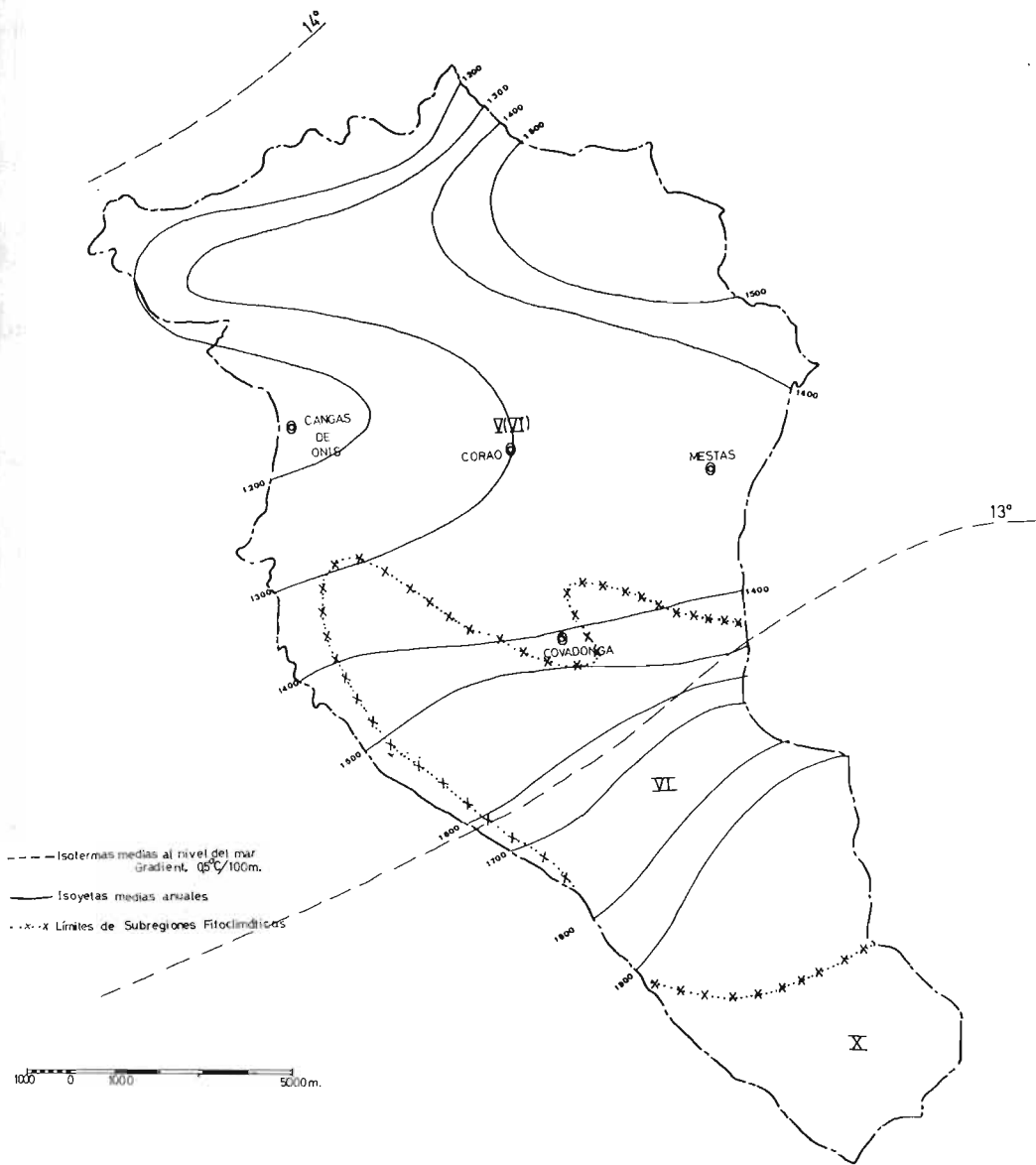


Fig. 3.—Mapa Climático.

Armoricana, de edad ordovícica. Representan una litología ampliamente extendida por la mitad septentrional del Concejo.

Las calizas carboníferas (Griotte y Montaña, particularmente esta última), junto con las calizas mesozoicas, ocupan el mayor volumen de afloramientos de la zona. En cambio las dolomías son escasas encontrándose asociadas a calizas y alternancia de areniscas, cuarcitas y pizarras.

Otro tipo de material se ha reunido teniendo en cuenta las alternancias de areniscas, cuarcitas y pizarras, que dan un conjunto más blando que el correspondiente a las cuarcitas, pero que son en definitiva silíceos.

El cuaternario actual se ha considerado bajo una sola clase, ya que lo constituyen materiales detríticos heterométricos, que varían desde el tamaño de bloques al de arcillas. Aparecen siempre en zonas deprimidas de valles o lagos con una morfología bastante plana y muy apta para el cultivo.

Cabe destacar la gran masa de calizas aflorante en la región Sur a partir de Covadonga aproximadamente y la alternancia de sustratos calizos y silíceos en el resto del Concejo.

MAPA CLIMÁTICO

Mapa en el que (Fig. 3) puede observarse cómo el clima es suave (Atlántico europeo) en las zonas bajas y se va haciendo más frío y lluvioso a medida que aumenta la altitud sobre el nivel del mar. Es interesante hacer notar el gradiente positivo de pluviosidad en sentido W a E en el valle del Güeña, independiente de la altitud y el descenso de las temperaturas reducidas al nivel del mar con el alejamiento del mar hacia el Sur del Concejo. El clima más extendido en el Concejo es el Atlántico-europeo (subregión fitoclimática V (VI)). Se localiza una región de clima centroeuropeo (región climática VI) al Sur de la anterior a partir de la cota de los 500 m y que llega hasta la de 1.500 m, donde empieza la región climática de Alta Montaña (Región X).

MAPA DE VEGETACIÓN ACTUAL

Para la escala usada hemos creído conveniente considerar once clases de vegetación (Figura 4). La clase 1, denominada *Roca desnuda* comprende aquellas zonas con pendientes fuertes en las que la vegetación no alcanza el 25 % de cobertura, y en ocasiones falta por completo. La clase 2 o *prados*, comprende las zonas con dominancia de herbáceas y la 3 las zonas de matorrales. Las 4, 5, 6, 7 son zonas de bosques en las que la propia denominación indica el tipo de bosque de que se trata. La clase 5 ó de *bosque mixto*, se refiere al bosque caducifolio resultante de la alteración por el hombre del primitivo robleal climácico por la introducción del castaño y otras especies arbóreas actualmente naturalizadas en nuestra región. La clase 8 corresponde a las zonas en las que los prados y cultivos forman un mosaico tan fino que no puede distinguirse a la escala del mapa.

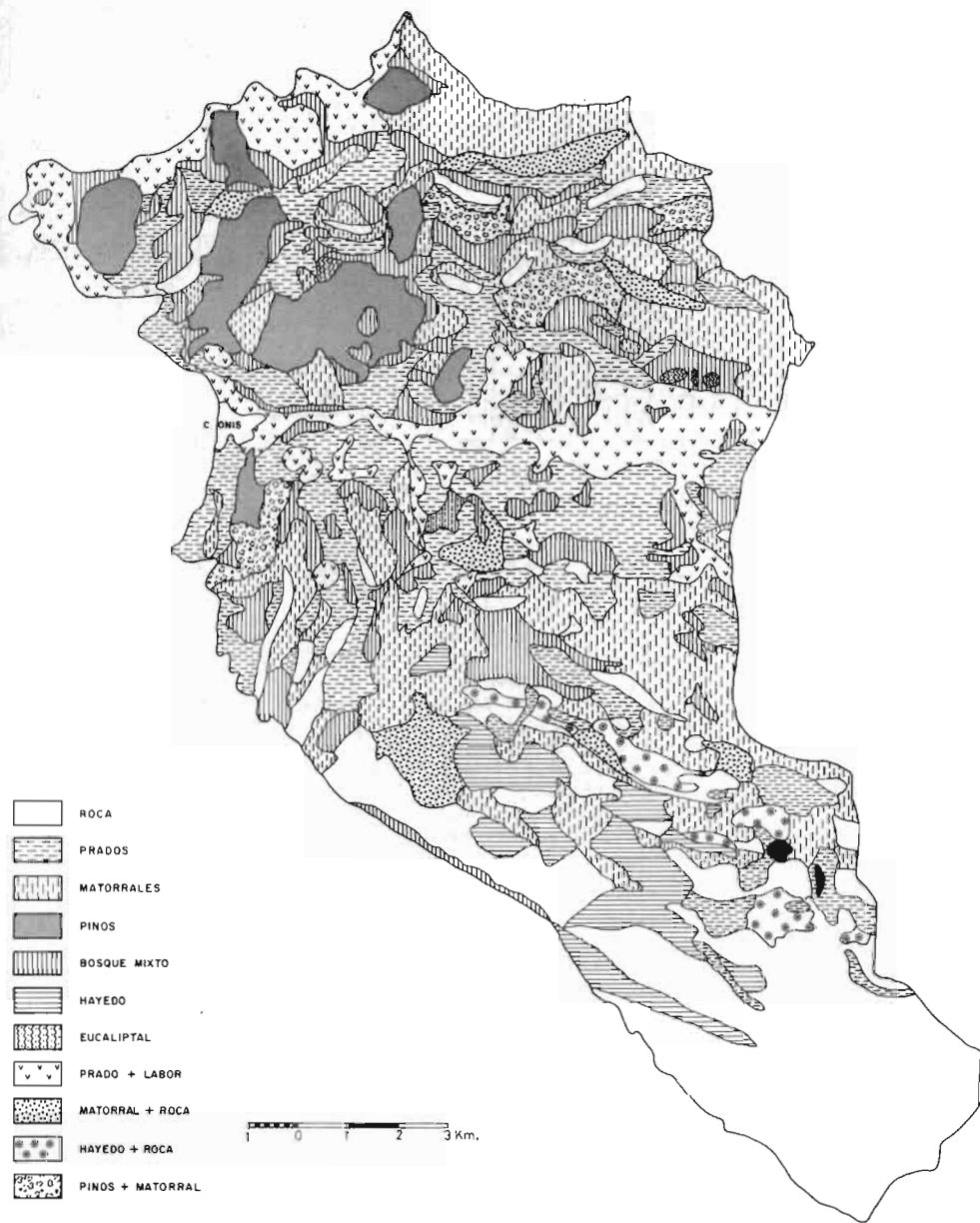


Fig. 4.-Mapa de vegetación actual.

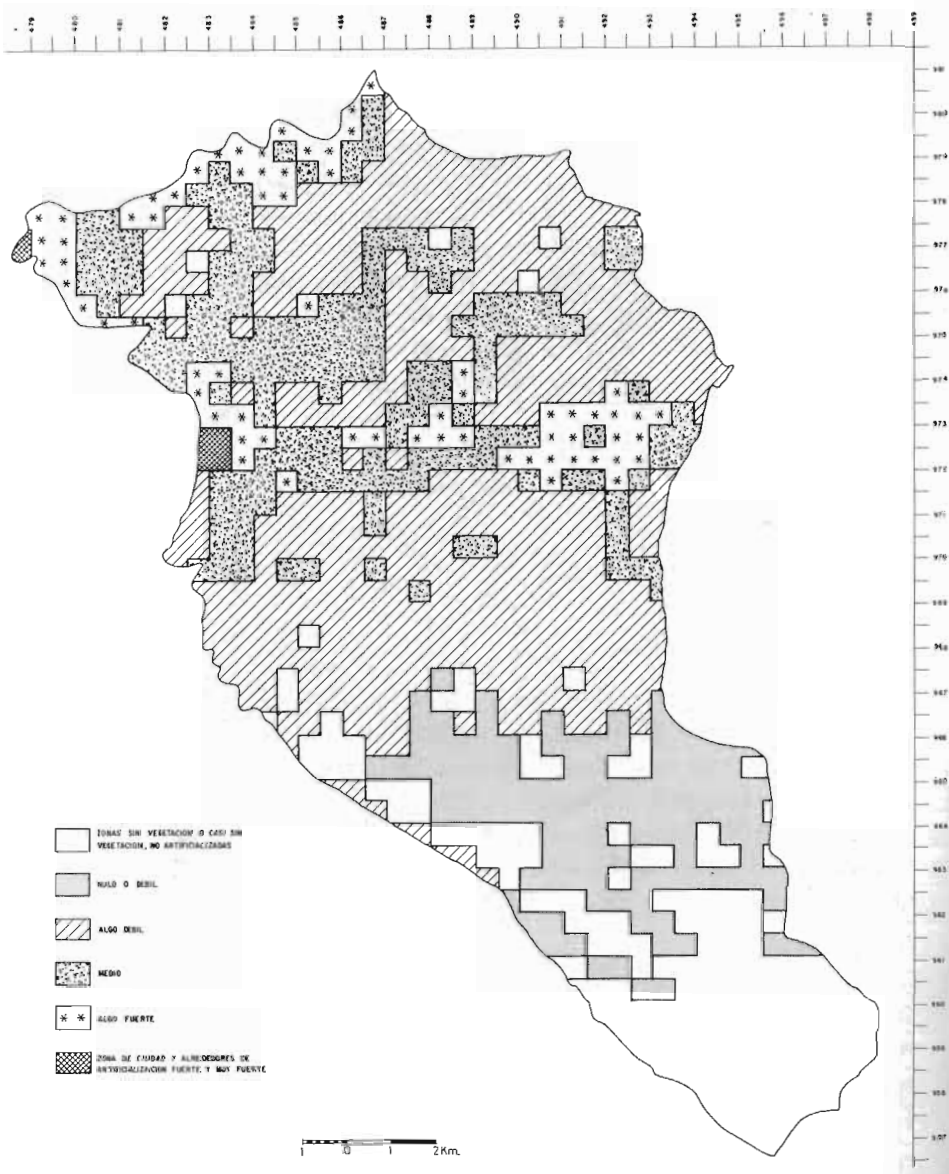


Fig. 5.-Mapa de artificialización.

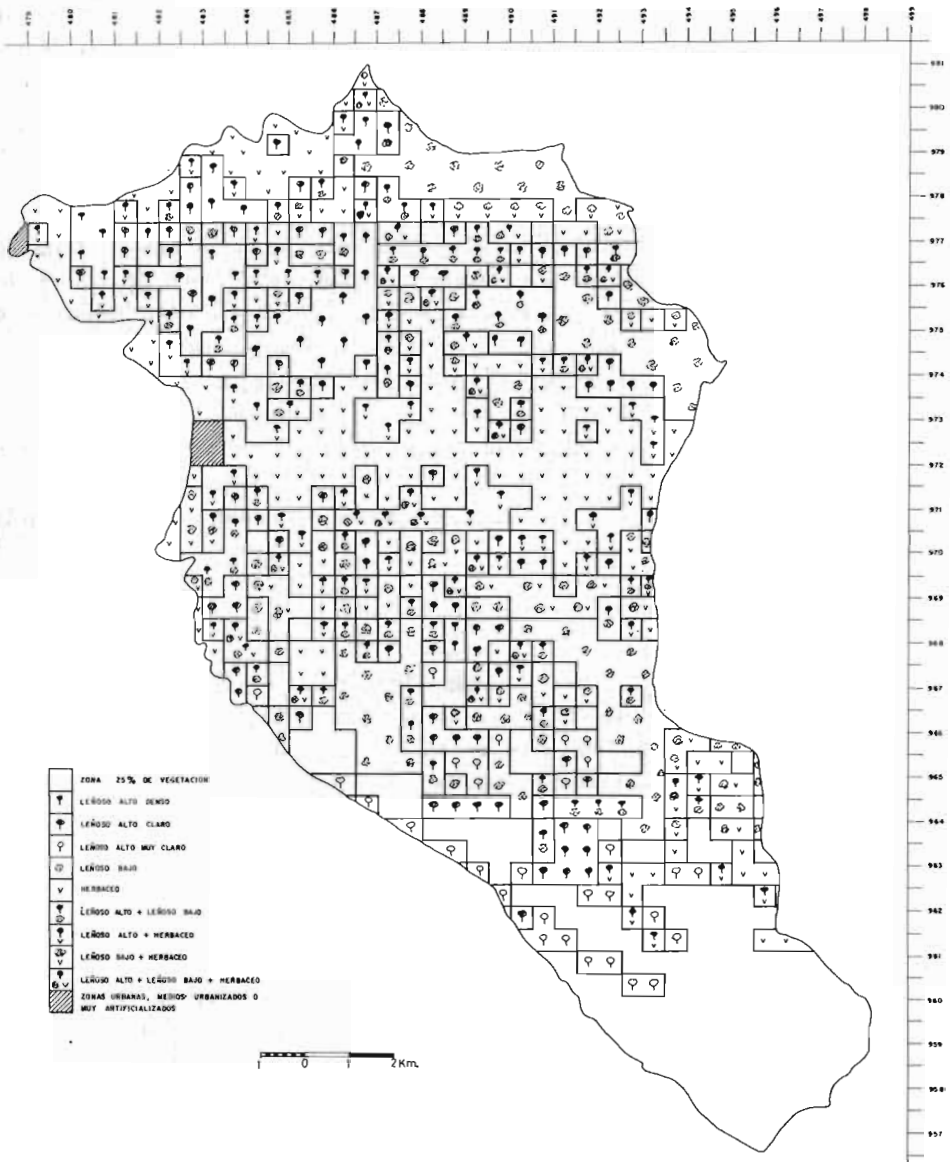


Fig. 6.-Mapa de formaciones vegetales.

Las clases 9 y 10, *matorral más roca* y *hayedo más roca*, pretenden reflejar la existencia en el Concejo de muchas áreas cubiertas por matorral muy degradado (Clase 9) o hayas muy dispersas (Clase 10) con abundancia de roca aflorante, áreas que no pueden ser clasificadas ni como matorral o hayedo, respectivamente, ni como roca desnuda. Finalmente, la clase 11, de *pinos más matorral*, se refiere a aquellos pinares de repoblación reciente con un estrato arbustivo bastante desarrollado.

El análisis del mapa muestra que, salvo en el extremo Sur del Concejo dominado claramente por la roca desnuda, existe un mosaico de clases de vegetación, formado por la alternancia de tipos de vegetación climácicos o peneclimácicos, relativamente poco abundantes, con las diversas formas de alteración de los mismos por el hombre. En líneas generales puede observarse que las zonas bajas están dominadas por pequeños cultivos alternando con los prados o/por grandes áreas cubiertas de prados. Las áreas de matorral se encuentran preferentemente en las zonas de media montaña, así como los bosques mixtos y las repoblaciones de pinos, mientras que los hayedos quedan acantonados en la parte Sur del Concejo.

MAPA DE ARTIFICIALIZACIÓN

Este mapa (Figura 5) muestra en líneas generales la existencia de un gradiente de artificialización decreciente con la altitud, presentando grados de artificialización nulos o débiles casi exclusivamente en el Parque Nacional de Covadonga, mostrando claramente el efecto protector de los Parques Nacionales incluso en el caso, como el que nos ocupa, en que la legislación internacional de Parques Nacionales no se cumple ni remotamente.

MAPA DE FORMACIONES VEGETALES

En este mapa (Figura 6), ya se ha prescindido totalmente de los aspectos florísticos, a los que se hacía algo de referencia en el mapa de vegetación actual, y, en cambio, se ha acentuado notablemente el análisis de la estructura de la vegetación. Los cultivos se han asimilado al tipo de vegetación herbácea, ya que incluso en el caso de los huertos de manzanos, las típicas «pomaradas», que son poco frecuentes en esta zona, la densidad de árboles resulta despreciable a la escala cartográfica usada.

MAPA DE FORMAS DE VEGETACIÓN

Las formas de vegetación obtenidas pueden verse en la Figura 7. En ella se combinan las formaciones vegetales y el grado de artificialización. De las formas

MAPA DE FORMAS DE VEGETACION
(GRADO DE ARTIFICIALIZACION DE LA VEGETACION Y DEL MEDIO)

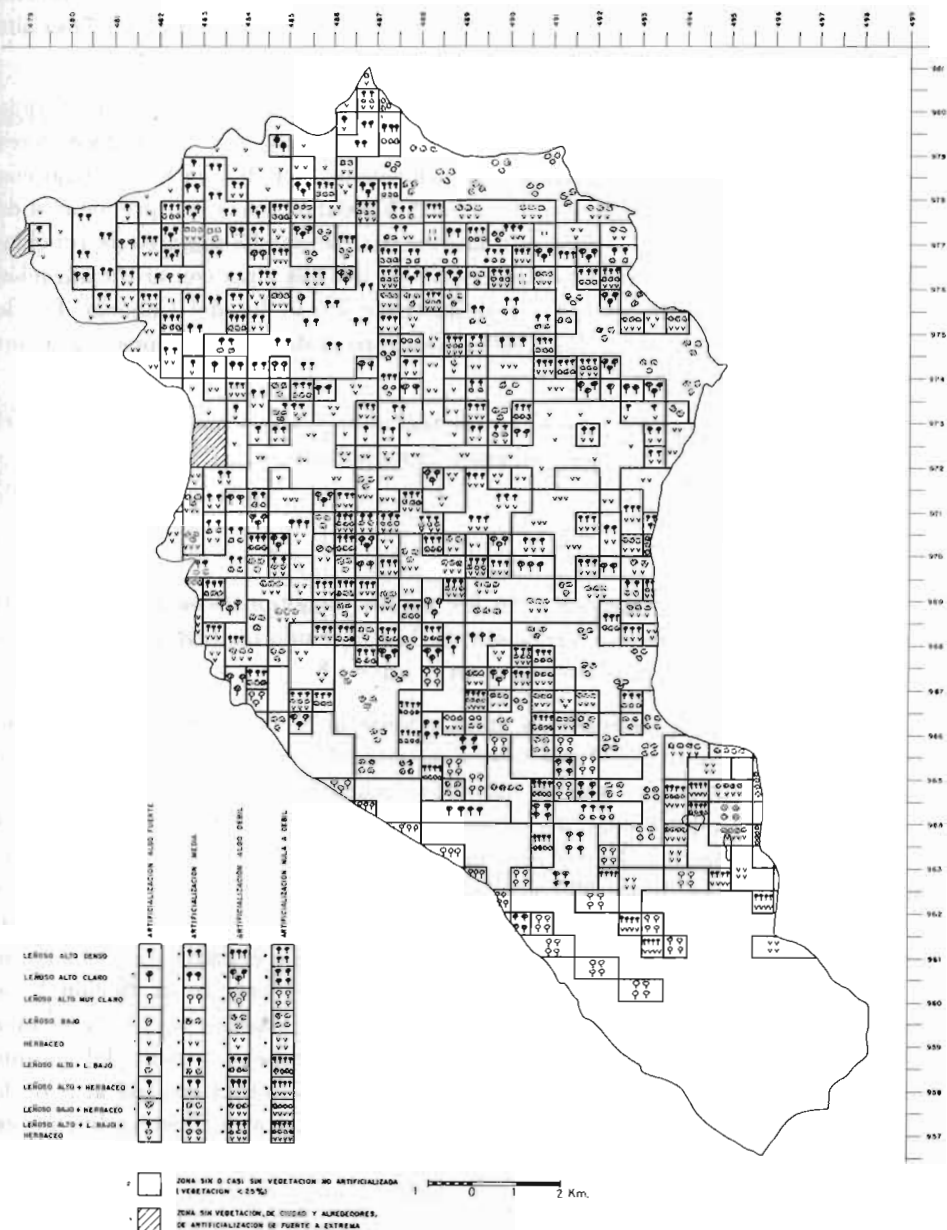


Fig. 7.-Mapa de formas de vegetación.

posibles indicadas algunas de ellas faltan, como leñosa alta muy clara con artificialización media y las siguientes formas con artificialización bastante fuerte, leñosa alta densa, leñosa alta muy clara, leñosa alta más leñosa baja y leñosa alta más leñosa baja más herbácea.

En las zonas bajas del Concejo predominan las formas herbáceas con grado de artificialización algo fuerte y medio. En el NE del Concejo y en los alrededores de los lagos de Covadonga predominan formaciones simples de leñoso bajo con artificialización algo débil, débil o nula. Al NW existen zonas con predominio de formaciones leñosas altas densas con artificialización media (pinos de repoblación), mientras que, las formaciones simples de leñosas altas con artificialización nula o débil se encuentran casi exclusivamente en el Sur del Concejo. Por lo demás, lo más frecuente son las formaciones mixtas de diversos tipos y diversos grados de artificialización.

Con la combinación, pues, de los temas de los dos mapas anteriores, el aspecto de mosaico del territorio se acentúa notablemente.

REGIONES ECOLÓGICAS

Mediante la superposición de los mapas monotemáticos referentes a la topografía, litología, clima y vegetación, se han obtenido las regiones y subregiones ecológicas que pueden observarse en la Figura 8.

La Región A comprende la zona situada al N del valle del Güeña con altitudes superiores a los 300 m s.n.m. Está dividida en dos subregiones, la A₁ o subregión occidental, que incluye numerosas repoblaciones de pinos, y la A₂ o subregión oriental, que comprende la zona más alta con el Mofrecho. La Región B comprende las zonas más bajas del Concejo, desde los 70 m de altitud mínima del mismo hasta la cota de los 300 aproximadamente. Ocupa fundamentalmente la gran depresión del Güeña y se extiende por los límites del Concejo hacia el NW por los valles del Sella y el Zardón y por el SW subiendo el cauce del Dobra, que corre muy encajonado hasta Cangas de Onís. Por debajo de la Región B se extiende la C, formando una franja limitada al S aproximadamente por la isolínea de los 600 m, más o menos coincidente con los límites actuales del Parque Nacional de Covadonga. La región D es muy extensa y está situada al S de la anterior, limitada al mediodía por la cota de 1.500 m s.n.m. Principalmente en razón de la vegetación dominante se divide en tres subregiones, la subregión D₁, que comprende la sierra de Covadonga, excluyendo la abrupta zona de descenso al valle del Dobra, la D₂ situada al Este de la anterior y que comprende la zona de subida a los lagos desde Covadonga, y la D₃, con las zonas situadas al Oeste de la D₁ y al Sur de las D₁ y D₂. Finalmente, la Región E queda limitada al extremo Sur del Concejo e incluye los más altos picachos del mismo.

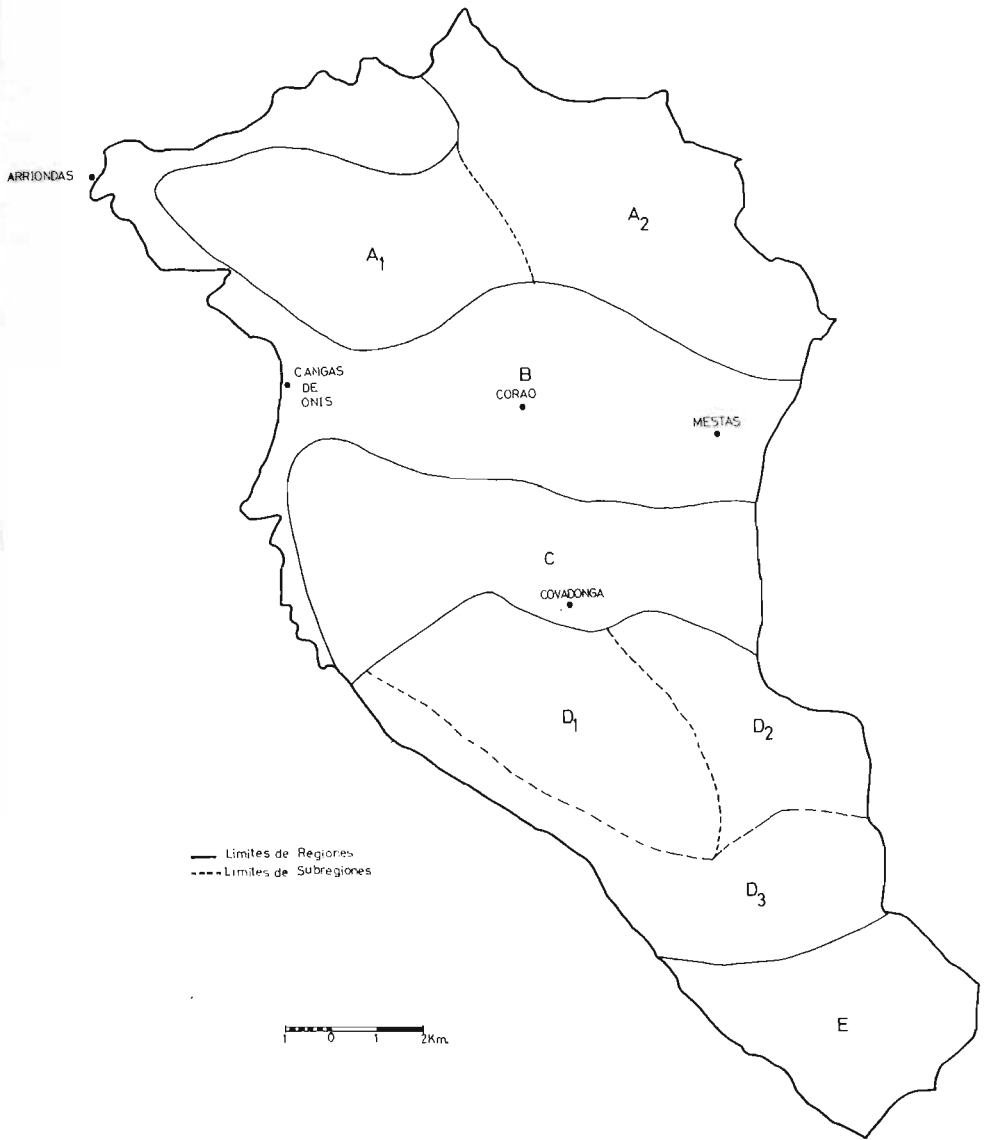


Fig. 8.-Mapa de regiones ecológicas.

CARACTERIZACION DE LAS REGIONES ECOLOGICAS

FORMACIONES VEGETALES

El espectro de formaciones vegetales de las distintas regiones puede verse en la Tabla I y Figura 9. La Región A se caracteriza por la dominancia de las formaciones leñosas altas y leñosas bajas, que se encuentran aproximadamente en la misma proporción; pero los histogramas de sus dos subregiones muestran que ambas formaciones están desigualmente repartidas espacialmente, ya que la subregión A₁ se caracteriza por una dominancia neta de las leñosas altas, mientras que en la A₂ dominan las leñosas bajas. La Región B es la única con un predominio claro de las formaciones herbáceas, mientras que la C es la más equilibrada en cuanto a proporción de formaciones vegetales, registrándose únicamente una ligera predominancia de la formación compleja leñosas bajas-herbáceas. La Región D se caracteriza en conjunto por tener una elevada proporción de

TABLA I

Porcentajes de los espectros de las formaciones vegetales en las regiones y subregiones ecológicas

REGIONES Y SUBREGIONES	A	A ₁	A ₂	B	C	D	D ₁	D ₂	D ₃	E	TOTAL
FORMACIONES											
1 Leñosas altas	31,1	57,2	12,9	8,2	14,7	24,3	31,8	3,4	29,9	0	18,3
2 Leñosas altas + leñosas bajas	14,4	9,4	18,0	3,1	12,5	7,8	17,1	6,9	0	0	8,2
3 Leñosas bajas	27,7	5,2	43,2	1,3	16,3	23,5	31,8	46,6	2,1	0	15,7
4 Leñosas bajas + herbáceas	7,2	3,1	10,1	4,3	22,5	6,2	4,5	17,2	1,0	0	7,6
5 Herbáceas	4,3	6,3	2,9	60,4	10,9	4,9	1,1	5,1	8,2	3,4	19,6
6 Herbáceas + Leñosas altas	8,5	14,6	4,3	17,1	10,1	2,9	0	3,4	5,2	0	8,6
7 L. altas + L. bajas + herbáceas	4,7	2,1	6,4	3,0	10,7	2,1	2,3	5,2	0	0	4,0
8 Roca desnuda	2,1	2,1	2,2	0	2,3	28,4	11,4	12,2	53,6	96,9	17,4
9 Urbanizado	0	0	0	2,6	0	0	0	0	0	0	0,6
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

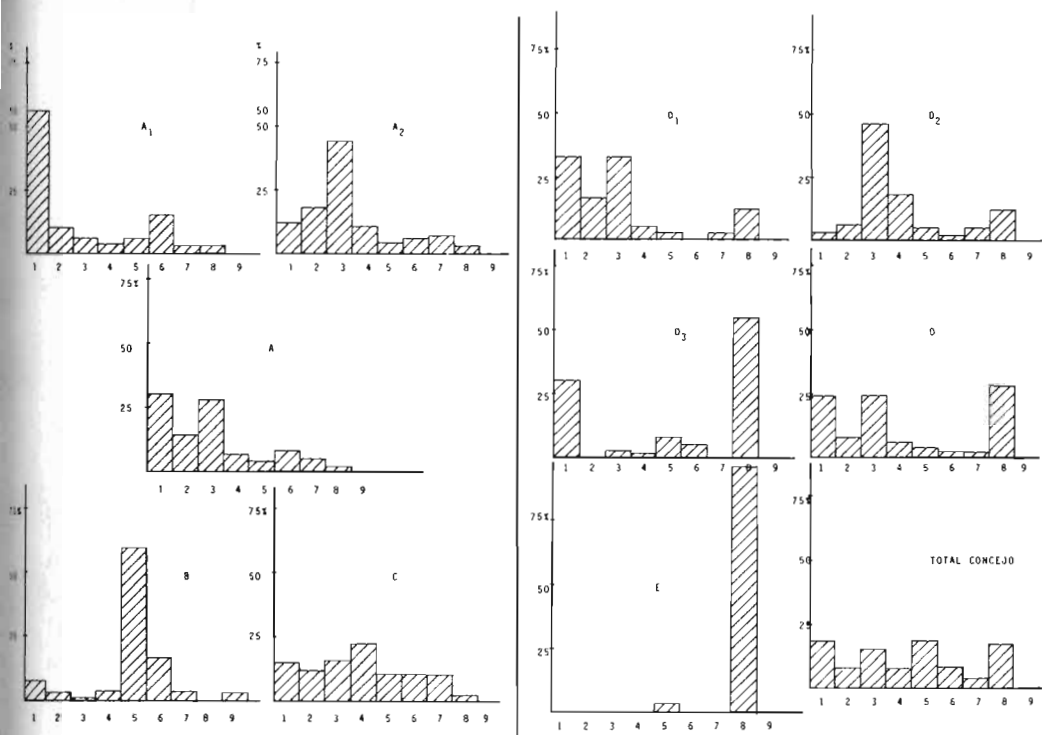


Fig. 9.—Espectros de formaciones vegetales en las regiones y subregiones ecológicas.

roca desnuda, así como de formaciones leñosas altas y leñosas bajas; pero sus tres subregiones muestran espectros muy distintos. Así, la D_1 muestra dominancia de leñosas altas y leñosas bajas, siendo muy similar a la Región A, la D_2 , con clara preponderancia de leñosas bajas es muy parecida a la Subregión A_1 y la D_3 es completamente distinta a las dos anteriores, pues las clases dominantes son la roca desnuda y las leñosas altas. Finalmente, la Región E presenta casi exclusivamente roca desnuda.

Para comparar y clasificar los espectros de vegetación de cada región, podemos recurrir a una simplificación, por la que reducimos toda la información a las tres categorías de vegetación fundamentales, o sea, leñosos altos, leñosos bajos y herbáceos. Para ello, se desgajan las formaciones mixtas en sus partes simples correspondientes. De este modo se obtienen los porcentajes correspondientes a cada formación simple, que se han llevado a la representación gráfica correspondiente (Tabla II, Figura 10).

GRADOS DE ARTIFICIALIZACIÓN

Si se procede de modo similar a como se ha hecho para las formaciones vegetales, pueden obtenerse los espectros de grado de artificialización para las

TABLA II

Porcentajes de los espectros de las formaciones vegetales reducidas a formaciones simples

REGIONES Y SUBREGIONES	A	A ₁	A ₂	B	C	D	D ₁	D ₂	D ₃	E	TOTAL
FORMACIONES											
1 L. alto	44,1	70,0	26,2	19,0	29,5	30,3	41,2	9,3	32,5	0	28,1
2 L. bajo	40,0	12,1	59,3	6,0	37,3	31,7	43,3	59,4	2,6	0	24,9
3 Herbáceo	13,8	15,8	12,3	72,0	30,9	10,7	4,1	16,2	11,3	3,4	28,9
4 Roca, Roca + Urbanizado	2,1	2,1	2,2	3,0	2,3	28,3	11,4	12,1	53,6	96,6	18,1
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

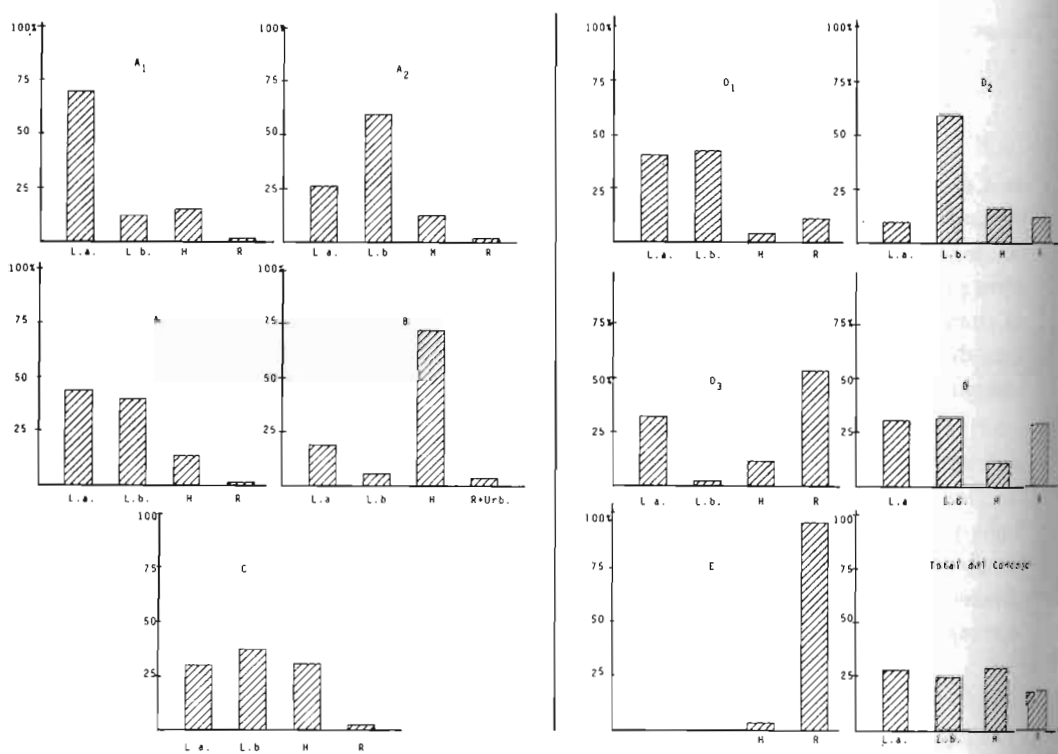


Fig. 10.-Espectros de formaciones vegetales reducidas a las formaciones simples.

distintas regiones y subregiones (Tabla III, Figura 11). Además, puesto que, al contrario de lo que ocurre con las formaciones vegetales, en este caso puede cuantificarse aproximadamente esta variable, es posible obtener un índice numérico que refleje el grado de artificialización medio de un territorio. Para obtener este índice se multiplica el valor asignado a cada grado de artificialización por su frecuencia en la zona considerada y la suma de estos valores se divide por el número total de cuadrados de la zona.

En la figura 11 pueden verse los índices medios de artificialización de cada región y subregión ecológica.

La Región A tiene un índice de artificialización entre bastante débil y medio, siendo algo más elevado el índice de la Subregión A₁ que el de la A₂ debido a las numerosas repoblaciones de pinos. La Región B es la más artificializada del Concejo y es, también donde está asentada la mayor parte de la población; su índice de artificialización es de tipo medio. La Región C tiene un índice promedio de artificialización bastante débil. La Región D tiene un índice de artificialización nulo o débil, estando más artificializadas las Subregiones D₁ y D₂ que la D₃, debido principalmente a la gran proporción de roca desnuda de esta última. Finalmente el índice de artificialización de la Región E es nulo.

En términos generales, podemos indicar que la artificialización sube en principio, desde la Región A hacia la B, y luego vuelve a descender hasta que prácticamente se anula en las zonas más al Sur del Concejo.

TABLA III
Porcentajes de los espectros de artificialización

REGIONES Y SUBREGIONES	A	A ₁	A ₂	B	C	D	D ₁	D ₂	D ₃	E	TOTAL
GRADO DE ARTIFICIALIZACION											
0	2,1	2,1	2,2	0	2,3	28,4	11,4	12,1	53,6	96,6	17,4
1	0	0	0	0	0	47,7	53,4	60,3	35,1	3,4	12,8
2	60,9	42,7	73,4	35,3	85,3	23,9	35,2	27,6	11,3	0	42,4
3	32,8	52,1	19,4	29,4	12,4	0	0	0	0	0	17,5
4	4,2	3,1	5,0	32,4	0	0	0	0	0	0	9,3
5	0	0	0	2,6	0	0	0	0	0	0	0,6

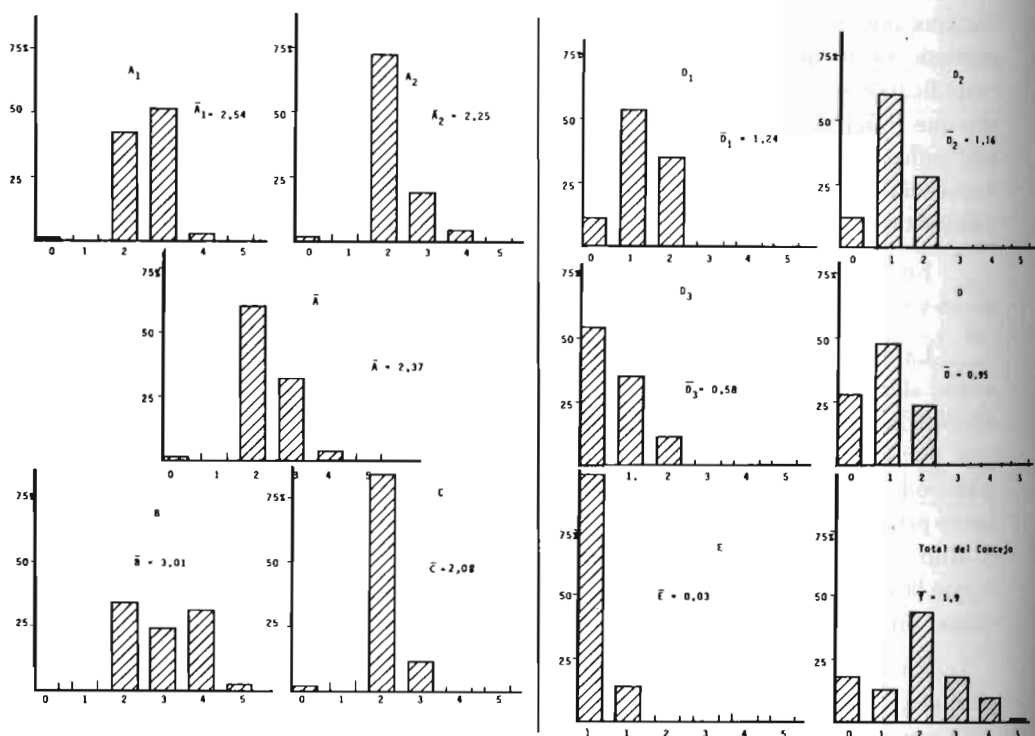


Fig. 11.-Espectros de grados de artificialización.

FORMAS DE VEGETACIÓN

Para el análisis de las formas de vegetación, se ha procedido a la construcción de un espectro expresado mediante figuras circulares (Figura 12, Tabla IV).

Para ello, se partió de las formaciones vegetales reducidas a las formaciones simples. (Leñosa alta, leñosa baja, herbácea, y roca más urbanizado). En cada región el porcentaje de cada formación es proporcional a la superficie del círculo correspondiente. Internamente cada círculo está subdividido en sectores circulares también proporcionales al porcentaje del índice de artificialización. La simbología adoptada es similar a la de la figura 6, pero con las simplificaciones que lleva consigo el referirnos únicamente a las formaciones simples relativas y la unificación de todas las clases de leñosos altos (leñoso alto, leñoso alto claro y leñoso alto muy claro). Las clases relativas a roca desnuda y urbanizado quedan reflejadas única y exclusivamente en el cuarto círculo.

Como se puede apreciar en la Región A dominan por un igual las formaciones leñosas altas y leñosas bajas, con una diferencia, y es que en las primeras predomina un grado de artificialización medio, mientras que en las leñosas bajas domina el grado 2, algo débil. Su significado puede verse más claramente obser-

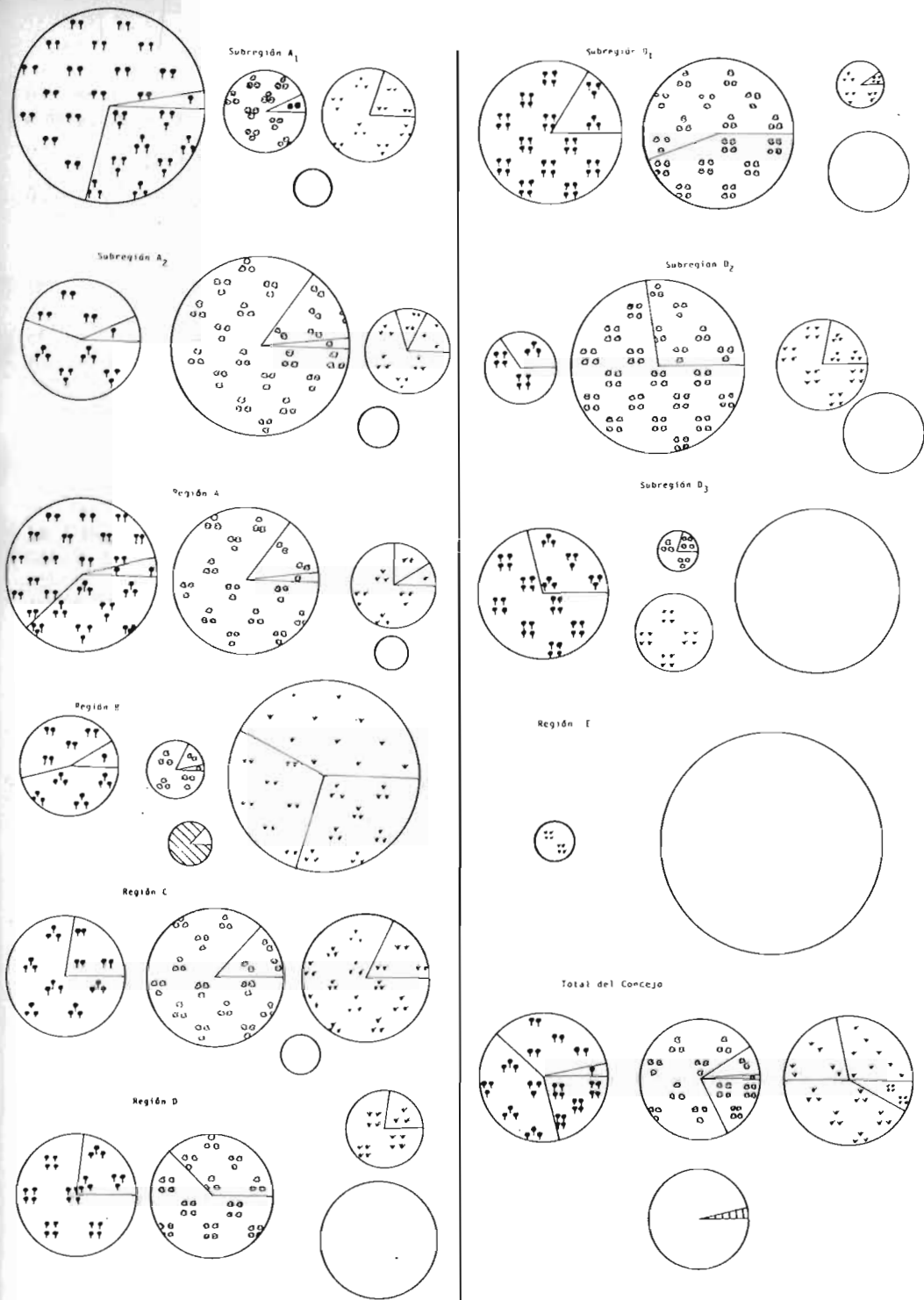


Fig. 12.—Espectros de formas de vegetación.

TABLA IV

Porcentajes de los espectros de formas de vegetación en las regiones y subregiones ecológicas

REGIONES Y SUBREGIONES	A	A ₁	A ₂	B	C	D	D ₁	D ₂	D ₃	E	TOTAL
FORMACION-GRADO DE ARTIFICIALIZACION											
L. alto-1	0	0	0	0	0	77	84	66	71	0	21
L. alto-2	37	27	55	45	78	23	16	34	29	0	41
L. alto-3	58	70	38	46	22	0	0	0	0	0	35
L. alto-4	5	3	7	9	0	0	0	0	0	0	3
L. bajo-1	0	0	0	0	0	57	44	73	19	0	18,6
L. bajo-2	85	92	85	82	87	43	56	27	81	0	72
L. bajo-3	12,5	8	13	15	13	0	0	0	0	0	8,6
L. bajo-4	2,5	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0,6
Herbáceo-1	0	0	0	0	0	78	10	78	100	100	8
Herbáceo-2	75	80	70	30	82	22	90	22	0	0	41,5
Herbáceo-3	16	20	12	28	18	0	0	0	0	0	22,5
Herbáceo-4	9	0	18	42	0	0	0	0	0	0	28
Roca	100	100	100	13	100	100	100	100	100	100	94,4
Urbanizado	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0	3,6

vando los espectros de las Subregiones A₁ y A₂. Es prácticamente la Subregión A₁, la que engloba todas las formaciones leñosas altas y en un máximo porcentaje (70 %) de grado de artificialización media, mientras que en la A₂ predominan las leñosas bajas, cuyo máximo porcentaje (85 %) corresponde al grado de artificialización algo débil. Ello se debe a que en la Subregión A₁ dominan las grandes manchas de bosques de repoblación (pinares) que ya hemos mencionado. Por otro lado, la orografía en conjunto de toda la región está reflejada por la menor proporción de formaciones herbáceas presentes y porque su grado de artificialización es fundamentalmente de índice 2 (75 %). Ello es debido a que dentro de tales formaciones predominan los pastos de siega y diente sobre las praderas artificiales y los cultivos. En la Región B destacan netamente las formaciones herbáceas con grados de artificialización 4 (42 %), 3 (28 %) y 2 (30 %). Esto se explica porque en esta región es donde está la parte de menor relieve del Concejo, incluyendo fundamentalmente los valles de los ríos Güeña y Sella. Es la zona más accesible por el hombre y por ello la más artificializada. La Región C presenta un espectro muy equilibrado, tanto en formaciones como en artificialización. No domina ningún tipo de formación en particular y destaca claramente el índice de artificialización 2 en todas las formaciones (78 % en leñosas altas, 87 % en

leñosas bajas y 82 % en herbáceas). Se aprecia una disminución de la artificialización en relación con la región anterior, así como un menor porcentaje de las formaciones herbáceas. En la Región D se acentúan estas tendencias, disminución de la artificialización (índices 1 y, fundamentalmente, el 2) y del porcentaje de formaciones herbáceas, que quedan reducidas a un 10,7 %. Por otro lado, se dispara considerablemente la parte de roca desnuda. Nos encontramos en el inicio de la parte más accidentada del Concejo. Si observamos los gráficos correspondientes (Figura 12) a las Subregiones D₁, D₂ y D₃ podemos matizar estas apreciaciones indicando en la D₁ la existencia de un equilibrio de formaciones altas y bajas, que dominan muy netamente sobre las herbáceas, si bien las dos primeras se diferencian en los índices de artificialización, dominando el índice 2 en leñosas bajas y el 1 en leñosas altas. La Subregión D₂ está claramente dominada por las leñosas bajas de índice 1. Existe una mayor proporción de herbáceas del mismo índice de artificialización. En la D₃, que envuelve por el S y W a las dos anteriores, destaca la roca desnuda que supera netamente al resto de las formaciones. Globalmente en esta región parece que haya un aumento proporcional de leñosas bajas hacia el E y un aumento de roca desnuda hacia el S. La Región E está constituida casi exclusivamente por la roca desnuda de alta montaña.

En el total del Concejo, como ya se vio, los tres tipos básicos de formaciones vegetales están equilibrados, pero las formas de vegetación correspondientes son muy distintas, siguiendo un grado de artificialización creciente desde las leñosas bajas hasta las herbáceas pasando por las leñosas altas.

CARACTERIZACION GLOBAL DE LAS REGIONES Y SUBREGIONES ECOLOGICAS

REGIÓN A

Situada al NE del Concejo, tiene un rango de altitudes entre los 300 y los 891 m, si bien la mayor parte del territorio se encuentra por debajo de los 600 m. Presenta una alternancia de grandes zonas calizas y silíceas. Tiene clima atlántico-europeo. La pluviosidad aumenta notablemente de Este a Oeste entre los 1.200 mm y los casi 1.600. La vegetación está constituida preferentemente por matorrales en el Este (Subregión A₂) y por pinares (*Pinus radiata*) en el Oeste, (Subregión A₁). Los matorrales se han formado probablemente por degradación de los bosques primitivos climáticos como demuestra la presencia de minúsculos retazos de hayedos, no cartografiables por sus escasas proporciones. Los pinares de la Subregión A₁ están asentados en todos los casos sobre sustrato silíceo (casi exclusivamente cuarcitas). El análisis de los fotogramas aéreos del vuelo B americano de 1956, mostró que la mayor parte de las zonas ocupadas actualmente por pinares de repoblación eran grandes extensiones de matorral, probablemente de

brezal-tojal según se deduce de las imágenes isófenas que presentan los matorrales de otras zonas que todavía persisten.

REGIÓN B

Comprende las altitudes más bajas de todo el Concejo y ocupa las grandes depresiones con mayor densidad de población y mayor influencia humana. Aunque su clima es atlántico europeo, como los de las Regiones A y C, es mucho más suave. La vegetación está dominada por prados de siega y diente y cultivos en las proximidades de las poblaciones, lo cual origina el mayor grado de artificialización de todas las regiones del Concejo. Sin embargo, quedan algunos restos de bosque mixto que de todos modos no es tan abundante como en las Regiones A y C. Este bosque mixto es el resultado de la modificación de los robledales climácicos primitivos por introducción de especies alóctonas como el castaño, que se puede considerar hoy prácticamente naturalizado. Hay que destacar la ausencia de robledales climácicos en todo el Concejo.

REGIÓN C

Tiene una variación de altitudes similar a la Región A, pero se diferencia notablemente de ésta, por la orientación general del territorio, por mayor variación del sustrato litológico y sobre todo por su vegetación que es más equilibrada y uniforme en su conjunto. Además, aunque no tiene cotas tan altas como la Región A debido a su mayor lejanía del mar, sus zonas más elevadas tienen clima Centroeuropeo. El límite Sur de esta región coincide aproximadamente con el límite actual del Parque Nacional de Covadonga, con la particularidad de que el Santuario queda incluido dentro de esta región.

REGIÓN D

Tiene clima Centroeuropeo, un sustrato litológico constituido casi exclusivamente por calizas con algunos suelos aluviales y de morrena en la región de los Lagos y una vegetación caracterizada por ser ya el dominio del haya.

Las tres subregiones de que consta se distinguen fundamentalmente por la vegetación. La D_1 es la que presenta hayedos más importantes en extensión y más densos. La D_2 , muy similar en cuanto a espectro de formaciones vegetales a la A_2 , se caracteriza por sus extensiones de matorral y sobre todo por sus grandes pastizales de diente asentados sobre sustrato de morrenas, que se continúan en la Subregión D_3 . Esta se diferencia de las otras dos por sus grandes áreas de roca desnuda, debidas probablemente a las fuertes pendientes que marca su orografía.

En esta región son muy frecuentes las zonas con hayas grandes dispersas, con baja cobertura, y sin el espectro de edades en la población que cabría esperar en un hayedo bien desarrollado. Es posible que la presión de los herbívoros, ya

sean de pastoreo o cinegéticos impida la evolución de estas zonas hacia hayedos más densos.

REGIÓN E

Está constituida por caliza de montaña casi sin vegetación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a don Germán Flor Rodríguez, del Departamento de Estratigrafía de la Facultad de Ciencias, a don Felipe Fernández Alonso, biólogo y a don Gabriel Castro, ingeniero técnico agrícola, su colaboración y la ayuda prestada en diferentes aspectos durante la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ALLUE, J. L. (1966).—*Subregiones fitoclimáticas de España*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
- CANTER, L. W. (1977).—*Environmental Impact Assesment*. Mc Graw-Hill Books Co. N. York.
- EMBERGER, L. (1970).—Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. *C. R. Acad. Sci.*, **191**: 389-391.
- LE FLOCH, E. et al. (1969-1970).—*Cartographie de la végétation et de son Ecologie* in Atlas Régional du Languedoc. Berger-Leuvrault. Paris.
- GRAN ENCICLOPEDIA ASTURIANA (1970).—Tomo IV.
- GODRON, M. (1963).—*Esquisse des régions naturelles (Maroc)*. Inst. Nat. Rech. Agron. Rabat. Maroc.
- GODRON, M. et al. (1968).—*Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*. Editions du C.N.R.S. Paris.
- JULIVERT, M. (1967).—La ventana tectónica del río Color y la prolongación septentrional del manto del Ponga. *Trabajos de Geología, n.º 1*: 1-26, 3 figs., 1 mapa. Fac. Ciencias. Universidad de Oviedo.
- JULIVERT, M. (1967).—La ventana del río Monasterio y la terminación meridional del manto del Ponga. *Trabajos de Geología, n.º 1*: 59-76, 5 figs., 1 mapa, Fac. de Ciencias. Universidad de Oviedo.
- LONG, G. (1974).—*Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. I. Principes généraux et méthodes*. Masson. Paris.
- LONG, G. (1975).—*Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. II. Application du diagnostic phyto-écologique*. Masson. Paris.
- MARCOS, A. (1967).—Estudio geológico del reborde NW de los Picos de Europa (región de Onís, Cabrales. Cordillera Cantábrica). *Trabajos de Geología, n.º 1*: 39-46, 1 fig., 1 mapa. Fac. de Ciencias. Universidad de Oviedo.
- MATEO, P. (1956).—Pluviometría de Asturias. *Pub. del Servicio Meteorológico Nacional. Serie A. Memoria, n.º 28*. Madrid.
- MATEO, P. (1959).—Termometría de Asturias. *Pub. del Serv. Meteorológico Nacional. Serie A. Memoria, n.º 31*. Madrid.
- PÉREZ MANRIQUE et al. (1973).—*Situación actual y perspectivas de desarrollo de Asturias*. 4 tomos. Confederación Española de Cajas de Ahorros. Madrid.
- WALTER, H. y LIETH, H. (1960).—*Klimadiagramm-Weltatlas*. Guntar Fischer Verlag. Jena.

DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE ANATOMÍA Y ANTROPOLOGÍA

(Director: Prof. Dr. Antonio PEREZ CASAS)

ANTROPOLOGÍA

En 1966 se crea en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo el Departamento de Antropología, del que fue catedrático y director el doctor PONS ROSELL hasta enero de 1968, en que se trasladó a Madrid.

En 1972 se crea el Departamento Interfacultativo (Ciencias-Medicina) de Anatomía y Antropología. En la actualidad está solicitado el desdoblamiento del Departamento en uno de Anatomía Humana para Medicina y otro de Antropología para Ciencias*. Es titular de la Agregación de Ciencias el Dr. José E. EGOICHEAGA RODRÍGUEZ y Adjunto interino el Dr. Pedro GÓMEZ GÓMEZ.

La Antropología Biológica es una materia interdisciplinar que abarca aspectos aparentemente tan diversos como la Ecología Humana, la Demografía, la Fisiología y Anatomía comparadas, la Inmunología, la Citogenética, la Genética de Poblaciones, la Psicología Social, la Raciología, etc. Por ello, el antropólogo, necesariamente especialista en alguna de las parcelas de la Bioantropología, ha de desempeñar ante todo el papel de integrador de todos aquellos conocimientos que proceden de la investigación de otros muchos especialistas, no necesariamente antropólogos, como médicos, bioquímicos, geneticistas, anatomistas, zoólogos, etc., y contemplarlos bajo el aspecto de las coordenadas que definen a la Antropología: variabilidad-espacio-tiempo. La Antropología pues, estudia la variabilidad humana normal y la patológica en el espacio y en el tiempo; la Bioantropología estudia los aspectos biológicos de la Humanidad, mientras que la Antropología Cultural se ocupa de los culturales.

De acuerdo con el Plan de Estudios de 1977 la asignatura de **Antropología General** es obligatoria para los alumnos de Biología Animal y optativa para los de otras ramas. La de **Biología de Poblaciones Humanas** es optativa para todas las ramas. Tanto una como otra pueden ser elegidas como optativas en cuarto o en quinto curso de la Licenciatura, mientras que la Antropología General, como asignatura fundamental, se cursa en quinto.

* Concedido por O. M. de 27/2/79. (N. de R.).

Como cursos monográficos de doctorado se han desarrollado hasta el momento los de Aplicaciones a la medicina y a la antropología del análisis dermatoglífico y el análisis demográfico en los estudios de Genética de Poblaciones Humanas. Asimismo, profesores del Departamento imparten cursos de Biología General en Biológicas.

La investigación desarrollada está orientada básicamente al conocimiento de la estructura genética de la población asturiana en particular y al de toda la región norte de la Península en forma más general. Para ello se están siguiendo varias líneas de investigación que hasta el momento se circunscriben a las poblaciones ubicadas al norte de la Cordillera Cantábrica y ciertos valles leoneses. Los trabajos desarrollados hasta el presente o en vías de realización abarcan ciertas cuestiones relacionadas con determinados aspectos de la Biología de Poblaciones (demografía, endogamia, ecología), Somatología (desarrollo, crecimiento, análisis de la bilateralidad, diferencias sexuales, índices cefálicos, grupos sanguíneos) y Genética de Poblaciones (análisis de polimorfismos, determinación de frecuencias génicas y genotípicas de ciertos caracteres, etc.).

Los trabajos ya realizados han conducido a la elaboración de las Tesis doctorales y Tesinas de licenciatura que se relacionan a continuación, así como a un número relativamente importante de Comunicaciones a Congresos y trabajos publicados en diferentes revistas.

Tesis:

EGOCHEAGA, J. E.—«Análisis de los dermatoglifos en asturianos y su relación con otras poblaciones». Fue la primera Tesis doctoral leída en la Sección de Biológicas de Oviedo y calificada con Sobresaliente «cum laude», 1972.

GÓMEZ, P.—«Estudio antropológico de cuatro altos valles de la Cordillera Cantábrica». Sobresaliente «cum laude», premio «Bernardino de Sahagún» para trabajos científicos, 1976.

FERNÁNDEZ RICO, M.^a M.—«Análisis del desarrollo y crecimiento de la población infantil y adolescentes de ambos sexos en Asturias». (En vías de realización).

Tesinas de licenciatura:

GÓMEZ, P.—«Estudio de las líneas papilares de las manos de los habitantes de Valdeón y su significado antropológico», 1973.

FUENTE ALVAREZ, M.^a V.—«La edad de la menarquía en adolescentes asturianas y su interés antropológico», 1975.

FERNÁNDEZ RICO, M.^a M.—«Estudio sobre el crecimiento en niños varones escolares de Oviedo», 1975.

MEXIA UNZURRUNZAGA, F.—«Estudio de las líneas dermopapilares dactilares en mujeres vascas y su comparación con las de otras poblaciones», 1975.

VILLADANGOS RODIL, J. M.—«Estudio dermatoglífico de dos concejos asturianos (Parres y Piloña)», 1978.

LA VARIABILIDAD TIPOLOGICA DE LOS TORBELLINOS DACTILARES EN ASTURIANOS

Por

J. E. EGOCHEAGA

Departamento de Antropología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

En el presente trabajo se propone la utilización del análisis diferencial de la tipología de los torbellinos en los estudios dermatoglíficos de interés antropológico. Se señala la metodología y la clasificación de las figuras, así como la utilización que de ello se sigue en los análisis de la heterolateralidad manual, diferencias sexuales y de poblaciones.

El método propuesto se aplica al estudio de una muestra de 510 asturianos de ambos sexos y en donde queda demostrada la utilidad del análisis tipológico diferencial de los torbellinos en la investigación de las diferencias bimanuales al encontrarse frecuencias muy dispares en la distribución de los torbellinos dextrógiros y levógiros en una y otra mano, así como la de otros tipos de torbellinos para algunos dedos. Igualmente el método se ha mostrado eficaz en el estudio de las diferencias sexuales y en la comparación de la población asturiana aquí estudiada, con otras poblaciones de la región Cantábrica.

RÉSUMÉ

Dans le présent travail se propose la réalisation de l'analyse différentielle de la typologie des tourbillons digitales dans les études dermatoglyphiques. En conséquence se signale la méthodologie employée et la classification des figures dactyloglyphiques, autant que la application que se suive aux analyses de la asymétrie hétérolatérale manuelle, différences sexuelles et parmi populations.

Pour démontrer l'utilité de l'inclusion dans les études dermatoglyphiques de l'analyse typologique différentielle des tourbillons, on a étudié une échantillon de 510 asturiens de deux sexes. L'analyse typologique des tourbillons se montre particulièrement intéressant dans la détermination des différences bimanuelles, en pouvant s'appliquer avec issue favorable à l'analyse des différences sexuelles, autant que à l'établissement du degré d'affinité parmi populations, en comparant aux asturiens avec autres populations de la région Cantábrica.

SUMMARY

This paper proposes a classification and some methods to identify the direction of the ridges in the pattern area of true whorls. So, five whorl types are identified, named and described.

Mode of inheritance, bisexual differences, population differences, etc., of the polymorphic course of the ridges should be studied.

It was studied a sample of 510 asturians of both sexes (261 males and 249 females). Data analysed on the basis of the above methods and classification revealed significant bilateral differences for dextrogyrous and levogyrous types of whorls. The methods were used for analyzing the sexual differences, too, as well as a comparative study between the asturians and another Cantabrica populations.

INTRODUCCION

En anteriores trabajos hemos realizado el análisis de las frecuencias de los tipos fundamentales de figuras dactilares, de forma que si bien hemos diferenciado, siguiendo la pauta de otros autores, entre los dos tipos de presillas (ulnar y radial), en el caso de los torbellinos, en cambio, no hemos atendido a su diversidad tipológica, siendo así que hemos podido comprobar que ofrecen una rica variedad de tipos que podrían ser considerados como formas de transición que van desde las más sencillas a las más complejas.

Ya en 1963 WENDT había señalado que para las investigaciones genéticas resultaba más conveniente considerar las fluidas transiciones de los distintos tipos de figuras dermatográficas a través de un esquema de etapas viables y según el cual todos los tipos de dibujos pueden ordenarse según un esquema de etapas (torbellino-presilla-arco) y series (monocéntrico-formas de transición-dicéntrico).

A pesar de que CUMMINS y MIDLO (1961) han llamado la atención sobre la rica variedad de los dermatoglifos dactilares al proponer una tabla muy instructiva, la que bajo el sugestivo título de «árbol genealógico de las huellas digitales» presenta una serie de tipos de figuras que pueden ser agrupadas en cuarenta etapas intermedias, entre los torbellinos monocéntricos, completamente desarrollados y los arcos completos, en los diferentes estudios sobre las frecuencias de los tipos de figuras dermatoglíficas realizados en diferentes poblaciones, rara vez se ha atendido a la variabilidad tipológica de los torbellinos (VIJAYA BHANU, 1975). Nosotros hemos realizado en el presente trabajo el análisis tipológico de los torbellinos dactilares utilizando para ello los datos dermatológicos de que disponíamos, en gran parte ya utilizados en anteriores trabajos, y nuestras esperanzas de encontrar nuevas aportaciones al conocimiento dermatoglífico tanto individual como familiar y populogenético, se ha visto ampliamente recompensado por los resultados obtenidos. Con objeto de contrastar los resultados obtenidos para la muestra de asturianos estudiada por nosotros, hemos sugerido a algunos de nuestros colaboradores y colegas aplicaran el análisis tipológico diferencial de los torbellinos a las muestras estudiadas por ellos y pertenecientes a poblaciones asentadas en distintos valles y comarcas de la región Cantábrica.

METODOLOGIA

Las impresiones dactilares se han obtenido empleando los procedimientos habituales en este tipo de trabajos y que hemos descrito con detalle en nuestros trabajos anteriores (EGOCHEAGA, 1972).

Con objeto de proceder al análisis dermatoglífico de la muestra, en el presente trabajo se han distinguido los siguientes tipos de figuras dactilares:

A) *Figuras adeltas*

1-ARCOS(A): Este tipo de figura se caracteriza, como es sabido, porque las crestas dermopapilares atraviesan la yema del dedo desde el borde ulnar al radial, arqueándose más o menos en la región central de la misma. Cuando el arqueamiento de las líneas es máximo, las que ocupan la posición más interna pueden verse comprimidas intensamente, simulando un trirradio (falso monodelto), dando lugar a un tipo peculiar de arco conocido como ARCO EN TIENDA(T). Existe toda una variedad de formas intermedias entre el arco típico y la presilla, pero solamente consideraremos a una figura como presilla cuando exista, por lo menos, una cresta totalmente independiente que vuelva a salir por el mismo borde del pulpejo por el que entró, después de curvarse en el centro del mismo y formar, de esta manera, una horquilla u asa. Los arcos carecen de trirradio o «delta» de ahí el nombre de figuras adeltas con el que también se les conoce.

B) *Figuras monodeltas*

2-PRESILLAS(L): Se caracteriza este tipo de figura porque en ella las crestas papilares penetran desde uno de los bordes del pulpejo del dedo, se arquean hacia la porción central del mismo, formando una horquilla y vuelven a salir por el mismo borde por el que penetraron. Como consecuencia de esta disposición de las crestas dermopapilares, es posible delimitar tres sistemas de líneas: a)-BASILAR, representado por algunas crestas más o menos paralelas y próximas al pliegue interfalángico, que presentan dirección transversa, denominándose a la cresta más distal «limitante basilar»; b)-MARGINAL, constituido por crestas paralelas, situadas en los bordes de la yema, denominándose a la cresta más proximal «limitante marginal», y c)-NUCLEAR, sistema de crestas situado en la región central de la yema del dedo y circunscrito por las limitantes basilar y marginal, siendo el sistema que ofrece la mayor variedad de figuras, denominándose «limitante nuclear» la cresta más exterior del sistema nuclear. Las limitantes basilar, marginal y nuclear coinciden en un punto, formando tres ángulos de, aproximadamente, 120° o, bien, sin llegar a interceptarse limitan un pequeño espacio en forma triangular, lo que da lugar a la formación del «delta» o trirradio.

Las presillas pueden subdividirse de acuerdo con el borde del pulpejo del dedo por el que penetren y salgan las crestas papilares o, si se quiere, según que la concavidad de las asas que forman el sistema nuclear se oriente hacia el borde ulnar o el radial de la yema del dedo. De esta forma distinguiremos entre PRESILLA ULNAR(L^u) y PRESILLA RADIAL(L^r).

Existen diferentes formas de transición desde la presilla hacia el arco y desde las presillas hacia los torbellinos (presillas invadidas, falsas raquetas nucleares, etc.). Las presillas solamente tienen un trirradio.

C) Figuras bideltas

3-TORBELLINO ESPIRALADO(W^S): Se caracteriza porque las crestas que forman el sistema nuclear tienden a cerrarse sobre sí mismas sin conseguirlo, formando espirales. Se pueden distinguir dos tipos de torbellinos espirales según el sentido en el que se produzca el desenrollamiento de la espiral. Si al seguir el curso de la línea espiral desde el centro hacia afuera se hace en el mismo sentido en el que se mueven las agujas del reloj, el torbellino es DEXTROGIRO(W^{S+}), pero si la espiral se recorre en sentido contrario al que se mueven las agujas del reloj, el torbellino es, entonces, LEVOGIRO(W^{S-}). Ambas formas corresponden a las denominadas por B. VIJAYA BHANU (1975): «clockwise» (cl) y «counterclockwise» (ccl), respectivamente.

Existe una serie de formas intermedias que nos llevan desde las «presillas invadidas» a los torbellinos espirales.

4-TORBELLINO CONCENTRICO(W^o): Es un tipo de figura que se caracteriza porque las crestas se cierran sobre sí mismas formando circunferencias o curvas cerradas próximas a la circunferencia, o bien las crestas forman hemicircunferencias de radios diferentes por lo que dos de estas hemicircunferencias se encajan o solapan para cerrar una superficie más o menos circular, pero puede simular un torbellino espiral. En otras ocasiones las crestas se disponen de forma que dan lugar a figuras excéntricas de líneas cerradas sobre sí mismas.

5-TORBELLINO DICENTRICO(W^d o D): Se caracteriza este tipo de figura porque las crestas se repliegan sobre sí mismas simulando una ese mayúscula o una doble-presilla, nombre con el que también se les conoce, cuyas concavidades se orientan en sentidos contrarios. El núcleo de este tipo de figura presenta dos centros. Además de este tipo de torbellino dicéntrico descrito o DOBLE-PRESILLA(D), existen otras formas de torbellinos dicéntricos difíciles de definir.

Todas las figuras bideltas anteriormente descritas presentan dos trirradios, y suelen ser las formas comunes bajo las que se presentan los torbellinos.

D) *Figuras trideltas*

6-TORBELLINO TRICENTRICO(W¹): Se trata de una forma rara de torbellino y difícil de definir por la variedad de formas bajo las que puede presentarse. Su característica más notable es que el núcleo, de forma compleja, va acompañado de tres trirradios. Algunos autores incluyen a este tipo de torbellinos en una categoría que denominan de los torbellinos fortuitos.

E) *Figuras polideltas*

7-TORBELLINO FORTUITO(W^y): Se trata de un tipo de figura raro y polimórfico, con dos o más trirradios. En general podemos incluir en este grupo a aquellas figuras dermatoglíficas que no se ajustan a ninguna de las definiciones anteriormente establecidas y que tienen más de un trirradio.

En resumen, pues, lo que caracteriza a los arcos es la ausencia de trirradios, mientras que las presillas se caracterizan por poseer un trirradio y los torbellinos por poseer dos o más trirradios.

Muchas veces nos encontramos con figuras dermopapilares que, por sus características, no responden a la definición de ningún tipo ya que presentan características intermedias. En estos casos, la experiencia y el buen criterio del operador es lo que va a contar para la correcta clasificación de la figura. En general, nosotros mantenemos el criterio de que, en estos casos dudosos, se debe observar la tendencia general del dibujo del núcleo del dermatoglifo y obrar en consecuencia.

Una vez determinado para cada individuo el tipo de figura presente en cada uno de los diez dedos, hemos procedido al cálculo de frecuencias porcentuales y a la tabulación de los datos obtenidos. Todas las frecuencias porcentuales expresan el porcentaje de individuos que presentan un determinado tipo de figura en cada dedo, en cada mano o en los diez dedos. Igualmente, se ha procedido a la representación gráfica de las frecuencias porcentuales totales de cada tipo de figura dactilar considerado, a la representación de las frecuencias para cada uno de los tipos de figuras por separado y para cada uno de los diez dedos, a la representación de las frecuencias promedio para cada mano por separado, así como a la representación gráfica de las frecuencias porcentuales de los diferentes tipos de figuras dactilares aquí considerados para cada uno de los diez dedos (DACTILOGRAMAS).

En el análisis de la heterolateralidad manual llevado a cabo, se ha manifestado particularmente fructífero el diferenciar distintos tipos de torbellinos, ya que los espirales dextrógiros y levógiros se presentan con frecuencias muy diferentes en las manos derecha e izquierda con una alta significación estadística.

De la misma manera, también en el análisis de las diferencias sexuales se pone de manifiesto lo ventajoso de introducir el análisis tipológico diferencial de la morfología de los torbellinos.

LA MUESTRA Y SUS CARACTERISTICAS

La muestra estudiada en el presente trabajo está constituida por 261 varones y 249 mujeres de diferentes edades, aparentemente normales y elegidos al azar entre individuos de ascendencia asturiana, es decir, con sus cuatro abuelos nacidos en Asturias. Igualmente se ha evitado toda clase de parentesco entre los componentes de la muestra con objeto de evitar la pérdida de información genética.

El 38,5 % de los individuos muestreados pertenecen al Partido Judicial de Oviedo que cuenta con ocho Ayuntamientos; el 19,5 % pertenece al Partido Judicial de Lena, con cuatro Ayuntamientos; el 17,6 % pertenecen al Partido Judicial de Grado, con diez Ayuntamientos, y el 24,4 % restantes pertenecen al resto de la Provincia de Oviedo. La distribución de la muestra es, por tanto, bastante proporcional a la distribución de la población así como al efectivo de la misma.

EL ANALISIS DE LA MUESTRA Y SUS RESULTADOS

1. FRECUENCIA DE LOS TIPOS DE FIGURAS DACTILARES

1.1. *Frecuencias generales y de cada dedo:* De acuerdo con lo expuesto en nuestros anteriores trabajos sobre dermatoglifos de los asturianos (EGOCHEAGA, 1972 y 1973) y tal como se puede deducir de los datos sobre las frecuencias porcentuales recogidas en el cuadro número uno, el tipo de figura que es portada por mayor número de individuos es la presilla, cuya frecuencia (64,97 %) es más del doble de la de los torbellinos (28,33 %) seguida de la de los arcos que son el tipo de figura dactilar menos frecuente (6,73 %) entre los asturianos.

Las presillas cubitales mantienen una fuerte preponderancia (60,95 %) frente a las radiales (4,01 %). Entre los diferentes tipos de torbellino aquí considerados, los que con mayor frecuencia se presentan son los espirales (20,38 %), seguidos de los dicéntricos (4,14 %), concéntricos (3,79 %) y, finalmente, con una frecuencia muy baja los tricéntricos (0,02 %). De los dos tipos de torbellinos espirales que aquí se han definido, los levógiros aparecen con una frecuencia ligeramente superior, con un 10,31 %, que la de los dextrógiros (10,07 %), pero sin que esta diferencia tenga significación estadística alguna.

Por lo que respecta a la distribución de los distintos tipos de figuras en cada uno de los diez dedos, se observa que para la población asturiana en general, es decir para ambos sexos considerados conjuntamente, los arcos se presentan preferentemente en el dedo VII (14,92 %); las presillas ulnares lo hacen en el dedo V (85,30 %); las presillas radiales presentan su máxima frecuencia para el dedo VII (17,37 %), al igual que los arcos; los torbellinos concéntricos presentan su frecuencia más alta en el dedo IV (11,80 %); los torbellinos espirales dextrógiros aparecen preferentemente en el dedo IX (25,84 %), mientras que los

CUADRO Nº 1 - FRECUENCIAS PORCENTUALES DE FIGURAS DERMATOGLÍFICAS EN LOS DEDOS DE LAS MANOS DE LOS ASTURIANOS (N = 261 ♂ + 249 ♀)

SEXO	TIPO DE FIGURA	DEDOS MANO DERECHA					DEDOS MANO IZQUIERDA					M
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
♂ ♀ ♂♀	A	2,00 ± 0,99	9,50 ± 2,07	6,00 ± 1,68	0,50 ± 0,50	1,00 ± 0,70	3,50 ± 1,30	13,50 ± 2,42	8,50 ± 1,97	1,00 ± 0,70	2,50 ± 1,10	4,80 ± 0,48
		4,42 ± 1,30	15,26 ± 2,28	10,04 ± 1,90	4,02 ± 1,24	2,81 ± 1,05	6,83 ± 1,60	16,06 ± 2,33	12,45 ± 2,09	6,83 ± 1,60	4,02 ± 1,24	8,27 ± 0,55
		3,34 ± 0,85	12,89 ± 1,57	8,24 ± 1,30	2,45 ± 0,73	2,00 ± 0,66	5,35 ± 1,06	14,92 ± 1,68	10,69 ± 1,46	4,23 ± 0,95	3,34 ± 0,85	6,73 ± 0,37
♂ ♀ ♂♀	L ^u	49,00 ± 3,53	28,50 ± 3,19	73,50 ± 3,12	50,00 ± 3,54	82,50 ± 2,69	58,00 ± 3,49	34,50 ± 3,36	73,50 ± 3,12	62,50 ± 3,42	85,00 ± 2,52	59,70 ± 1,10
		55,02 ± 3,15	38,96 ± 3,09	75,16 ± 2,74	56,22 ± 3,14	87,55 ± 2,09	56,63 ± 3,12	34,94 ± 3,02	69,08 ± 2,93	60,24 ± 3,10	83,94 ± 2,33	61,97 ± 0,97
		52,34 ± 2,36	34,30 ± 2,24	74,39 ± 2,06	53,45 ± 2,35	85,30 ± 1,67	58,33 ± 2,33	34,74 ± 2,25	71,05 ± 2,14	61,25 ± 2,30	84,41 ± 1,71	60,96 ± 0,73
♂ ♀ ♂♀	L ^r	0,50 ± 0,50	22,50 ± 2,95	2,00 ± 0,99	1,00 ± 0,70	—	1,00 ± 0,70	18,50 ± 2,75	2,50 ± 1,10	1,00 ± 0,70	—	4,90 ± 0,48
		—	12,85 ± 2,12	1,20 ± 0,69	—	—	—	16,47 ± 2,35	1,20 ± 0,69	0,40 ± 0,40	0,80 ± 0,57	3,29 ± 0,36
		0,22 ± 0,22	17,15 ± 1,78	1,56 ± 0,58	0,45 ± 0,31	—	0,45 ± 0,31	17,37 ± 1,79	1,78 ± 0,62	0,67 ± 0,38	0,45 ± 0,31	4,01 ± 0,29
♂ ♀ ♂♀	W ^o	5,00 ± 1,54	5,00 ± 1,54	4,50 ± 1,47	18,50 ± 2,75	1,50 ± 0,86	2,00 ± 0,99	7,50 ± 1,86	1,50 ± 0,86	4,00 ± 1,39	—	4,95 ± 0,49
		0,40 ± 0,40	3,61 ± 1,18	1,61 ± 0,80	6,43 ± 1,55	1,61 ± 0,80	1,20 ± 0,69	5,62 ± 1,46	1,61 ± 0,80	6,02 ± 1,51	0,40 ± 0,40	2,85 ± 0,33
		2,45 ± 0,73	4,23 ± 0,95	2,90 ± 0,79	11,80 ± 1,52	1,56 ± 0,58	1,56 ± 0,58	6,46 ± 1,16	1,56 ± 0,58	5,12 ± 1,04	0,22 ± 0,22	3,79 ± 0,28
♂ ♀ ♂♀	W ^{s+}	2,00 ± 0,99	13,00 ± 2,38	0,50 ± 0,50	2,50 ± 1,10	—	20,50 ± 2,85	15,00 ± 2,52	13,00 ± 2,38	29,50 ± 3,22	10,00 ± 2,12	10,60 ± 0,69
		0,80 ± 0,57	8,03 ± 1,72	2,41 ± 0,97	4,02 ± 1,24	0,40 ± 0,40	20,08 ± 2,54	15,26 ± 2,28	13,25 ± 2,15	22,89 ± 2,66	9,24 ± 1,83	9,64 ± 0,59
		1,34 ± 0,54	10,24 ± 1,43	1,56 ± 0,58	3,34 ± 0,85	0,22 ± 0,22	20,27 ± 1,90	15,14 ± 1,69	13,14 ± 1,59	25,84 ± 2,07	9,58 ± 1,39	10,07 ± 0,45
♂ ♀ ♂♀	W ^{s-}	31,00 ± 3,27	17,00 ± 2,66	13,00 ± 2,38	27,00 ± 3,14	14,00 ± 2,45	0,50 ± 0,50	7,00 ± 1,80	—	—	—	10,95 ± 0,70
		25,70 ± 2,77	18,47 ± 2,46	9,24 ± 1,83	28,11 ± 2,85	6,43 ± 1,55	0,40 ± 0,40	6,43 ± 1,55	0,40 ± 0,40	2,41 ± 0,97	0,40 ± 0,40	9,80 ± 0,60
		28,06 ± 2,12	17,82 ± 1,81	10,91 ± 1,47	27,62 ± 2,11	9,80 ± 1,40	0,45 ± 0,31	6,68 ± 1,18	0,22 ± 0,22	1,34 ± 0,54	0,22 ± 0,22	10,31 ± 0,45
♂ ♀ ♂♀	D	10,50 ± 2,17	4,50 ± 1,47	0,50 ± 0,50	0,50 ± 0,50	1,00 ± 0,70	14,50 ± 2,49	4,00 ± 1,39	1,00 ± 0,70	2,00 ± 0,99	2,50 ± 1,10	4,10 ± 0,44
		13,65 ± 2,18	2,81 ± 1,05	0,40 ± 0,40	1,20 ± 0,69	1,20 ± 0,69	13,25 ± 2,15	4,82 ± 1,36	2,01 ± 0,89	1,20 ± 0,69	1,20 ± 0,69	4,18 ± 0,40
		12,25 ± 1,55	3,56 ± 0,87	0,45 ± 0,31	0,89 ± 0,20	1,11 ± 0,50	13,81 ± 1,63	4,45 ± 0,97	1,56 ± 0,58	1,56 ± 0,58	1,78 ± 0,62	4,14 ± 0,30
♂ ♀ ♂♀	W ^t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		—	—	—	—	—	—	0,40 ± 0,40	—	—	0,04 ± 0,04	
		—	—	—	—	—	—	0,22 ± 0,22	—	—	0,02 ± 0,02	

levógiros lo hacen para el dedo I (28,06 %); los torbellinos dicéntricos o doble-presillas, presentan su frecuencia más alta para el dedo VI (13,81 %), y, finalmente, el único torbellino tricéntrico que hemos encontrado estaba localizado sobre el dedo VII de una mujer.

Si para resumir agrupamos los diez dedos en cinco pares y consideramos las frecuencias con las que las figuras dactiloglíficas se presentan en cada par, se puede señalar que los arcos aparecen preferentemente en el dedo índice, lo que es estadísticamente significativo para la mano derecha ($0,02 < P < 0,05$) pero no para la izquierda ($0,05 < P < 0,1$); las presillas ulnares lo hacen en el dedo

meñique y ello es estadísticamente significativo para ambas manos ($P \ll 0,001$); las presillas radiales se presentan con una frecuencia muy elevada en el dedo índice, respecto a los demás dedos y el hecho se confirma mediante la correspondiente prueba de significación estadística ($P \ll 0,001$); los torbellinos concéntricos se presentan más frecuentemente en el dedo anular que en ningún otro, lo que es estadísticamente significativo para la mano derecha ($P \ll 0,001$), pero no para la izquierda ($P > 0,4$); los torbellinos espirales se presentan preferentemente en el dedo anular, lo que se confirma estadísticamente para la mano izquierda ($0,02 < P < 0,05$) pero no para la derecha ($P > 0,5$); finalmente, los torbellinos dicéntricos o doble-presillas se presentan en el dedo pulgar con una frecuencia tres veces superior a la de los demás dedos en ambas manos.

En la figura 1 se representan las frecuencias porcentuales generales de figuras dactilares en ambos sexos reunidos y en donde se puede comprobar la elevada frecuencia con que se presentan las presillas ulnares en relación con cada uno de los restantes tipos de figuras.

La distribución de las frecuencias porcentuales en cada uno de los diez dedos de cada uno de los tipos de figuras dactilares aquí estudiadas, se representa gráficamente en las figuras 2 a 8. En ellas se puede apreciar la ordenación en serie de los dedos para cada tipo de figura de acuerdo con las respectivas frecuencias.

1.2. *Análisis de la heterolateralidad:* En nuestros anteriores trabajos ya se señaló la existencia de diferencias bimanuales para los dermatoglifos dactilares de los asturianos (EGOCHEAGA, 1971 y 1972), habiéndose constatado que los individuos del sexo masculino presentaban en la mano izquierda valores más altos para las frecuencias de arcos y presillas ulnares que para la mano derecha; en cambio, con los torbellinos, considerados en su conjunto, ocurría lo contrario. De manera similar, para el sexo femenino se encontró que eran los arcos y presillas radiales las figuras más frecuentes en la mano izquierda, mientras que para la derecha lo eran las presillas ulnares y los torbellinos.

En el presente estudio se puede apreciar (ver Cuadro número 1) que, efectivamente, entre los varones la frecuencia de ARCOS es más elevada en la mano izquierda ($5,80 \pm 1,45 \%$) que en la derecha ($3,80 \pm 1,18 \%$) sin que esta diferencia sea estadísticamente significativa. Igualmente, en la serie femenina el promedio de frecuencias porcentuales de arcos es más elevada en la mano izquierda ($9,24 \pm 1,84 \%$) que en la derecha ($7,31 \pm 1,65 \%$), diferencia que tampoco se confirma estadísticamente mediante la correspondiente prueba de significación. Si se atiende a las diferencias de frecuencias entre pares de dedos se comprueba que ninguna de ellas es estadísticamente significativa ya que, incluso para las más importantes de ellas que es la que se da entre los dedos II ($9,50 \%$) y VII ($13,50 \%$) de la serie de varones, se encuentra que para un valor de $t = 1,26$ y 520 grados de libertad, la probabilidad está comprendida entre 0,2 y 0,3.

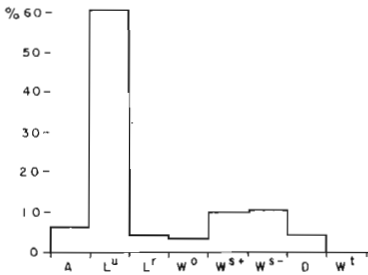


Fig. 1 - Distribución de las frecuencias porcentuales generales de figuras dactiliformes en asturianos de ambos sexos.

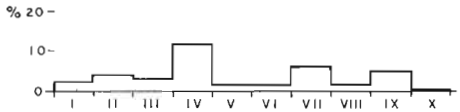


Fig. 5 - Distribución de las frecuencias porcentuales de TOR-BELLINOS CONCENTRICOS en los diez dedos de asturianos de ambos sexos.

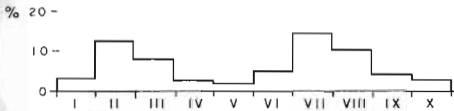


Fig. 2 - Distribución de las frecuencias porcentuales de ARCOS en los diez dedos de asturianos de ambos sexos.

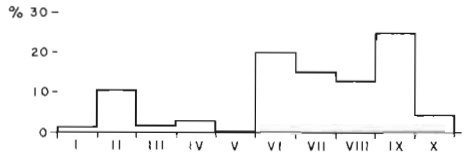


Fig. 6 - Distribución de las frecuencias porcentuales de TOR-BELLINOS DEXTRÓGIROS en los diez dedos de asturianos de ambos sexos.

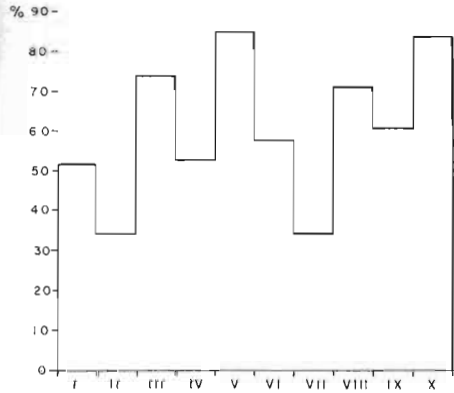


Fig. 3 - Distribución de las frecuencias porcentuales de PRESILLAS ULNARES en los diez dedos de asturianos de ambos sexos

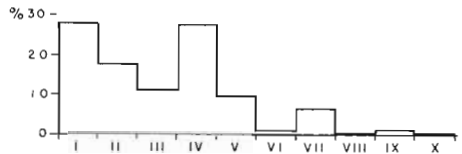


Fig. 7 - Distribución de las frecuencias porcentuales de TOR-BELLINOS LEVÓGIROS en los diez dedos de asturianos de ambos sexos.

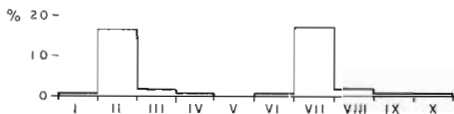


Fig. 4 - Distribución de las frecuencias porcentuales de PRESILLAS RADIALES en los diez dedos de asturianos de ambos sexos.

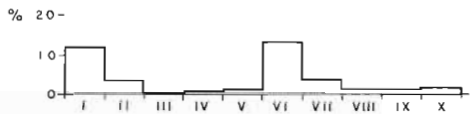


Fig. 8 - Distribución de las frecuencias porcentuales de TOR-BELLINOS DICENTRICOS en los diez dedos de asturianos de ambos sexos

En el caso de las PRESILLAS ULNARES se comprueba que mientras en el sexo masculino la mano izquierda presenta una frecuencia más alta ($62,70 \pm 2,99 \%$) que la derecha ($56,70 \pm 3,07 \%$), en el sexo femenino es la mano derecha ($62,57 \pm 3,07 \%$) la que presenta una frecuencia más elevada en relación con la izquierda ($61,37 \pm 3,09 \%$); ninguna de estas diferencias bimanuales es estadísticamente significativa. Al considerar las diferencias de frecuencias entre cada pareja de dedos, se encuentra que solamente para los dedos IV (50%) y IX

(62,50 %) de los varones existe significación estadística ($t = 2,54 : g \cdot l = 520; 0,01 < P < 0,02$).

Por lo que respecta a las PRESILLAS RADIALES, hay que hacer notar que la frecuencia más alta se presenta en la mano derecha ($5,20 \pm 1,37$ %) con respecto a la que presenta la mano izquierda ($4,60 \pm 1,30$ %) en el caso de los varones, justamente lo contrario de lo que ocurre con las presillas ulnares como ya hemos señalado; en cambio, entre las mujeres la mano izquierda presenta una frecuencia superior ($3,77 \pm 1,21$ %) a la que se encuentra para la mano derecha ($2,81 \pm 1,05$ %), también contrariamente a lo que ocurre con las presillas ulnares. El análisis de las frecuencias porcentuales para cada pareja de dedos, nos indica que tanto en uno como en otro sexo no existen diferencias estadísticamente significativas, lo que quiere decir que una alta frecuencia de presillas radiales lo mismo se puede encontrar en el dedo II que en el VII, lo que se pone de manifiesto en la presente muestra, donde los varones presentan la máxima frecuencia para el dedo II y las mujeres para el dedo VII.

Del análisis de las frecuencias porcentuales de los TORBELLINOS CONCENTRICOS, se deduce que en la mano derecha de los varones se encuentran más frecuentemente ($6,90 \pm 1,57$ %) este tipo de figuras que en la mano izquierda ($3 \pm 1,06$ %), pero que ocurre justamente lo contrario entre las mujeres, en las que su mano izquierda presenta una frecuencia más elevada ($2,97 \pm 1,08$ %) que en la derecha ($2,73 \pm 1,03$ %), no obstante, estas diferencias solamente son estadísticamente significativas para el sexo masculino ($t = 2,06; g.l. = 520; 0,02 < P < 0,05$). Cuando se atiende al análisis de las frecuencias con las que este tipo de figura se presenta en cada dedo, llama la atención la elevada frecuencia porcentual con la que se encuentran en el dedo IV de los varones (18,50 %) en relación con la de su pareja, es decir, el dedo IX (4 %) y mientras que, de otra parte, entre las mujeres ambos dedos presentan frecuencias similares (6,43 % en el dedo IV y 6,02 % en el IX) y bastante más bajas que las del dedo IV de los varones. Solamente para la pareja de los dedos anulares de los varones, la diferencia es estadísticamente significativa ($P \ll 0,001$).

Los TORBELLINOS ESPIRALES son, sin duda, el mejor indicador para poner de manifiesto las diferencias bimanuales por lo que a los dactiloglifos respecta y como consecuencia de que los torbellinos dextrógiros se presentan mucho más frecuentemente en la mano izquierda mientras que los levógiros lo hacen en la derecha. En el sexo masculino, la frecuencia porcentual promedio de torbellinos dextrógiros para los cinco dedos de la mano izquierda es del $17,60 \pm 2,36$ %, mientras que para la derecha es sólo del $3,60 \pm 1,15$ %. Para el sexo femenino, la frecuencia de este tipo de figuras en la mano izquierda es del $16,14 \pm 2,33$ %, frente al $3,13 \pm 1,10$ % en la derecha. Ambas diferencias bimanuales son, como ya se aprecia a simple vista, altamente significativas. Cuando se atiende a la distribución de frecuencias por dedos se aprecia que todas ellas, excepto para la pareja de los dedos índice (dedos II y VII), son estadísticamente

significativas entre los varones y para todas las parejas entre las mujeres. Con respecto a los torbellinos espirales levógiros, se puede comprobar que en el sexo masculino la frecuencia porcentual promedio para la mano derecha es del $20,40 \pm 2,49$ % frente a solamente el $1,50 \pm 0,75$ % de la mano izquierda; entre las mujeres, este tipo de torbellinos se encuentran en la mano derecha con una frecuencia del $17,95 \pm 2,43$ %, mientras que para la mano izquierda solamente el $2,01 \pm 0,89$ por ciento de los individuos son portadores de torbellinos espirales levógiros, y las diferencias bimanuales son altamente significativas para ambos sexos. Cuando se atiende a las diferencias de frecuencias para cada pareja de dedos, se encuentra que para todas ellas existe significación estadística, siendo particularmente notables las diferencias que existen entre los pulgares en ambos sexos.

Finalmente, del análisis de las frecuencias de TORBELLINOS DICENTRICOS o DOBLE-PRESILLAS, encontramos que, tanto en varones como en mujeres, las frecuencias son más altas para el promedio de valores de la mano izquierda que de la derecha. Entre los varones la frecuencia porcentual promedio para la mano izquierda es del $4,80 \pm 1,32$ frente al $3,40 \pm 1,12$ en la derecha, diferencia que no es estadísticamente significativa. Para la serie femenina se ha encontrado que la frecuencia de doble-presillas en la mano izquierda es del $4,40 \pm 1,31$ %, mientras que la de la mano derecha es del $3,85 \pm 1,22$ %, diferencia que tampoco es estadísticamente significativa. Del correspondiente análisis de las frecuencias de cada dedo se deduce que carecen de significación estadística las diferencias para cada par de dedos en ambos sexos.

Resumiendo se puede señalar que, aunque se presentan diferencias bimanuales por lo que respecta a la distribución de frecuencias para los distintos tipos de figuras dactilográficas, únicamente son estadísticamente significativas las siguientes:

– Para L^u : solamente la pareja de dedos anulares de los varones.

– Para W^0 : tanto para las frecuencias promedio de cada mano como para los dedos anulares entre los varones.

– Para W^{S+} : tanto para las frecuencias promedio de cada mano como para todas las parejas de dedos en ambos sexos excepto para la pareja de los dedos índices de los varones.

– Para W^{S-} : tanto para las frecuencias promedio de cada mano como para todas las parejas de dedos en ambos sexos.

En las figuras 9 y 10 se representan gráficamente las frecuencias porcentuales promedio de figuras dactilográficas para cada mano en cada una de las series sexuales que constituyen la muestra estudiada. En las figuras 11 a 20 se representan los dactilogramas de cada par de dedos y para cada sexo por separado, lo que permite observar las diferencias bimanuales anteriormente discutidas.

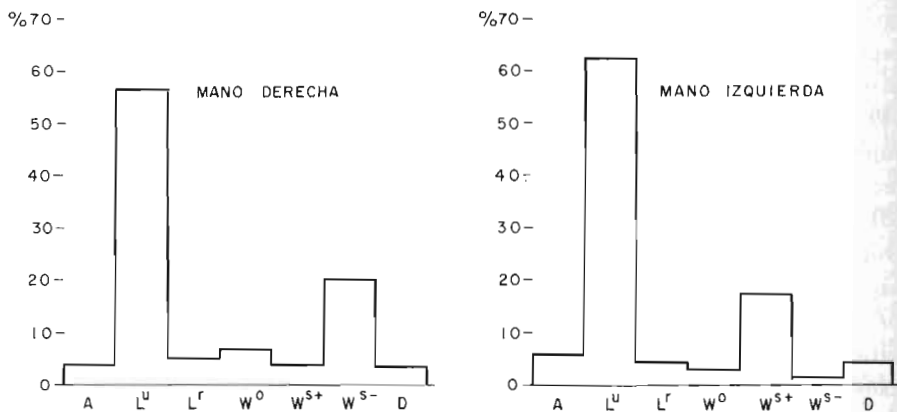


Fig. 9 - Distribución de las frecuencias porcentuales promedio de figuras dactilograficas para cada mano en asturianos varones

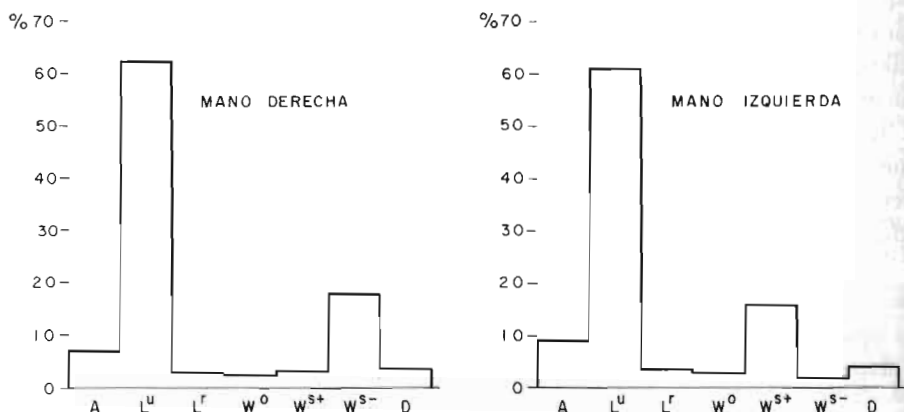


Fig 10 - Distribución de las frecuencias porcentuales promedio de figuras dactilograficas para cada mano en mujeres asturianas

1-3. *Análisis de las diferencias sexuales:* La existencia de un claro dimorfismo sexual para los diferentes aspectos dermatoglíficos, ha sido señalado por distintos autores y nosotros también lo hemos confirmado para los asturianos en anteriores trabajos (EGOCHEAGA, 1971 y 1973). Se trata, por tanto, de añadir aquí las nuevas aportaciones provenientes de la consideración de los cinco tipos de torbellinos.

Los ARCOS son mucho más frecuentes en las mujeres asturianas (8,27 %) que entre los varones (4,80 %), tal como se puede comprobar en el Cuadro número 1. Esta diferencia es estadísticamente significativa ($t = 4,75$; g.l. = 508; $P < 0,001$).

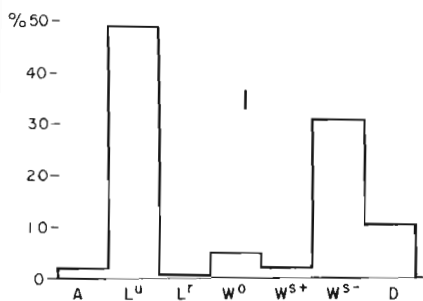


Fig. 11 - Distribución de las frecuencias porcentuales de figuras en los dedos PULGAR (Dcho.- e Izqdo.) de varones asturianos

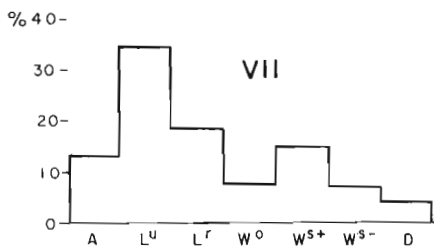
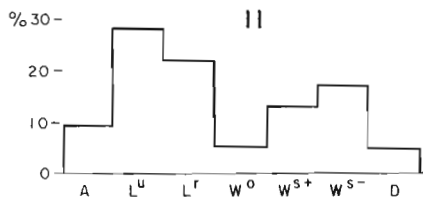
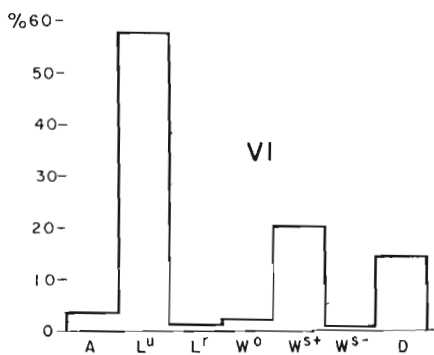


Fig. 12 - Distribución de las frecuencias porcentuales de figuras en los dedos INDICE (Dcho.- e Izqdo.) de varones asturianos

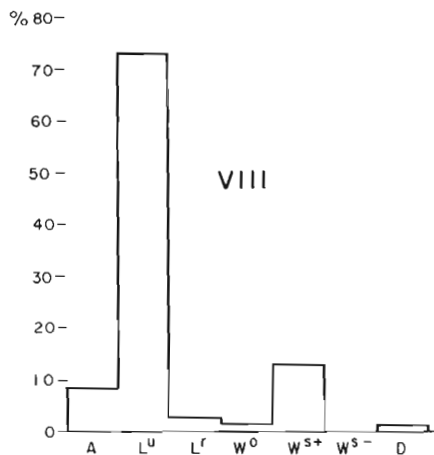
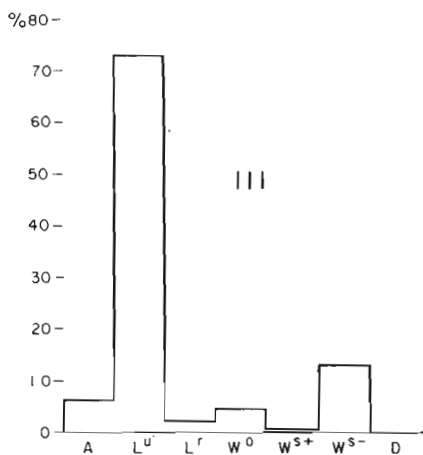


Fig. 13 - Distribución de las frecuencias porcentuales de figuras en los dedos MEDIO (Dcho.- e Izqdo.) de varones asturianos

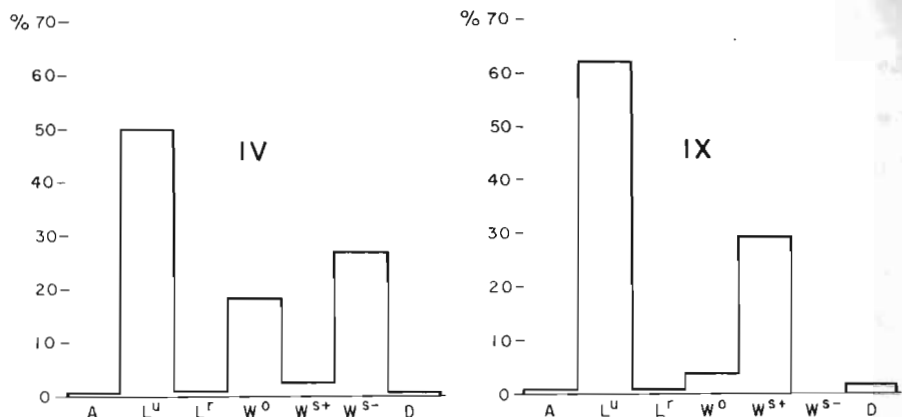


Fig. 14 - Distribución de las frecuencias porcentuales de figuras en los dedos ANULAR (Dcho. e Izqdo.) de varones asturianos

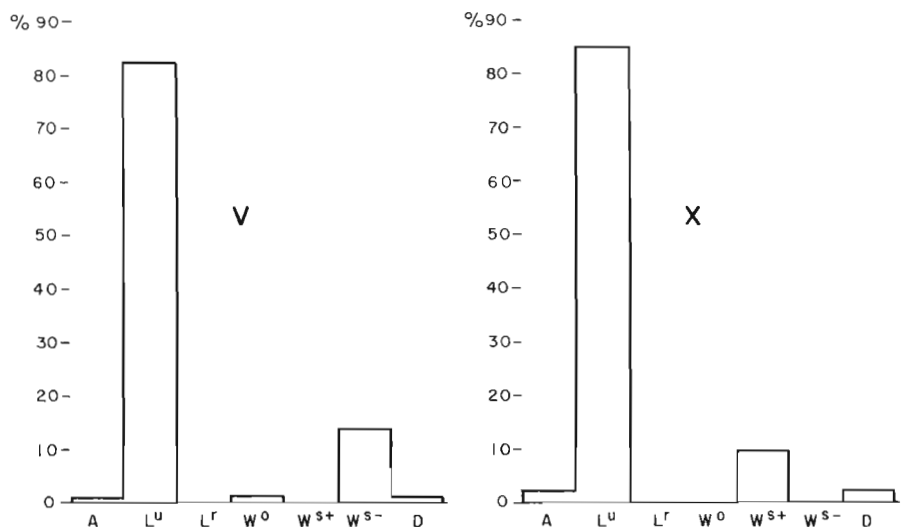


Fig. 15 - Distribución de las frecuencias porcentuales de figuras en los dedos MEÑIQUE (Dcho. e Izqdo.) de varones asturianos

Las PRESILLAS ULNARES, al igual que los arcos, son mucho más frecuentes entre las mujeres (61,97 %) que entre los varones (55,70 %), pero este hecho no se confirma mediante la prueba de significación estadística.

Las PRESILLAS RADIALES, en cambio, aparecen más frecuentemente entre los varones asturianos (4,90 %) que entre las mujeres (3,29 %), pero sin que esta diferencia tenga confirmación estadística.

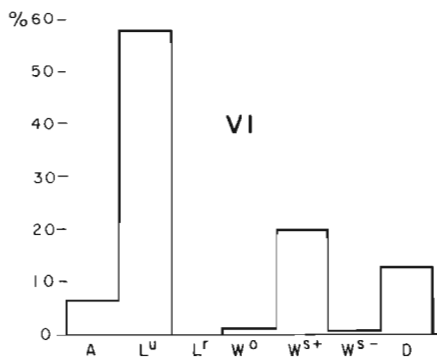
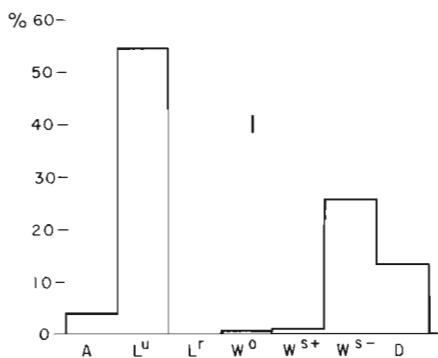


Fig. 16 - Distribución de las frecuencias porcentuales de figuras en los dedos PULGAR (Dcho.- e Izqdo.) de mujeres asturianas

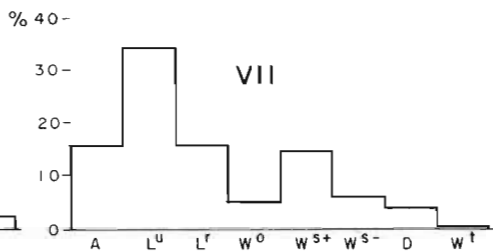
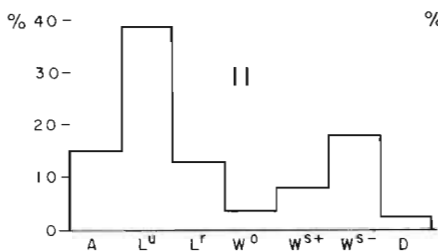


Fig. 17 - Distribución de las frecuencias porcentuales de figuras en los dedos INDICE (Dcho.- e Izqdo.) de mujeres asturianas

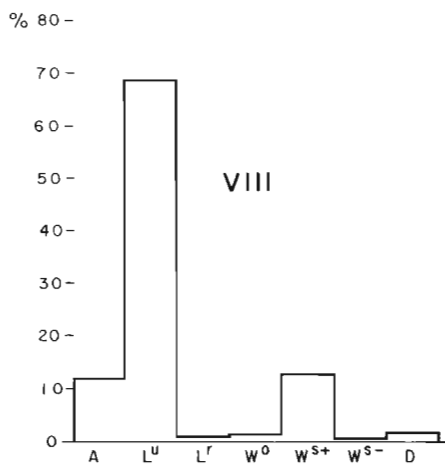
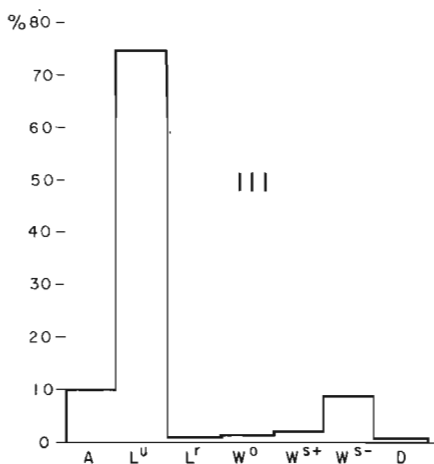


Fig. 18 - Distribución de las frecuencias porcentuales de figuras en los dedos MEDIO (Dcho.- e Izqdo.) de mujeres asturianas

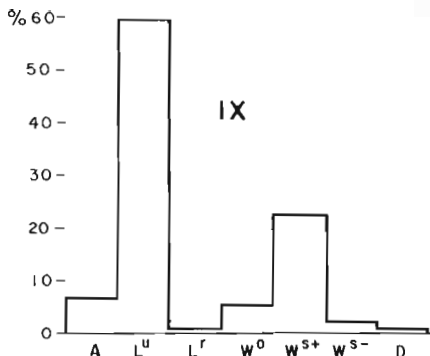
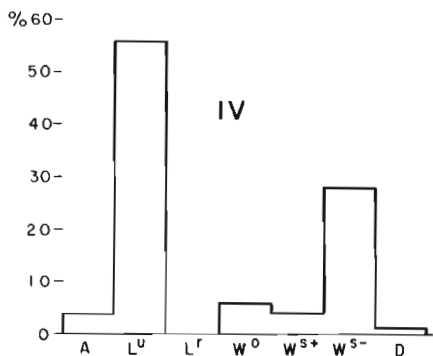


Fig. 19 - Distribución de las frecuencias porcentuales de figuras en los dedos ANULAR (Dcho. e Izqdo.) de mujeres asturianas

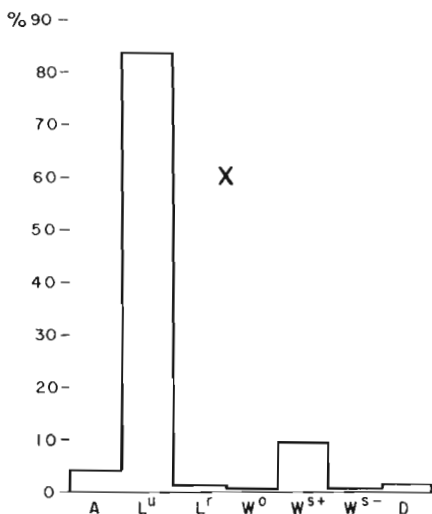
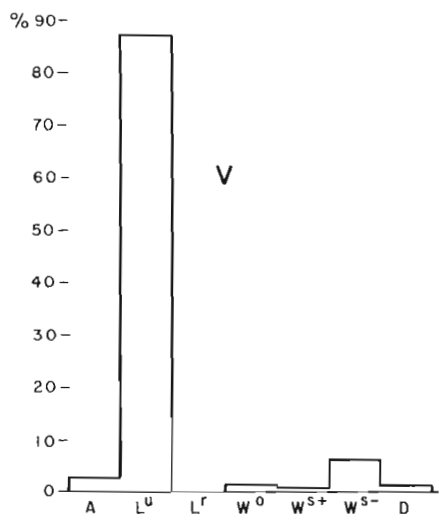


Fig. 20 - Distribución de las frecuencias porcentuales de figuras en los dedos MEÑIQUE (Dcho. e Izqdo.) de mujeres asturianas

La frecuencia total de TORBELLINOS para la serie masculina es del 30,60 %, mientras que en la serie femenina los torbellinos se presentan con una frecuencia del 26,51 %, aún así la diferencia no es estadísticamente significativa. Pero, no obstante, si analizamos por separado las frecuencias de los diferentes tipos de torbellinos y hacemos la comparación entre ambas series sexuales, se encuentra que para los TORBELLINOS CONCENTRICOS se mantienen, en los varones, las frecuencias superiores (4,95 %) que las de las mujeres (2,85 %), llamando la atención las diferencias que se presentan para el dedo IV en donde es

especialmente alta en los varones (18,50 %) en comparación con la de las mujeres (6,43 %), diferencia que es estadísticamente significativa ($t = 3,82$; g.l. = 508; $P << 0,001$).

Para el conjunto de los dos tipos de TORBELLINOS ESPIRALADOS se mantienen, igualmente, más altas las frecuencias en varones (21,55 %) que en mujeres (19,44 %), siendo semejante el valor de las diferencias para ambos tipos de torbellino. Cuando atendemos al análisis de las frecuencias para cada dedo, encontramos importantes diferencias sexuales para los dedos II y IX en el caso de los torbellinos dextrógiros y en los dedos I, III y V en el caso de los torbellinos levógiros, aunque, no obstante solamente la diferencia sexual para las frecuencias del dedo V es estadísticamente significativa ($t = 2,61$; g.l. = 508; $0,001 < P < 0,01$).

Por lo que respecta a las DOBLE-PRESILLAS, las frecuencias globales son similares en ambos sexos, aunque son manifiestas las diferencias para la mayoría de los dedos, especialmente para el dedo I en el que las mujeres, curiosamente, presentan una frecuencia más elevada (13,65 %) que la de los varones (10,50 %), aunque la significación de esta diferencia no se confirma estadísticamente.

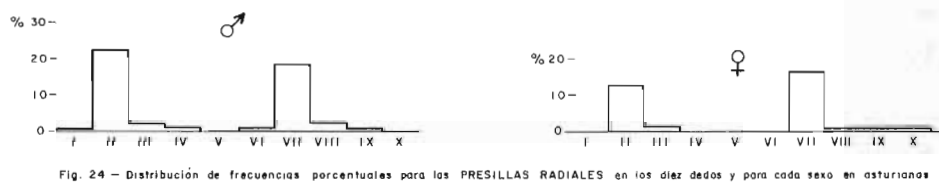
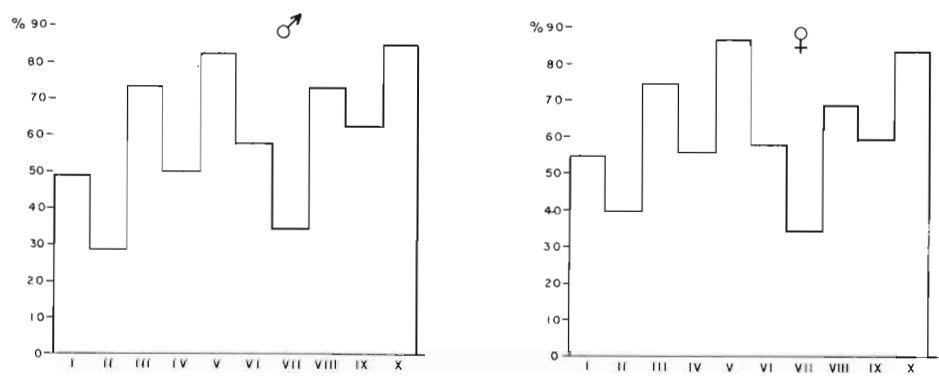
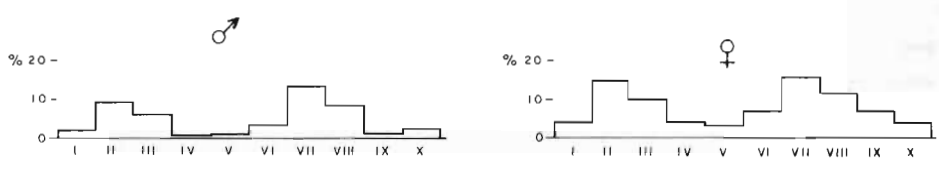
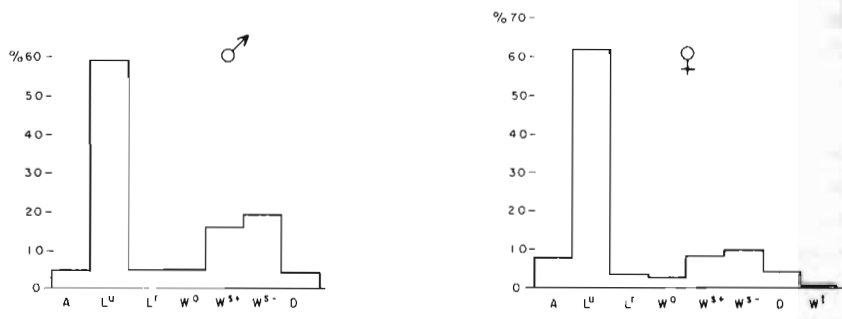
Finalmente, hay que señalar que el haber encontrado en la serie femenina un único torbellino tricéntrico, localizado sobre el dedo VII, no nos autoriza para hablar de diferencias sexuales para este tipo de figura dermatoglífica.

En resumen, pues, es necesario concluir que en la muestra de asturianos aquí estudiada es posible consignar la existencia de diferencias sexuales por lo que respecta a las frecuencias de los diferentes tipos de figuras y su distribución en los diez dedos, pero que únicamente se confirman estadísticamente las diferencias para la frecuencia global de arcos, para los torbellinos concéntricos sobre el dedo IV y para los torbellinos levógiros sobre el dedo V.

Las diferencias sexuales pueden ser observadas mediante la representación gráfica. En la figura 21 se representan las frecuencias porcentuales totales de figuras dactilares para cada uno de los sexos por separado, y en las figuras 22 a 28, se representan las frecuencias, en cada uno de los diez dedos, de cada uno de los tipos de figuras dactilares para cada sexo.

2. COMPARACIÓN DE LOS ASTURIANOS ENTRE SÍ Y CON OTRAS POBLACIONES

El análisis de la variabilidad tipológica de los torbellinos permite también, además de los estudios sobre la heterolateralidad y las diferencias sexuales, establecer comparaciones entre distintas muestras tomadas en una misma población o entre poblaciones diferentes, con objeto de determinar el grado de proximidad genética existente entre ellas y poder así determinar si distintas muestras pertenecen a una misma población o si diferentes poblaciones están emparentadas.



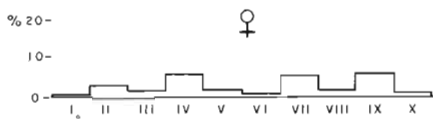
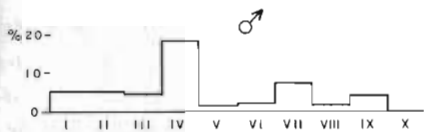


Fig. 25 - Distribución de frecuencias porcentuales para los TORBELLINOS CONCENTRICOS en los diez dedos y para cada sexo en asturianos

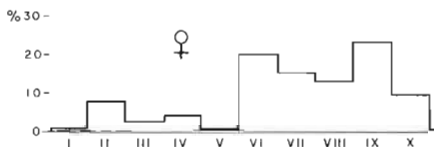


Fig. 26 - Distribución de frecuencias porcentuales para los TORBELLINOS ESPIRALES DEXTRORGIROS en los diez dedos y para cada sexo en asturianos

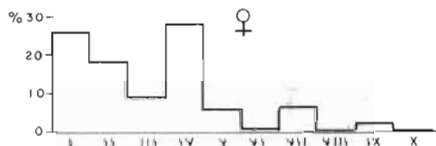
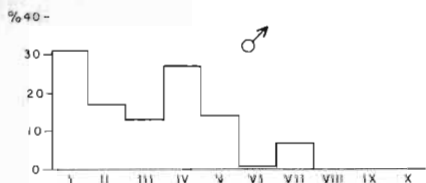


Fig. 27 - Distribución de frecuencias porcentuales para los TORBELLINOS ESPIRALES LEVOGIROS en los diez dedos y para cada sexo en asturianos

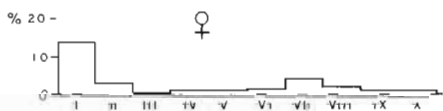
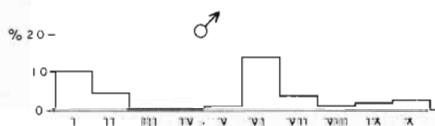


Fig. 28 - Distribución de frecuencias porcentuales para los TORBELLINOS DICENTRICOS en los diez dedos y para cada sexo en asturianos

Aunque son aún escasos los datos de que disponemos, es posible, no obstante, demostrar la importancia de la utilización de la variabilidad morfológica de los torbellinos en los estudios populogenéticos. Con este objeto se compara a continuación la muestra estudiada aquí por nosotros y representativa de la población asturiana en general, con las muestras de asturianos del Sureste estudiada por P. GÓMEZ; asturianos de los concejos de Parres y Piloña, estudiada por J. VILLADANGOS; leoneses del valle del Cea y del valle del Esla, estudiados también por P. GÓMEZ. En todos los casos se analizan sólo las series de varones por no disponer de las series femeninas para alguna de las poblaciones.

En el Cuadro número 2 se recogen las frecuencias porcentuales de cada tipo de figura para cada una de las poblaciones consideradas. Del análisis de este cuadro se deduce, en primer lugar, una importante variabilidad de las frecuencias de los arcos y de los torbellinos concéntricos, en segundo lugar, la existencia de diferencias estadísticamente significativas para determinados tipos de figuras entre ciertas poblaciones y, en tercer lugar, que en ninguna de las cinco poblaciones aquí analizadas se encuentran diferencias estadísticamente significativas para la totalidad de los tipos de figuras dactilares consideradas.

Los asturianos de los concejos de Parres y Piloña difieren, con valores estadísticamente significativos, de la población asturiana en general, en los ARCOS ($P \ll 0,001$), en las PRESILLAS ULNARES ($0,01 < P < 0,01$), en los TORBELLINOS CONCENTRICOS ($0,001 < P < 0,01$) y en los TORBELLINOS ESPIRALES LEVOGIROS ($0,01 < P < 0,05$), encontrándose los valores para los torbellinos espirales dextrógiros en el límite de la significación estadística.

Por su parte, los asturianos del Sureste difieren de la población general asturiana, por los ARCOS ($P < < 0,001$) y por los TORBELLINOS CONCENTRICOS ($P \lll 0,001$).

La comparación, por su parte, de los asturianos de los concejos de Parres y Piloña con los asturianos del Sureste, nos presenta la existencia de diferencias estadísticamente significativas para las frecuencias de TORBELLINOS CONCENTRICOS ($P \ll 0,001$), para los TORBELLINOS DEXTROGIROS ($0,001 < P < 0,01$) y para los TORBELLINOS DICENTRICOS ($P \lll 0,001$).

Las razones de estas diferencias entre la población general de asturianos, los asturianos de Parres y Piloña y los asturianos del Sureste, son difíciles de establecer mientras no conozcamos bien los mecanismos genéticos que regulan la heredabilidad de los dermatoglifos y no dispongamos, además, de información suficiente acerca de otras características hereditarias que nos permitan interpretar correctamente estas diferencias locales.

Cuando comparamos la muestra estudiada en el presente trabajo, representativa de la población general asturiana, con los leoneses de los valles del Esla y Cea encontramos que entre los asturianos y los leoneses del valle del Esla aparecen diferencias estadísticamente significativas para las frecuencias de ARCOS ($0,001 < P < 0,01$), para los TORBELLINOS CONCENTRICOS ($0,001 < P < 0,01$), para los TORBELLINOS DESTROGIROS ($P \ll 0,001$) y para los TORBELLINOS LEVOGIROS ($0,001 < P < 0,01$). En cambio, entre los asturianos y los leoneses del valle del Cea, encontramos que existen diferencias estadísticamente significativas para las PRESILLAS RADIALES ($0,02 < P < 0,05$), para los TORBELLINOS CONCENTRICOS ($P \lll 0,001$) y para los TORBELLINOS DEXTROGIROS ($0,001 < P < 0,01$).

De la observación del Cuadro número 2 se deduce la elevada frecuencia de torbellinos concéntricos que presenta la muestra de la población general asturiana

CUADRO N.º 2

Frecuencias porcentuales de portadores de los distintos tipos de dactilografos en diferentes poblaciones de varones de la región Cantábrica

Poblaciones	Tipos de figuras						
	N	A	L ^u	L ^r	W ^o	W S+	W S-
Asturianos (población general)	261	4,80 ± 0,48	59,70 ± 1,10	4,90 ± 0,48	4,95 ± 0,49	10,60 ± 0,69	10,95 ± 0,70
Asturianos (Parres y Piloña)	194	9,89 ± 0,45	56,03 ± 1,12	3,96 ± 0,44	2,98 ± 0,38	8,76 ± 0,64	9,02 ± 0,65
Asturianos del SE	114	8,07 ± 0,81	58,50 ± 1,45	4,30 ± 0,60	0,96 ± 0,29	12,54 ± 0,98	11,23 ± 0,94
Leoneses (Cea)	102	5,51 ± 0,72	58,11 ± 1,55	3,24 ± 0,56	1,67 ± 0,40	13,96 ± 1,09	13,27 ± 1,06
Leoneses (Esla)	163	6,96 ± 0,63	56,63 ± 1,23	3,93 ± 0,48	3,01 ± 0,42	12,76 ± 0,83	12,64 ± 0,82

Cuadro N.º 3

Valores del coeficiente de asociación de JACCARD (SJ) para cinco poblaciones de varones de la región Cantábrica.

Poblaciones	SJ
Asturianos (población general)-Asturianos (Parres y Piloña)	0,29
Asturianos (población general)-Asturianos del Sureste	0,71
Asturianos (Parres y Piloña)-Asturianos del Sureste	0,57
Asturianos (población general)-Leoneses (valle del Esla)	0,43
Asturianos (población general)-Leoneses (valle del Cea)	0,57
Asturianos (Parres y Piloña)-Leoneses (valle del Esla)	0,43
Asturianos (Parres y Piloña)-Leoneses (valle del Cea)	0,29
Asturianos SE-Leoneses (Esla)	0,86
Asturianos SE-Leoneses (Cea)	0,86
Leoneses (Esla)-Leoneses (Cea)	0,86

(4,95 %), lo que contrasta con la frecuencia tan baja que presentan para este tipo de figura los asturianos del Sureste (0,96 %) estudiados por P. GÓMEZ. La elevada frecuencia de torbellinos concéntricos diferencia, por tanto, a la población general de asturianos de todas las otras consignadas en el Cuadro número 2.

Si se compara ahora a los asturianos de los concejos de Parres y Piloña con los leoneses del valle del Esla, se encuentran diferencias estadísticamente significativas para las frecuencias de ARCOS ($P < < 0,001$), para los TORBELLINOS DEXTROGIROS ($P < < 0,001$), para los TORBELLINOS LEVOGIROS ($P < < 0,001$) y para los TORBELLINOS DICENTRICOS ($P < < < 0,001$). En cambio, al comparar a los asturianos de los concejos de Parres y Piloña con los leoneses del valle del Esla además de encontrar significación estadística para las diferencias entre las frecuencias de los ARCOS ($P < < < 0,001$), los TORBELLINOS DEXTROGIROS ($P < < < 0,001$), para los TORBELLINOS LEVOGIROS ($P < < < 0,001$) y para los TORBELLINOS DICENTRICOS ($P < < < 0,001$), también existe significación estadística para las frecuencias de los TORBELLINOS CONCENTRICOS ($0,01 < P < 0,02$).

Al comparar a los asturianos del Sureste con los leoneses del valle del Esla, más próximos geográficamente, se encuentran diferencias estadísticamente significativas solamente para las frecuencias de TORBELLINOS CONCENTRICOS ($P < < 0,001$). En cambio, entre los asturianos del Sureste y los leoneses del valle del Cea las diferencias estadísticamente significativas se dan únicamente para las frecuencias de ARCOS ($0,01 < P < 0,02$). Estos hechos parecen indicar, al menos a primera vista, que los asturianos del Sureste están más próximos genéticamente de los leoneses de los valles del Esla y Cea que del resto de los asturianos, lo que, por otra parte, concordaría no sólo con el hecho de la proximidad geográfica sino también con determinadas hipótesis etnográficas.

Finalmente, de la comparación entre sí de los leoneses de los valles del Esla y Cea se encuentra que difieren estadísticamente para las frecuencias de los TORBELLINOS CONCENTRICOS ($0,02 < P < 0,05$).

Si se quiere expresar el grado de asociación que existen entre dos poblaciones o dos subpoblaciones pertenecientes a una misma población de una forma sencilla mediante un solo valor, se puede recurrir a alguno de los métodos matemáticos desarrollados para estimar la semejanza taxonómica mediante el cálculo de un «coeficiente de similitud», entre los que se encuentran los de «asociación» y de los que existen diferentes clases como es sabido. Con objeto de comparar, dos a dos, las cinco poblaciones aquí consideradas, hemos empleado el coeficiente de asociación de JACCARD (S_J) por considerarlo el más sencillo y apropiado a nuestro caso.

Para el cálculo del coeficiente S_J se ha tenido en cuenta a los siete tipos de figuras dermatoglíficas analizadas, anotándose para cada par de poblaciones consideradas en cada caso, la existencia de «no-coincidencia» cuando las frecuencias en ambas poblaciones de un determinado tipo de figura presentaban una

diferencia estadísticamente significativa; en caso contrario, se consideró que dos poblaciones no diferían para el tipo de figura considerado. Está claro que las diferencias pueden ser de distinto grado, hecho que el método de JACCARD no tiene en cuenta, lo que supone una de las limitaciones del mismo que debe tenerse en cuenta.

En el Cuadro número 3 se reflejan los valores del coeficiente de asociación de JACCARD calculado para cada pareja de poblaciones aquí considerada.

Del análisis del Cuadro número 3 se infiere, dentro de las limitaciones que el método impone, que existen importantes diferencias, en cuanto a los rasgos que estamos considerando se refiere, entre los asturianos de los concejos de Parres y Piloña y la población general asturiana, hecho que ya había sido señalado por VILLADANGOS (1978) al comprobar que los parreses y piloñeses diferían de la población general asturiana para el valor cuantitativo digital y otros caracteres dermatoglíficos de la palma. Estas diferencias son del mismo orden ($SJ = 0,29$) que las que se dan entre los asturianos de Parres y Piloña y los leoneses del valle del Cea. Asimismo, llama la atención el hecho de que los asturianos del Sureste presenten gran semejanza ($SJ = 0,86$) con los leoneses de los valles del Esla y Cea a la vez que con la población general asturiana ($SJ = 0,71$), cuando las semejanzas de ésta con los leoneses es sólo de alrededor del 50 % (GÓMEZ, 1978). De todas formas, destaca el hecho de que los asturianos de Parres y Piloña constituyen el grupo que aparece como más diferenciado, hecho para el que carecemos de explicación por el momento.

INDICE BIBLIOGRAFICO

- CUMMINS, H. y MIDLO, Ch. (1961).—Finger Prints Palms and Soles. Introduction to dermatoglyphics. Dover Publications, Inc. New York.
- EGOCHEAGA, J. E. (1971).—El número de trirradios digitales en asturianos y su relación con otras poblaciones. Rev. Fac. Cienc. (Universidad de Oviedo), vol. XII, 2: 103-111.
- (1972).—Análisis de los dermatoglifos en asturianos y su relación con otras poblaciones. Tesis Doctoral, Biblioteca de la Fac. de Ciencias (Universidad de Oviedo).
- (1973).—Las líneas dermopapilares en asturianos: I. Dermatoglifos dactilares. Trab. Antrop. (C.S.I.C.), vol. XVII, 1: 25-50.
- GÓMEZ, P. (en prensa).—Estudio dermopapilar de una población aislada de Asturias. Bol. Inst. Est. Astur. (supl. Ciencias), vol. 23.
- (1978).—Bioantropología e influencia geográfica en el NE de León. Ed. Inst. Fray Bernardino de Sahagún (Diputación Provincial de León).
- VILLADANGOS, J. M. (1978).—Estudio dermatoglífico de dos concejos asturianos: Parres y Piloña. Tesina de Licenciatura-Biblioteca de la Facultad de Ciencias (Universidad de Oviedo).
- VIJAYA BHANU, B. (1975).—Ridge course of the whorls: Classification and Methods. Am. J. Phys. Anthropol., vol. 42, 2: 263-268.
- WENDT, G. G. (1963).—Vorschläge zu einer einheitlichen Befunderhebung für die Papillarmuster der Fingerbeeren. Anthrop. Anz., vol. 26: 165.

ESTUDIO ANTROPOLOGICO DE UNA POBLACION AISLADA EN EL S.E. DE LA REGION ASTURIANA

Por
P. GOMEZ GOMEZ
Departamento de Antropología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

INTRODUCCION

La región asturiana es parte integrante de la vertiente océano-atlántica. Comprende una extensa franja limitada al N por el mar Cantábrico y al S por la cordillera Cantábrica, lindando al E con la provincia de Santander y al O con la región gallega.

Complicados relieves descienden escalonadamente de la cordillera hacia el mar, produciendo una variada geografía rica en valles, relativamente cerrados, algunos de los cuales tienen categoría y características de pequeña comarca.

Es sobradamente conocida la importancia que los autores conceden a la geomorfología en el origen de la diversidad de tipologías raciales. Por dicho motivo venimos realizando el estudio de una serie de pequeñas poblaciones geográficamente aisladas en la Cordillera Cantábrica. Un ejemplo de ello es este estudio realizado en una población de asturianos que hemos llamado asturianos del SE. Dicha población se halla asentada en los valles de los ríos Sella y Cares, limitados al N por la Sierra de la Cuera, al SE por los Picos de Europa y al SO por otras cumbres de la Cantábrica y sus estribaciones.

La ciudad de Cangas de Onís es la capital y centro de esta pequeña comarca, en ella se encuentran las carreteras que cruzan dichos valles.

Las poblaciones han sido estudiadas por separado, aunque no hemos encontrado diferencias de rango estadísticamente significativo en los caracteres estudiados. El número de muestra es más limitada de lo deseable por la dificultad de obtención de datos, lo que pudiera ser motivo de la falta de significación entre poblaciones vecinas en algunos casos concretos.

La organización y modo de vida en la zona es muy similar ya que se trata de poblaciones sedentarias que viven fundamentalmente de la ganadería. La agricultura es muy limitada en especies de cultivo y reducida en extensión, ya que se halla subordinada a la ganadería.

CARACTERES ESTUDIADOS

Dejamos de lado los caracteres morfotipológicos por no poseer datos recientes de la población asturiana con los que poder cotejarlos. No obstante según los datos de OLORIZ (1894) y los apartados por URÍA (1969) la población estudiada de asturianos del SE poseen una mayor altura e índice cefálico que el conjunto de la población asturiana. Para la comparación con otras poblaciones vecinas (lebaniegos y leoneses del NE) puede verse el trabajo presentado en este mismo número «Aislamiento geográfico y diversidad tipológica de las poblaciones humanas en una región de la Cantábrica». El presente trabajo es un complemento de aquel, ya que la zona estudiada es geográficamente parte integrante de dicha región.

Los caracteres tenidos en cuenta para este estudio comprenden los sistemas sanguíneos «ABO» y «Rh», para los que se han tomado 183 muestras de individuos de ambos sexos, la sensibilidad gustativa a la feniltiocarbamida para lo que hemos contado con una muestra de 208 individuos también de los dos sexos, y, por fin, los caracteres dactilares para cuyo estudio contamos con una muestra de 117 varones.

CARACTERES HEMATICOS

Sistema ABO. Las frecuencias génicas calculadas para la población estudiada la comparamos con la población asturiana en general (PONS 1964). Si bien las diferencias entre las frecuencias fenotípicas entre ambas poblaciones no son significativas estadísticamente, no se hallan lejos de la significación ($\chi^2 = 4,06$, para tres grados de libertad, P. entre 10 y 20 %).

Las diferencias más notables se aprecian entre ambas poblaciones en el grupo «O» aunque también lógicamente existen en los otros dos grupos. Las frecuencias tanto fenotípicas como alélicas (r) de dicho grupo O son notablemente superiores en los asturianos del SE, e inversamente a lo que ocurre con las frecuencias de los grupos A y B. Por otra parte dichas frecuencias acercan los asturianos del SE a los vascos atendiendo a los promedios dados por diversos autores y promediados por MAQUER (1963).

Sistema Rh. Para el estudio de este sistema solamente se tienen en cuenta los alelos «D» y «d». Los datos obtenidos por nosotros en la población de asturianos del SE los comparamos con los datos de la población asturiana obteni-

CUADRO N.º 1
Frecuencias fenotípicas y génicas

POBLACIONES	ASTURIANOS		ASTURIANOS SE	
	Absolutas	Relativas	Absolutas	Relativas
Grupo «O»	663	47,26 %	97	53,00
Grupo «A»	576	441,05	71	38,80
Grupo «B»	121	8,62	9	4,92
Grupo «AB»	43	3,06	6	3,38
Fec. génica	r = 0,6728 p = 0,2685 q = 0,0587		r = 0,7355 p = 0,2311 q = 0,0344	

dos por PONS (1967). La muestra estudiada por dicho autor fue de 983 individuos de los que 169 resultaron Rh⁻, estos datos coinciden con los de otros autores (HORS y MARCOS 1951). La muestra estudiada por nosotros consta de 183 individuos de ambos sexos de los cuales 43 eran Rh⁻. La prueba de discriminación entre las diferencias fenotípicas de las dos series asturianas acusa diferencias estadísticamente significativas ($\chi^2 = 4,13$ para un grado de libertad entre 2 y 5 %).

CUADRO N.º 2
Frecuencias fenotípicas y génicas del Rh

Frecuencias	Asturianos	Asturianos SE		Asturianos	Asturianos SE
Rh ⁺	82,81	76,50	D	0,5854	0,5152
Rh ⁻	17,19	23,50	d	0,4146	0,4848
Total	100,00	100,00		1,0000	1,0000

Las frecuencias de los asturianos del SE se acercan más a las poblaciones leonesas del S de la Cantábrica (Valdeón 27,00 % y Esla 21,09 %) (GÓMEZ 1978) y a las de los vascos (25,10 %), con altas frecuencias de Rh⁻, que a los asturianos en general.

SENSIBILIDAD GUSTATIVA A LA FENILTIOCARBAMIDA

También para este carácter las frecuencias de «gustadores» y «no gustadores» en los asturianos del SE difieren de las halladas en la población asturiana (EGOCHEAGA 1975) y de los leoneses del NE con los que limitan (GÓMEZ 1977).

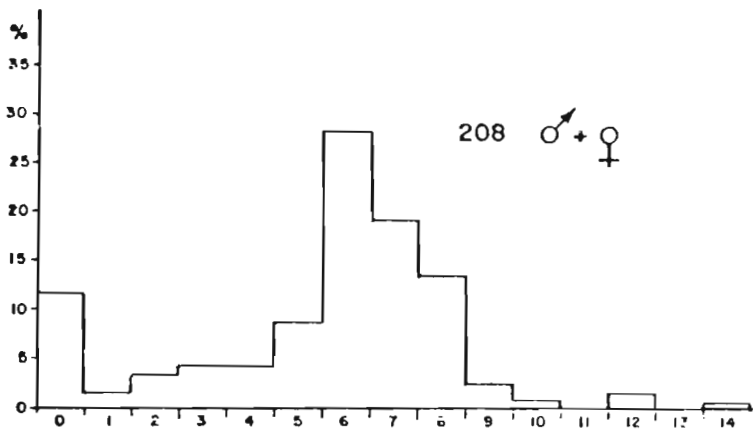
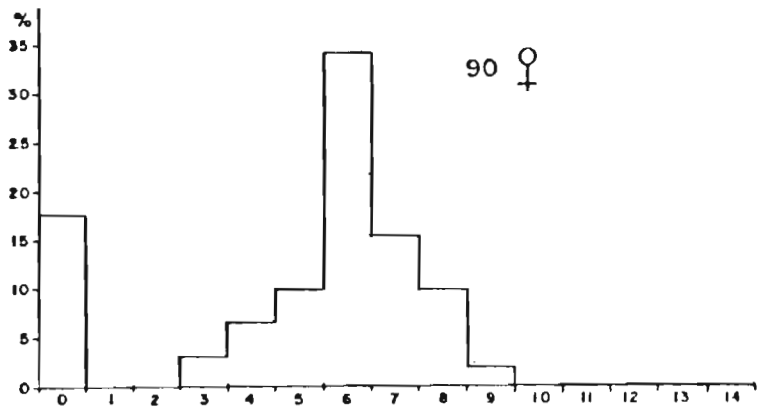
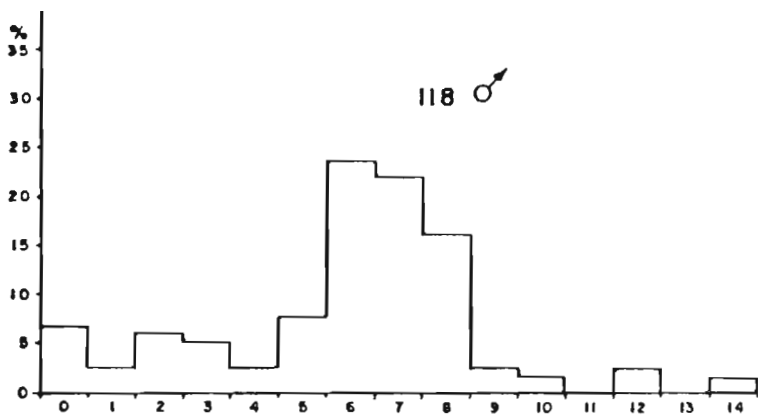


Fig. 1 - Distribución de frecuencias según los distintos umbrales de sensibilidad gustativa a la P. T. C. en Asturianos del S. E.

CUADRO N.º 3

Frecuencias de gustadores y no gustadores a la PTC

Frecuencias	Totales	«Gustadores»	«No gustadores»	% «no gustadores»
Asturianos	378	88	290	23,29 ± 2,31
Asturianos SE	208	27	181	12,98 ± 2,33
Leoneses NE	539	151	388	23,27 ± 1,82

La prueba de discriminación de «ji cuadrado» (Fig. 1) (χ^2) indica diferencias significativas con la población asturiana ($\chi^2 = 8,42$, g.l.l., P. entre 1 y 0,1 %); en este caso las diferencias con los leoneses del NE son mayores y más significativas que con los asturianos en general ($\chi^2 = 17,94$, g.l., P menor de 0,1 %). Nuevamente las bajas frecuencias de «no gustadores» entre la población del SE de Asturias la acercan a los pirenaico occidentales (navarros 6,95 %, guipuzcoanos 11,3 %, viscaínos 12,00 %) estudiados por BASABE (1966).

CARACTERES DERMATOGLIFICOS

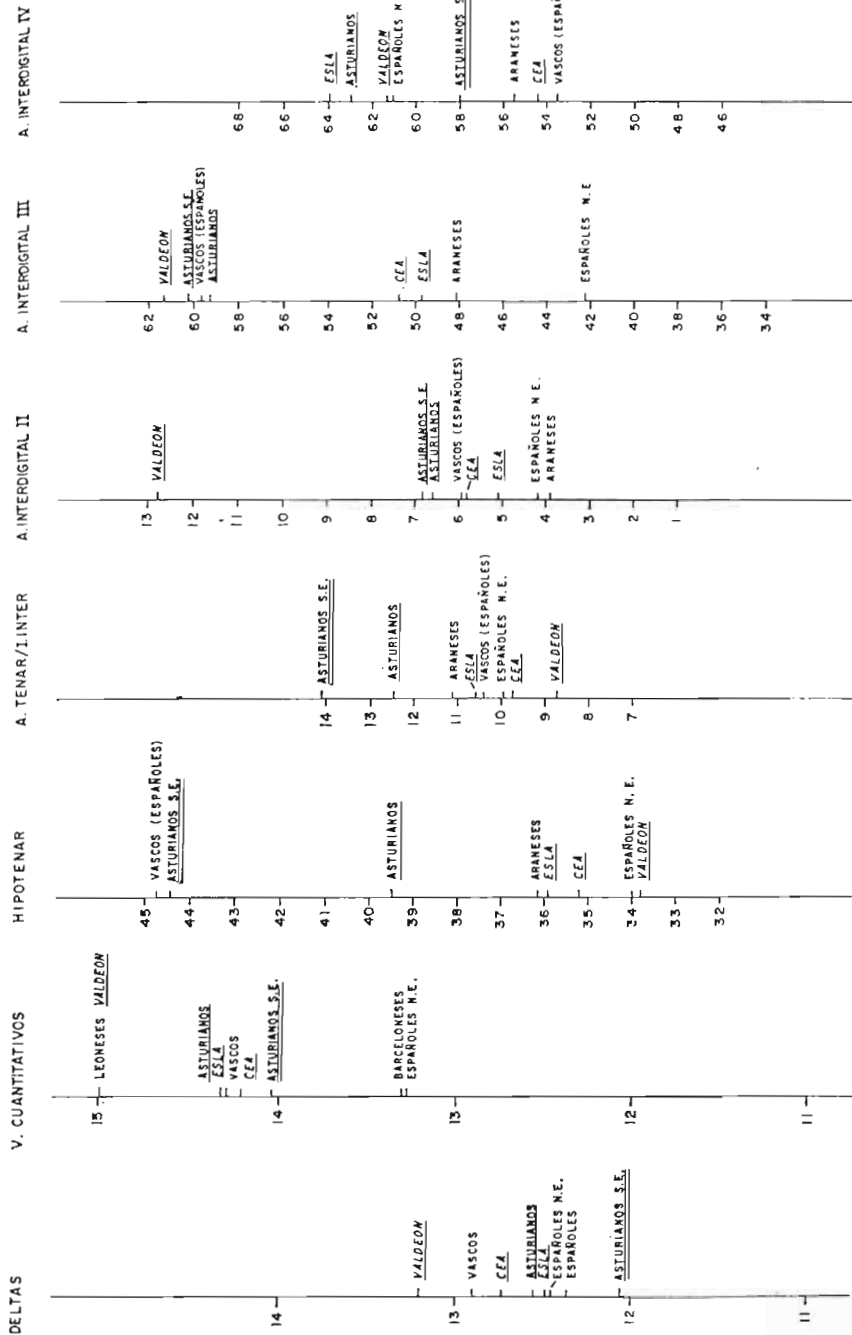
Estos caracteres, como es sabido, presentan una serie de ventajas para la sistemática racial humana; entre ellos su carácter poligénico que les da una mayor constancia a los bandazos de la deriva que la de los grupos sanguíneos a la sensibilidad gustativa a la PTC.

Como se puede apreciar en la figura 2, el campo de la variabilidad de las deltas es reducida, oscila entre 12,06 de los asturianos de SE (GÓMEZ 1977) y el 13,20 de los leoneses de Valdeón (GÓMEZ 1976), las diferencias entre los valores de ambas poblaciones son estadísticamente significativas ($t = 2,45$ g.l. 189, P entre 1 y 2 %). Los asturianos en general se sitúan entre ambos valores (12,54), las diferencias en este caso, no son significativas ni con una ni con otra serie.

El valor cuantitativo individual medio acerca la serie asturiana del SE (14,04 ± 0,20) a los españoles del NE (13,29 ± 0,46) (PONS 1958) que se hallan en el extremo inferior del campo de variabilidad de valores, y otra vez se separa significativamente de los leoneses de Valdeón (15,04 ± 0,24, $t = 3,20$, g.l. 189, P entre 1 y 0,1 %). La población asturiana en general (EGOCHEAGA 1971, 72, 73, 75) nuevamente se sitúa dentro de dicho campo (14,31 ± 0,33) entre el valor de ambas poblaciones aunque algo más próximos a los asturianos del SE.

El estudio de las líneas principales de la palma da unos valores del índice de Cummins muy similares en las tres series que se hallan próximas a la serie vasca.

El valor de frecuencias de figuras del área hipotenar (44,45) es ciertamente elevado y se acerca al de la serie vasca (44,70). En este caso se separan de la serie asturiana en general (34,69) con significación estadística, las diferencias con



POBLACIONES ESPAÑOLAS

Fig. 2

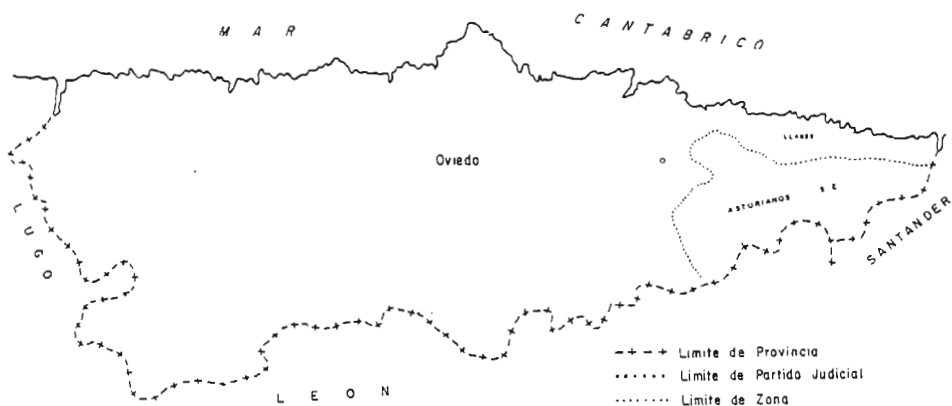
los leoneses de Valdeón (33,74) son todavía superiores a las halladas con los asturianos.

En el área tenar-interdigital I las diferencias no tienen carácter significativo entre las figuras halladas en dichas áreas palmares de los asturianos del SE. No obstante lo dicho esta serie se aleja de los asturianos en general para acercarse a los leoneses de Valdeón y españoles del NE.

Las frecuencias de figuras verdaderas en el área interdigital II halladas en la serie de asturianos del SE (6,84) se encuentran más próximas a la serie vasca (5,90) que a la asturiana (9,16), aun cuando en ninguno de los dos casos dichas diferencias alcanzan grado estadístico de significación, ni siquiera son significativas dichas diferencias con los leoneses de Valdeón ($12,76 \pm 2,79$; $t = 1,63$, g.l. 181, P entre 10 y 20 %).

En el área palmar interdigital III nuevamente existe una aproximación de valores de frecuencias de la población estudiada ($60,09 \pm 3,21$) con los vascos (59,60). Tampoco aquí en ninguno de los tres casos las diferencias son significativas, aun cuando lo son, en cambio, respecto a los leoneses de Esla y Cea, y también a los españoles del NE.

En el área interdigital IV la serie estudiada (57,94) se sitúa casi equidistante entre la serie vasca (53,50) y los españoles del NE (61,08) hallándose más lejanos de los asturianos en general (62,98) y sobre todo de los leoneses de Valdeón ($63,92 \pm 2,70$; $t = 1,42$, g.l. 189, P entre 10 y 20 %). No obstante tampoco en este área las diferencias de valores de los asturianos del SE tienen grado de significación estadística respecto a otras poblaciones estudiadas en el N peninsular.



CONCLUSION

La población estudiada no obstante coincidir en líneas generales, con las características tipológicas halladas en otras poblaciones del mismo ámbito cantá-

brico presenta unas características propias que creemos debidas a su aislamiento geográfico. Los sistemas ABO y, especialmente, el Rh así como el estudio de la sensibilidad a la feniltiocarbamida en los asturianos del SE, y sobre todo los caracteres dermopapilares nos dan una idea de la importancia del aislamiento como condicionante de las características bioantropológicas propias de esta población asturiana.

Por otro lado existe una reiterada coincidencia en bastantes de los caracteres estudiados en la población asturiana del SE con los pirenaico occidentales, igualmente a como se ha comprobado en otras poblaciones de este área geográfica.

Lo cual puede ser debido a una emigración o flujo genético hacia esta población, o mejor, posiblemente a un sustrato común en todo el N cantábrico, aún cuando los datos bioantropológicos son insuficientes y requieren una mayor información y estudio en el área cantábrica.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- EGOCHEAGA, J. E. (1972).—Análisis de los dermatoglifos en asturianos y su relación con otras poblaciones. *Rev. Fac. Cic. Universidad de Oviedo*, vol. XIII, 2: 33-73.
- (1973).—Las líneas dermopapilares en asturianos. I. Dermatoglifos dactilares. *Trab. Antrop. C.S.I.C.*, vol. XVII, 1: 27-50.
- (1975).—Las líneas dermopapilares en asturianos, II. Dermatoglifos palmares. *Sup. Cienc. Vol. Idea*, 21: 3-51.
- (1975).—Sensibilidad a la PTC, en estudiantes asturianos. *Bol. Inst. Est. Astur. (Suplemento de Ciencias)*. Separata n.º 20.
- GÓMEZ, P. (1975).—Estudio morfotipológico de los asturianos del SE, similitudes y diferencias con los santanderinos de la Liébana. En prensa.
- (1977).—Sensibilidad gustativa a la feniltio carbamida en una población aislada de asturianos. *Rev. Med. Astur.*, 65: 91-100.
- (1977).—Estudio dermopapilar de una población de asturianos. En prensa.
- (1978).—Bioantropología e influencia geográfica en el NE de León. Ed. Fray Ber. de Sahagún Diputación Provincial. León.
- MARQUER, P. (1963).—Contribution a l'étude anthropologique du peuple Basque et au problème de ses origines raciales. *Bull. Soc. Anthr. de Prias*, 4 (XI): 1-240.
- OLORIZ, F. (1814).—Distribución geográfica del índice cefálico en España. *Mem. Congr. Geogr. Hispano-Portugués-Americano (1892)*. Madrid.
- PONS, J. (1952).—Impresiones dermopapilares en estudiantes universitarios barceloneses. *Trab. Inst. Bern. Sahagún (Barcelona)*, vol. 13, 2.
- (1953).—Impresiones dermopapilares en vascos y su relación con otras poblaciones. *Trab. Inst. Bern. de Sahagún (Barcelona)*, Vol. 14, 3.
- (1964).—Grupos sanguíneos en asturianos. *Rev. de la Fac. de Cienc.*, t. V, 2: 135-141. Universidad de Oviedo.
- TRIGINER, J. y PONS, J. (1967).—Contribución al estudio de grupos sanguíneos MN y Rh en asturianos. *Rev. Fac. Cienc.*, t. VIII, 2: 3-7. Universidad de Oviedo.
- URÍA, J. (1970).—Datos relativos a la formación antropológica del pueblo asturiano. Trabajo publicado en el «Libro de Asturias», 38-61. Oviedo.

AISLAMIENTO GEOGRAFICO Y DIVERSIDAD TIPOLOGICA DE LAS POBLACIONES HUMANAS DE UNA REGION DE LA CANTABRICA

Por
P. GOMEZ GOMEZ
Departamento de Antropología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo.

Demarcación geográfica e influencia geomorfológica

La región estudiada abarca las zonas limítrofes de las provincias de León, Santander y Oviedo (Fig. 1) entorno a los Picos de Europa, en plena Cordillera Cantábrica, comprendiendo un área caracterizada por múltiples formas de relieve y grandes variedades litológicas que originan una complicada geomorfología. Lo cual da lugar a profundos y pequeños valles separados entre sí por elevadas cumbres montañosas que superan en ocasiones los 2.000 m de altitud o por angostos e impracticables desfiladeros. Los valles estudiados se hallan situados en las cabeceras de los ríos Sella, Cares y Deva en la vertiente Norte-Cantábrica y los del Esla y Cea en la Sur.

Ya desde antiguo y reiteradamente los antropólogos han estudiado y valorado la influencia de los factores geográficos en la diferenciación tipológico-racial de las poblaciones humanas, especialmente, el clima y la geomorfología, formando ésta, unas veces, zonas de aislamiento propicias a determinados procesos genéticos (deriva, consanguinidad, andogamia, etc...) conducentes a la formación de diferentes tipologías y, en otras, cauces de comunicación importantes en la dinámica evolutiva de la biología de las poblaciones humanas.

Desde los primeros trabajos antropológicos realizados en nuestra Península se tuvo en cuenta la relación geográfica y morfológica con la distribución de los tipos humanos, si bien en algunos de ellos no se supo distinguir entre unidad administrativa y unidad bioantropológica.

La complicada geomorfología de la zona estudiada dificulta las comunicaciones de las poblaciones que habitan los valles geográficamente próximos, impi-

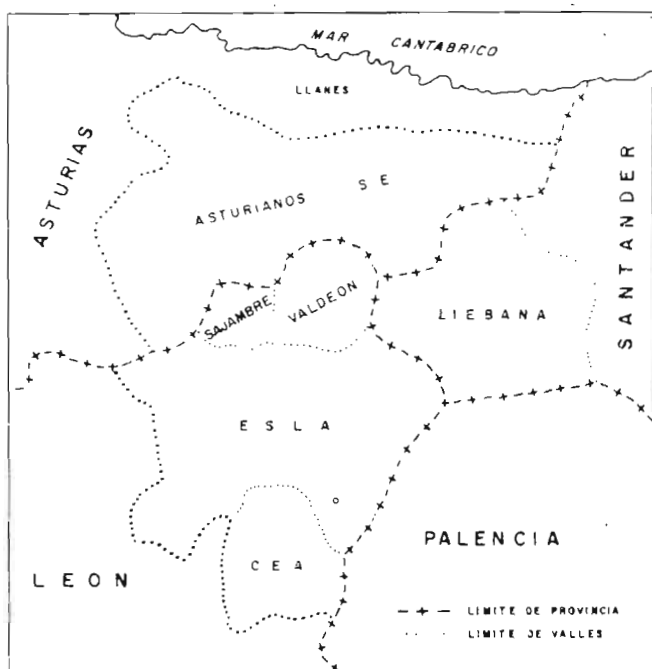


Fig. 1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA

diendo, por una parte, los contactos y mezclas entre sí y condicionando, por la otra, su demografía con una baja densidad de población, altas tasas de consanguinidad y elevado nivel de endogamia (GÓMEZ, P. 1976).

La muestra y caracteres estudiados

Los caracteres antropológicos estudiados se refieren a tres tipos: somatoscópicos y métricos, dermatoglíficos y hemáticos.

La muestra elegida ha sido tomada, separadamente en cada uno de los valles, intentando conseguir la máxima representatividad posible. Procurando, siempre, con gran cautela, que los individuos elegidos fueran oriundos de los respectivos valles estudiados, por lo menos en dos generaciones, excluidas los casos dudosos y los individuos de los que se supiera, ciertamente, que alguno de sus antepasados, incluso más allá de sus abuelos, fuera extraño a los zona de estudio. Así mismo se ha intentado evitar los parentescos próximos, eliminando de la muestra los familiares en primero y segundo grado (primos carnales). Estos criterios han sido mantenidos constantemente, como norma general, en todos los tipos de caracteres estudiados. Se ha tenido un especial cuidado en la primera de estas condiciones, procurando no admitir en la muestra a ninguno que no fuera

originario del valle que se estudiaba, extremando las precauciones en zonas que ofrecían algún tipo de problema como las zonas mineras. Para este fin antes de seleccionar la muestra de estudio acudimos a los Ayuntamientos y Parroquias consultando los archivos e incluso, en ocasiones, confeccionando una lista de apellidos. Buscando, además, el asesoramiento de personas conocedoras de las líneas familiares, generalmente de edad, que existen siempre en estas zonas rurales.

Tanto los caracteres métricos corporales como los desmatoglifos, de momento, sólo han sido estudiados en varones.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS CARACTERES

Caracteres métricos o índices corporales (Fig. 2).

La población asturiana del SE y la santanderina de la Liébana poseen una estatura media más elevada que el resto de las poblaciones estudiadas, existe una disminución progresiva de valores de Norte a Sur, excepción hecha de Valdeón cuya media de estatura es inferior a todas las poblaciones circundantes.

Aunque existen diferencias notables incluso estadísticamente significativas entre los valores medios de las poblaciones, todos ellos se clasifican dentro de la categoría de estaturas medias de Vallois.

Los resultados del estudio de los caracteres corporales del busto y miembros superior e inferior van de acuerdo, como es lógico, con las medias de la estatura. El índice córmico presenta pequeñas diferencias geográficas, estadísticamente no apreciables incluyéndose todos los valores medios dentro de la clasificación de medianos o metriocormes.

El índice biacromial posee una variabilidad tipológica superior al anterior. Los asturianos del SE, los santanderinos de la Liébana y los leoneses del Esla se incluyen dentro de los de espaldas anchas y dentro de las categorías de espaldas medias los leoneses de Valdeón, Sajambre y Cea.

El valor medio del índice cefálico nos indica un valor notable del diámetro transversal, lo que da como resultado unas medias de índices dentro de la braquicefalia en todas las poblaciones de la zona. No obstante lo dicho las diferencias entre las medias de Valdeón y Sajambre y el resto de las poblaciones son notables y estadísticamente significativas. Existe por lo tanto una disminución del índice cefálico hacia el Norte y hacia el Sur de la Cordillera dentro de esta zona. La distribución geográfica de estos índices nos puede dar idea del aislamiento de las poblaciones de Valdeón y Sajambre.

El índice facial presenta una distribución de valores que no va de acuerdo con lo que pudiera esperarse de la distribución del índice cefálico. En líneas generales existe una graduación de valores que disminuye de norte a sur, las diferencias tienen valor estadísticamente significativo, clasificándose, los asturianos del SE y Lebaniegos dentro de una marcada leptoprosopía, los leoneses de

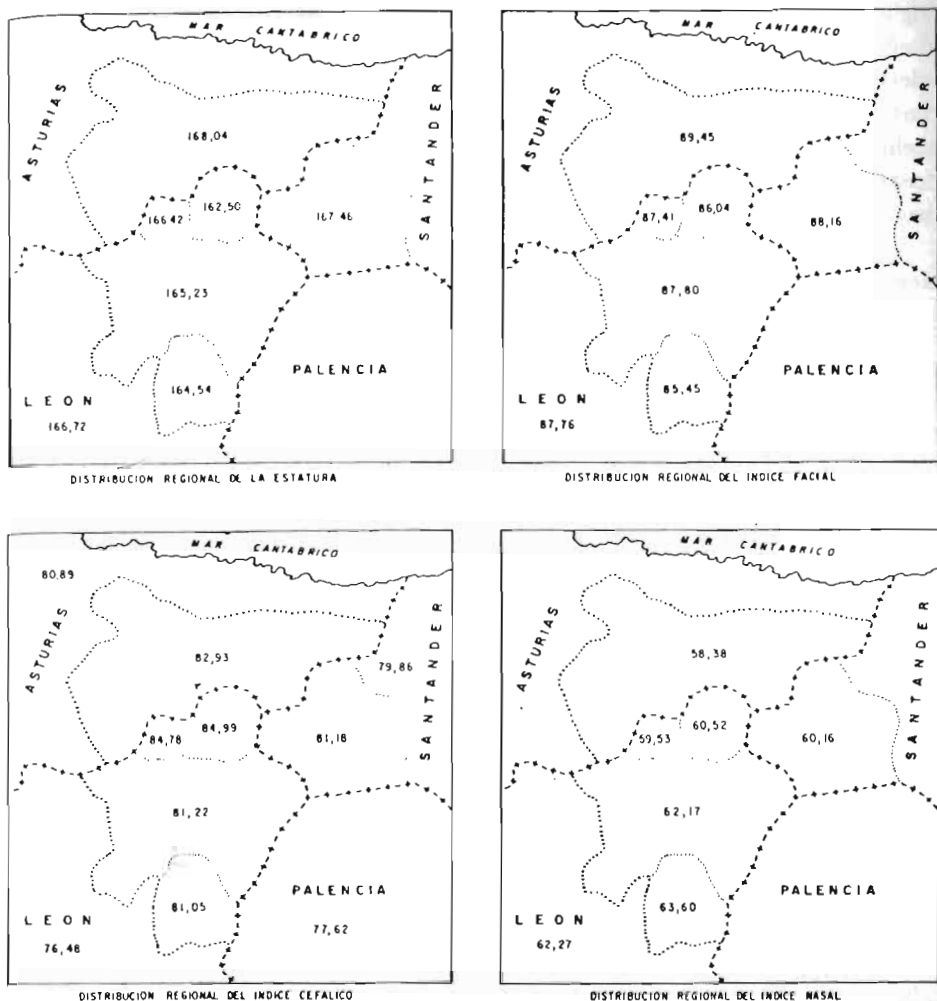


Fig. 2.

Esla y Sajambre en el límite de la meso y leptoprosopía y los de Valdeón y Cea son claramente mesoprosopes.

La distribución de valores del índice nasal, igualmente, presenta una gran variabilidad geográfica, aumentan ostensiblemente en valor de Sur a Norte, aun cuando aquí también existen diferencias estadísticas entre los valores, todos ellos se incluyen dentro de la leptorria. Lo cual nuevamente llama la atención teniendo en cuenta los resultados del índice cefálico, pensando, además, en un dominio de tipología alpina como se ha afirmado tradicionalmente.

Esta falta de concordancia que arroja el análisis tipológico de los caracte-

res céfalo-faciales con la clasificación de la tipología clásica de DENIKER, junto con la evolución comprobada de algunos de los anteriores caracteres estudiados en las poblaciones de la zona (así en las poblaciones leonesas, el aumento de estatura en una generación puede estimarse entre 4,5 a 6,5 cm y el descenso del índice cefálico en torno a 2,5 unidades) nos ha hecho proceder con cautela a la hora de determinar tipologías y clasificaciones. Por lo que hemos preferido la comparación directa entre poblaciones (GÓMEZ, P. 1978) añadiendo a ello el estudio de otros caracteres.

Caracteres dermatoglíficos.—Aun cuando sólo poseemos datos, de momento, de las tres poblaciones leonesas de Valdeón, Esla y Cea se puede comprobar una heterogeneidad entre ellas con una variabilidad geográfica. Para tener una visión más cabal, tanto geográfica como tipológica, las hemos comparado con otras poblaciones del Norte peninsular (Fig. 3).

Dichas diferencias se manifiestan en la distribución de figuras dactilares de Valdeón respecto a Esla y Cea, así como entre los valores de promedios cuantitativos, siendo, en ambos casos significativas estadísticamente.

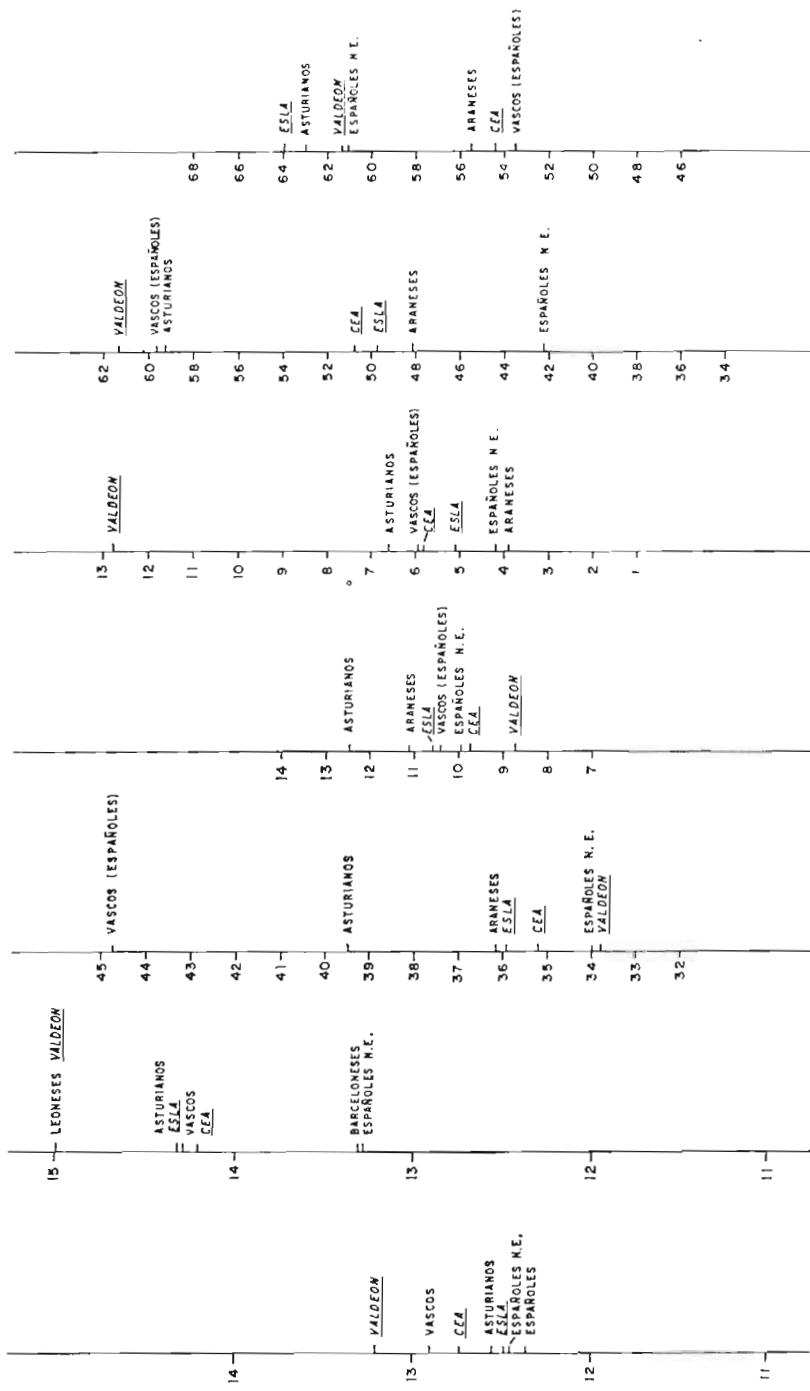
También en el análisis palmar se hallan notables diferencias entre los valores de los índices y de las frecuencias: así en los Tipos Modales de CUMMINS y MIDLO y en la distribución de figuras en las áreas palmares II y III interdigitales, se separan nuevamente, los leoneses de Valdeón de los de Esla y Cea. En el área IV las frecuencias del Cea se diferencian estadísticamente de las del Esla que se aproxima a Valdeón.

En la comparación con otras poblaciones españolas observamos que los leoneses de Valdeón, en general, poseen valores más extremos dentro del campo de variabilidad, de los caracteres, no obstante esta población se acerca a los vascos en el valor de los deltas, hallándose más lejano el valor promedio cuantitativo de ambas poblaciones, Esla y Cea se aproximan a asturianos y vascos para este carácter como es posible observar en la figura 3. Dentro de los caracteres palmares, menos para las terminaciones de la línea D y las frecuencias de figuras del área III en las que Valdeón próxima a los asturianos, se acerca más sensiblemente a los vascos, en los restantes caracteres, frecuencias de figuras en el área tenar e interdigital I y en el área II los leoneses de Cea y Esla se hallan más próximos a vascos, asturianos y españoles del NE. En el área palmar interdigital IV Esla y Valdeón se aproximan a españoles del NE y asturianos, acercándose Cea a vascos y araneses.

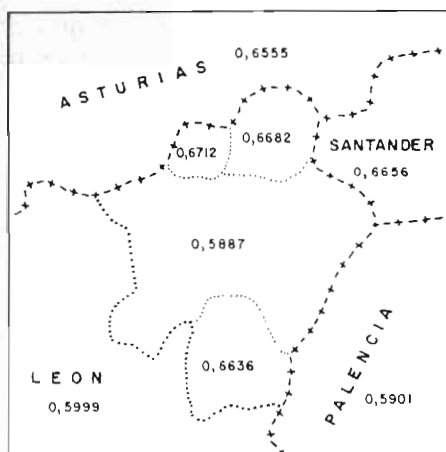
Del estudio de estos caracteres además de la diversidad de distribución de ellos en relación con la geografía, parece deducirse una complejidad tipológica que se manifiesta en las oscilaciones de valores de frecuencias e índices coincidiendo con unas poblaciones en unos caracteres y alejándose en otros.

Caracteres hemáticos.—Los caracteres aquí estudiados se refieren a los sistemas A, B, O y Rh, en este último caso sólo son tenidos en cuenta los alelos D y d. Para estos caracteres sólo poseemos datos de las poblaciones de los cuatro

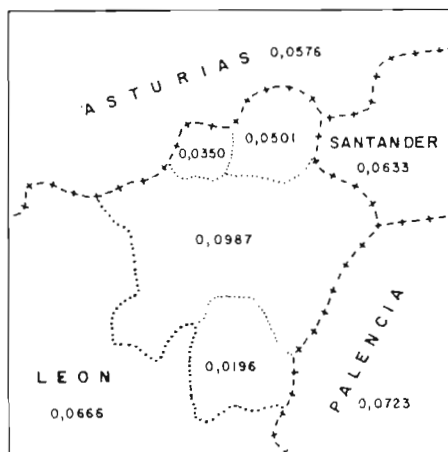
DELTA V. CUANTITATIVOS A. TENAR/INTER A. INTERDIGITAL II A. INTERDIGITAL III A. INTERDIGITAL IV



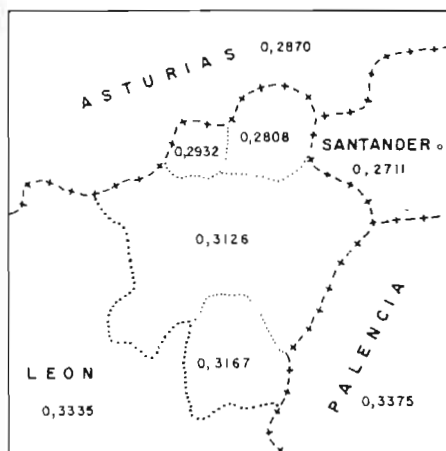
POBLACIONES ESPAÑOLAS Fig.3



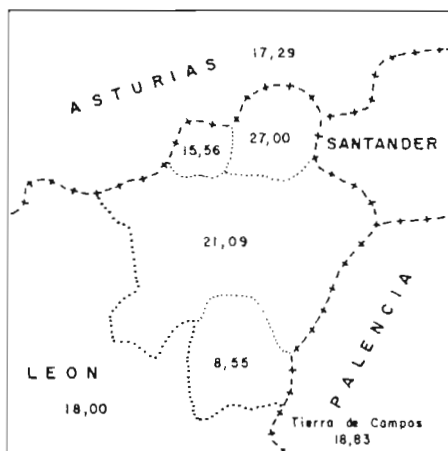
FRECUENCIAS DEL ALELO "r"



FRECUENCIAS DEL ALELO "q"



FRECUENCIAS DEL ALELO "p"



FRECUENCIAS DE RH (-)

Fig. 4

valles leoneses que comparamos con asturianos, santanderinos, palentinos y leoneses en general.

Las frecuencias alélica «r» del grupo O (Fig. 4) acercan los leoneses de Sajambre, Valdeón y Cea a asturianos y santanderinos, la población del Esla se aproxima a leoneses y palentinos.

Las frecuencias, en este caso, aumentan ligeramente en Valdeón y Sajambre respecto de Asturias y Santander para descender hacia el Sur.

Las frecuencias en la población del Cea son notoriamente superiores a las halladas en poblaciones vecinas como puede apreciarse en la figura.

En cuanto a la distribución geográfica de las frecuencias alélicas «p» del grupo A, se observa un descenso progresivo de Sur a Norte a través de la Cantábrica dentro de la zona de estudio.

Las frecuencias «q» del grupo B muestran grandes oscilaciones en la distribución geográfica de sus frecuencias (Fig. 4). Los leoneses del Esla presentan unas elevadísimas frecuencias superiores a las de Palencia y León que le siguen en valor, en cambio, la población del Cea que limita con las tres anteriores posee unas frecuencias mínimas.

También es, así mismo, irregular la distribución geográfica del Rh (-) (Fig. 4). Los leoneses de Valdeón tienen frecuencias comparables a los vascos (MARQUE, 1963) siendo altas, igualmente, las del Esla, en cambio en el Cea los valores son llamativamente bajos.

Como es sabido estos caracteres presentan una menor constancia en las poblaciones que los anteriormente estudiados y son más sensibles sus frecuencias a alteraciones por deriva, consanguinidad, etc.

Substrato tipológico-racial

Aun cuando no excluimos una posible evolución «in situ» de los caracteres tipológicos, como hemos comprobado en la estatura y caracteres cefálicos; parece existir una relación directa entre la tipología de las poblaciones de la región cantábrica y la de las regiones centro-europeas de tipología alpina como se había afirmado tradicionalmente. Así parece indicarlo el análisis tipológico y demostrarlo el estudio y comparaciones de los caracteres morfotipológicos de las poblaciones de Valdeón, Sajambre y Cabrales con la de Saboya (BILLY 1962) e incluso las de Esla, Cea y Liébana (GÓMEZ 1978).

No obstante las alturas e índices nasales, a excepción de Cea, son más elevados en las poblaciones cantábricas, igualmente la pigmentación, en general tiende a ser más oscura en estas poblaciones que la hallada en las alpinas de la Alta Saboya y de Saboya estudiadas por TOPINARD y BILLY, que la de Annecy y Bessans estudiadas por DE MORTILLET y RUTIL (ver BILLY, 1962).

Dentro de las poblaciones estudiadas, los leoneses de Valdeón, en primer lugar, y las de Sajambre, en segundo, parecen poseer un predominio más fuerte de elemento alpino que los de Esla, Cea y santanderinos de la Liébana. En los valles de Esla y Cea existe una remisión de las características alpinas hacia el Sur, que se aprecia más notoriamente en el descenso del índice cefálico en dicha dirección. Se observan en la zona tipologías locales diferenciadas, existiendo núcleos de poblaciones vecinas donde predominan tipologías distintas, así existen poblaciones predominantemente braquicéfalas junto a otras con predominio de la mesocefalia.

La presencia, aunque escasa, de individuos dolicocefalos, la mayor presencia de mesocefalos, sobre todo en los valles de Esla, Cea y Liébana; la

similitud de los valores medios de los índices faciales y nasales con la población mediterránea de Andorra con la que han sido comparadas, el superior grado de la pigmentación de estas poblaciones respecto a las centro-europeas clásicamente consideradas como alpinas, nos confirman en la idea de una presencia no despreciable de elemento mediterráneo. Lo cual parece quedar confirmado con las reiteradas coincidencias en la similitud de promedios y valores porcentuales de los caracteres dermopapilares y en ocasiones, también, por las frecuencias de los grupos sanguíneos.

Por otra parte la presencia de individuos de estatura más elevada que la media habitual en la zona especialmente en Esla y Valdeón, robustos, como lo indica su gran anchura biacromial, de piernas relativamente largas, de cara y nariz notoriamente alargada, en ocasiones, convexa, y sobre todo un aplanamiento occipital con notoria braquicefalía y acortamiento en los diámetros cefálicos horizontales y un elevado valor del diámetro de altura cefálico-auricular especialmente, en Sajambre, constituyen, a nuestro modo de ver, una prueba fehaciente de la presencia de elementos dinaroides dentro de esta región cantábrica de los Picos de Europa.

Aun cuando pensamos que la aportación nórdica ha sido escasa y su presencia cuantitativamente minoritaria, dentro de la zona, a ella se han atribuido tradicionalmente los colores de pigmentación clara.

Debemos tener aquí en cuenta la existencia de pequeñas comunidades de individuos braquicéfalos de pigmentación clara, similares a las descritas por BILLY (1466) en zonas aisladas de regiones centro-europeas clásicamente consideradas como alpinas. Dicho autor les atribuye un posible origen nórdico con una evolución posterior «in situ» en algunos de sus caracteres como el índice cefálico, estatura, etc... Cabe la posibilidad de que individuos con tales características hayan llegado hasta la Cantábrica procedente de esas regiones centro-europeas arrastrados por las invasiones celtas.

Tipología pirenaico occidental.—Simplemente queremos hacer notar de momento, una serie de reiteradas coincidencias en las poblaciones de la Cantábrica estudiadas por nosotros y algunas poblaciones en que dicha tipología pirenaico-occidental es predominante, teniendo en cuenta su situación y proximidad geográfica.

En la distribución de la estatura dentro de la población de Esla, Sajambre y en menor grado en las de Cea y Valdeón existe un doble elemento uno de los cuales tiende a estaturas altas, si bien en Sajambre e incluso en Valdeón pudiera ser atribuido a la presencia del elemento dinaroides, no así en Esla y Cea, donde ninguna de las tipologías allí predominantes parece que pudiera aportar dicho elemento.

La constitución, si atendemos el valor medio del índice biacromial, es incluso más robusta que la de los guipuzcoanos, estudiados por MARQUER (1963) y asimismo, el valor relativo de las piernas respecto al tronco de algunas poblacio-

nes cantábricas es superior al de dicha población guipuzcoana. Existe además una importante proporción de individuos mesocéfalos en Esla, Cea y Liébana, un alargamiento facial y nasal que se incrementa en importancia de Sur a Norte. A ello hay que añadir una llamativa coincidencia de valores medios de los caracteres morfo-métricos de los vascos franceses, estudiados por MARQUER, con los hallados en las poblaciones de la Liébana y Esla, junto con la existencia de valores notables de frecuencias de ojos medianamente pigmentados dentro de la zona.

Existen, igualmente, coincidencias reiteradas de valores de promedios y frecuencias en los caracteres dermatoglíficos, tanto en los dactilares como palmares según hemos indicado y puede apreciarse en la figura 3.

Para la aclaración de dicho problema se requiere un estudio antropogeográfico más extenso, y un análisis morfológico de los caracteres de dicha tipología en poblaciones actuales y pretéritas.

CONCLUSIONES

La zona estudiada perteneciente a la comarca de los Picos de Europa en la Cordillera Cantábrica presenta una variedad geográfica rica en pequeños valles. Las poblaciones humanas de dichos valles son reducidas en número y densidad de habitantes pudiendo ser consideradas como unidades bioantropológicas.

La geomorfología de la zona ha jugado un papel importante en la dinámica biológica de dichas poblaciones, como lo prueba la irregular distribución de frecuencias y medias de los caracteres estudiados. Lo cual hace suponer, teniendo en cuenta su aislamiento y demografía, la existencia de posibles procesos de deriva génica unidos a los de consanguinidad y endogamia, cuyos efectos son más patentes en las distribuciones geográficas de las frecuencias alélicas de los grupos sanguíneos.

Por otra parte el análisis de la combinación de los caracteres morfológicos y comparación con otras poblaciones indican un sustrato tipológico complejo en dichas poblaciones, lo que queda reafirmado por el estudio de los caracteres dactilares.

BIBLIOGRAFIA

- ALCOBE, S. (1946).—Estudio antropológico en tres altos valles de los Pirineos, valle de Arán, Andorra. Cerdeña. Trab. Inst. S. Bern. de Sh. de Antr. y Elm., 5: 219-338.
- BILLY, G. (1962).—La savoie anthropologie physique et raciale, Bull. et mem. Soc. Antr., 3 (11): 1-218.
- EGOCHEAGA, J. E. (1972).—Análisis de los dermatoglíficos en asturianos y su relación con otras poblaciones. Rev. Fac. de Cien. Univ. de Oviedo, XIII (2): 33-72.
- GÓMEZ, P. (1976).—Esbozo biotipológico de la población santanderina de la Liébana. Rev. Publ. Inst. Etnog. y Folkore, vol. VIII, pág. 211-249, Santander.

- (1976).—Estudio bioantropológico de Valdeón. Un valle aislado de la Cantábrica. *Rev. Altamira*, vol. 40, pág. 387-419. Santander.
- (1978).—«Bioantropología e influencia geográfica en el NE de León». Ed. «Inst. Fray Bernardino de Sahagún». Diputación Provincial León.
- MARQUER, P. (1963).—Contribution a l'étude anthropologique du peuple Basque et au problème de ses origines raciales. *Bull. Soc. Anthr. de Paris*, 4 (XI): 1-240.
- MESA, M. S. (1975).—Estudio de los sistemas sanguíneos Rh y Kell en la comarca natural de Tierra de Campos y Montes de Torozos. (Sin publicar).
- PONS, J. (1952).—«Impresiones dermopapilares en estudiantes barceloneses». *Trab. del Inst. S. Ber. de Sah. de Antr. y Etn. C.S.I.C.*, XIII (2): 87-131. Barcelona.
- (1954).—Impresiones dermopapilares en vasco y su relación con otras poblaciones. *Trab. Ins. de Ber. de Sah. de Antr. y Etn.*, vol. XIX, n.º 3, pág. 55-78. Barcelona.
- VALLS, A. (1975).—Seroantropología de la población española. *Rev. Univ. Complutense*. XXIV (97). Mayo-junio, 1975.

DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS

(Director: Prof. Dr. Pedro GIL ALVAREZ)

BIOESTADISTICA

Las disciplinas de Matemáticas constituyeron un Departamento, en la Facultad de Ciencias, en el año 1966.

Este Departamento está dotado, actualmente, con una Agregación, de la que es titular el profesor de Bioestadística, doctor GIL, cuatro Adjuntas y cuatro Ayudantías. Las enseñanzas del primer curso de la Licenciatura son impartidas por la doctora Carmen DE LAS OBRAS y don J. M. ALVAREZ GARRIDO.

La asignatura de Bioestadística se comenzó a impartir con el nombre de **Biología matemática** en el curso 1970-71, siendo nombrado profesor de la misma el doctor Fernando BERENGUER LEÓN. En el Plan de Estudios de 1967 correspondía a 4.º curso de la Licenciatura. En ella se incluían, además de la Bioestadística descriptiva e inductiva sobre aplicaciones matemáticas a la dinámica de poblaciones, taxonomía numérica y naturaleza y uso de los ordenadores en las Ciencias Biológicas. La asignatura era obligatoria.

En los cursos de 1972 al 74 se impartió el Curso Monográfico de Doctorado de **Modelos matemáticos en dinámica de poblaciones naturales**, por el doctor BERENGUER.

En el curso 1974-75 comienza a denominarse la asignatura **Bioestadística** y a impartirse en 2.º curso, según el Plan de Estudios de 1973. En 1976-77 estuvo encomendada a doña M.ª Jesús LABORDA y, a partir del curso 77-78, al profesor Agregado de Investigación Operativa, doctor GIL ALVAREZ, tomando un mayor desarrollo teórico.

El doctor Antonio GONZÁLEZ GARCÍA explicó **Lógica matemática** como Curso del Doctorado y el doctor GIL los de **Métodos estadísticos** (1976-77) y **Estimación estadística** (77-78).

En cuanto a colaboraciones del Departamento con otras instituciones regionales, hay que señalar que, a partir de 1973, en todos los cursos de Diplomados en Sanidad para médicos, farmacéuticos y veterinarios organizados por la Jefatura Provincial se explican temas correspondientes a las nociones y aplicaciones estadísticas en Sanidad, así como de la utilización de ordenadores en tal campo.

Las actuales líneas de investigación del Departamento se centran en el estudio de medidas de información generalizadas a espacios sin probabilidad, medidas de incertidumbre e información con intervención de la utilidad de los resultados y problemas sobre conjuntos y ambientes difusos (en los que no se conocen con precisión los elementos y resultados). Como se indica en el Apéndice, el Departamento presentará el próximo año tres trabajos en la XI Reunión Nacional de Investigación Operativa, que se celebrará en Sevilla.

NOTAS SOBRE LA MORTALIDAD MENSUAL EN LA POBLACION DE ASTURIAS, EN FUNCION DE LA EDAD Y EL SEXO, DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 1973

Por

F. BERENGUER LEON

Profesor Encargado de Bioestadística de la Universidad de Oviedo.

y

P. CISCAR GOMEZ

Profesora Ayudante de Bioestadística de la Universidad de Oviedo.

1. INTRODUCCION

Con el presente trabajo se pretende contribuir al conocimiento sobre la distribución de la mortalidad en la población de Asturias. Los anuarios proporcionan índices anuales de mortalidad a nivel nacional o provincial, pero no aportan datos de menor periodicidad.

Aprovechando una primera recogida de datos sobre el número de defunciones por Concejo y mes, referida al segundo semestre del año 1973 y llevada a cabo, de forma experimental, por la Jefatura Provincial de Sanidad, se ha realizado este estudio en el que se comparan, desde un punto de vista estadístico, las distribuciones mensuales de la mortalidad para la población asturiana, por clases de edad y sexo, calculándose para cada una de ellas los parámetros más representativos.

Se intentó determinar la distribución mensual de la mortalidad por Concejos pero los resultados aparecían distorsionados con respecto a la población de los correspondientes Concejos, lo cual es lógico si se tiene en cuenta que en los concejos de Oviedo y Gijón se encuentran los centros sanitarios más importantes de la región y, aunque su población no llega a representar el 30 % de la población asturiana, se producen en ellos más del 55 % de las defunciones. La distorsión se pone también de manifiesto si se considera la estructura en edades de las poblaciones de dichos Concejos, los cuales han experimentado una notable afluencia de individuos jóvenes procedentes de otros Concejos, por lo que dichas poblaciones deberían presentar un porcentaje de defunciones inferior al porcentaje medio provincial y, sin embargo, ocurre el fenómeno contrario.

2. MATERIAL Y METODOS

Los datos que se manejan en el presente estudio han sido extraídos de las 437 fichas que nos fueron proporcionadas por la Jefatura Provincial de Sanidad de Oviedo y que recogen un total de 4.280 defunciones, las cuales se han agrupado según los meses del período considerado (segundo semestre de 1973) y dentro de cada mes, por sexos y clases de edad. Los intervalos de edad que se han considerado son los establecidos por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) para los estudios sobre morbilidad y mortalidad.

A partir de estos datos se han calculado los siguientes parámetros estadísticos: medidas de centralización (media y moda), medidas de dispersión (varianza, desviación típica y coeficiente de variación) y los coeficientes de sesgo y de curtosis.

Conocidos estos parámetros, se aplicó la prueba χ^2 con el fin de estudiar la homogeneidad de los valores de defunción obtenidos para los distintos meses del período considerado y para cada sexo, así como también para poder determinar la posible existencia de dependencia entre los totales semestrales de defunciones y el sexo, en los primeros cinco años de vida (intervalo 0-5 años) y en el intervalo 45-100 años.

3. RESULTADOS

3.1. NÚMERO DE DEFUNCIONES

Los resultados del recuento de las defunciones por sexo y clases de edad, para los meses del segundo semestre de 1973, se recogen en la Tabla de mortalidad (Tabla I).

Estos valores nos permiten construir los histogramas de mortalidad mensual (Gráficos 1, 2, 3, 4, 5 y 6), en los que se utiliza un trazado diferente para cada uno de los sexos: el trazo grueso para el histograma correspondiente a los varones y el fino en el correspondiente a las mujeres. Con un rayado grueso se señala la zona de la gráfica en la que predomina la mortalidad masculina sobre la femenina y con rayado fino, aquella en la que predomina la mortalidad femenina. Además, se indican los valores modales para cada uno de los sexos, en el correspondiente histograma mensual.

3.2. VALORES MODALES

La moda nos indica, para cada sexo, las edades de máxima frecuencia de defunciones. En la Tabla II se recogen los valores modales correspondientes a cada mes y por sexo, así como las diferencias entre los valores modales de ambos sexos.

TABLA I

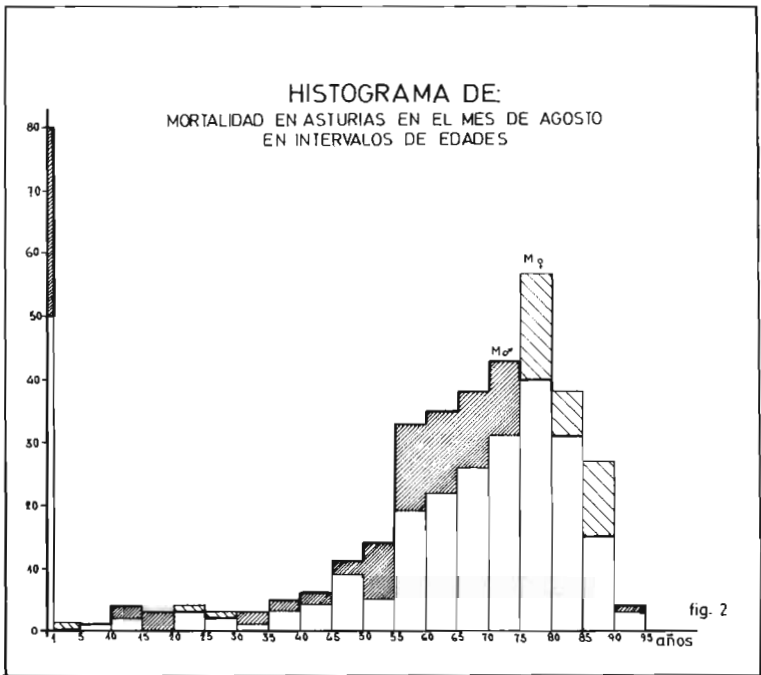
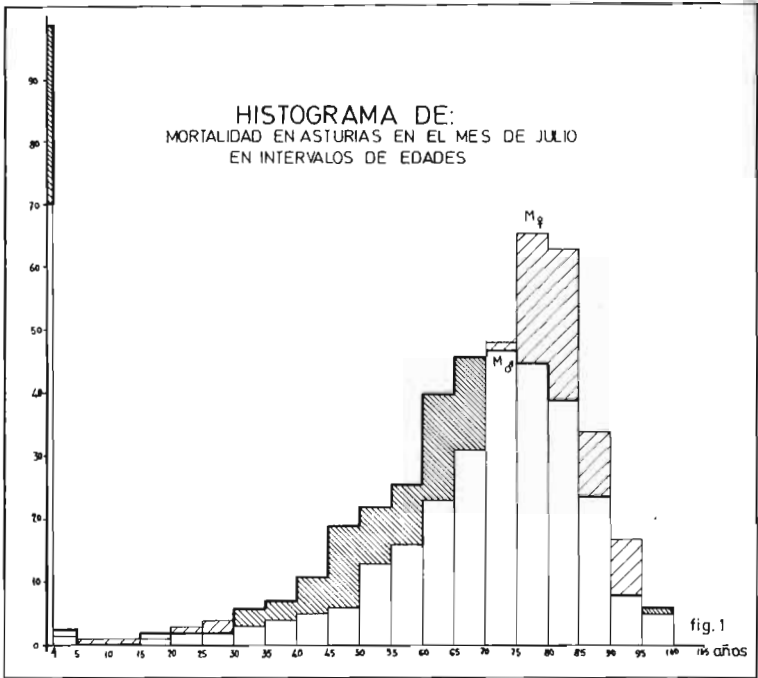
Mortalidad en Asturias por sexo y clases de edad (2.º semestre de 1973)

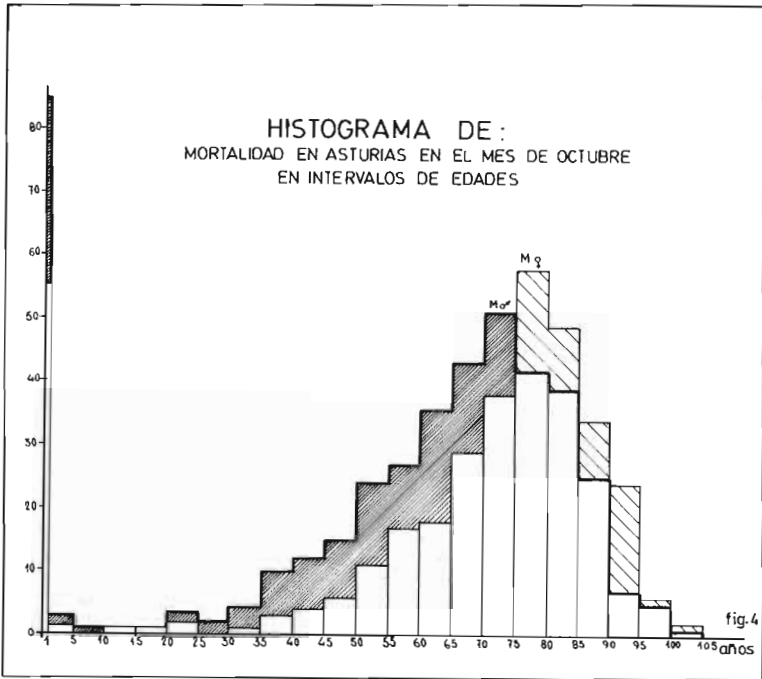
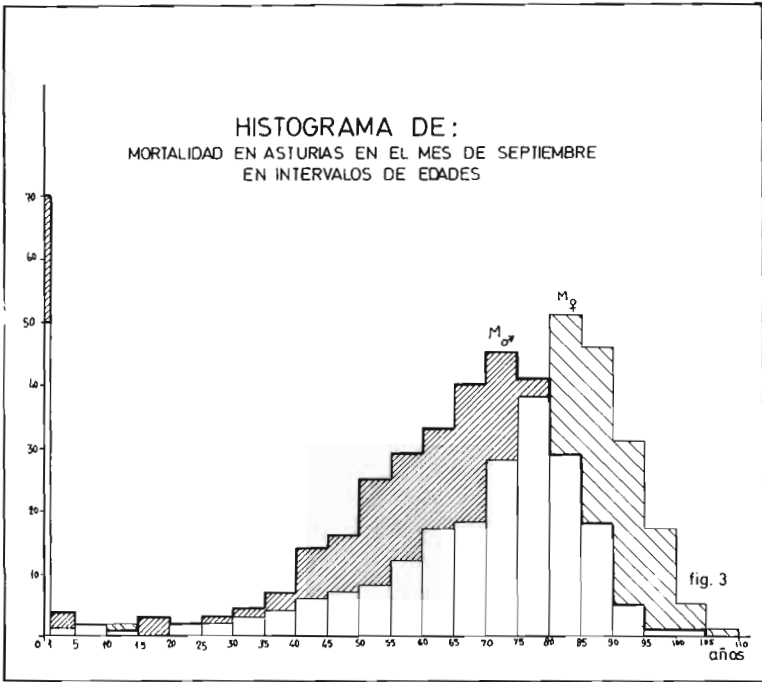
Intervalos de edad en años	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	V.	M.	V.	M.	V.	M.	V.	M.	V.	M.	V.	M.
De 0 a 1	21	14	16	10	14	7	17	11	20	15	16	13
De 1 a 4	2	1	0	1	3	1	2	1	3	2	3	0
De 5 a 9	0	1	1	1	2	2	1	0	2	1	0	0
De 10 a 14	0	1	4	2	1	2	1	1	3	1	1	0
De 15 a 19	2	3	3	0	3	0	1	1	2	2	1	1
De 20 a 24	2	3	3	4	2	2	3	2	4	3	5	0
De 25 a 29	2	4	2	3	3	2	3	0	3	1	1	3
De 30 a 34	6	3	3	1	4	3	4	1	4	2	1	3
De 35 a 39	7	4	5	3	7	4	10	3	9	4	5	6
De 40 a 44	11	5	6	4	14	6	12	4	18	6	12	8
De 45 a 49	19	8	11	9	16	7	15	6	21	12	16	9
De 50 a 54	22	13	14	5	25	8	24	12	26	15	20	12
De 55 a 59	26	15	33	19	29	12	27	17	31	20	32	14
De 60 a 64	40	23	35	22	33	17	36	18	48	32	42	34
De 65 a 69	46	31	38	26	40	28	43	29	49	46	44	50
De 70 a 74	47	48	43	31	45	38	51	37	52	50	56	48
De 75 a 79	45	66	40	57	41	51	42	58	46	59	41	61
De 80 a 84	40	63	31	38	29	46	38	48	41	58	44	75
De 85 a 89	24	34	15	27	18	31	25	34	31	41	33	50
De 90 a 94	8	17	4	3	5	17	7	21	12	29	20	34
De 95 a 99	6	5	0	0	1	5	5	6	7	9	2	6
De 100 a 104	0	0	0	0	1	1	1	2	0	1	0	0
TOTALES	376	362	307	266	336	290	368	312	432	409	395	427

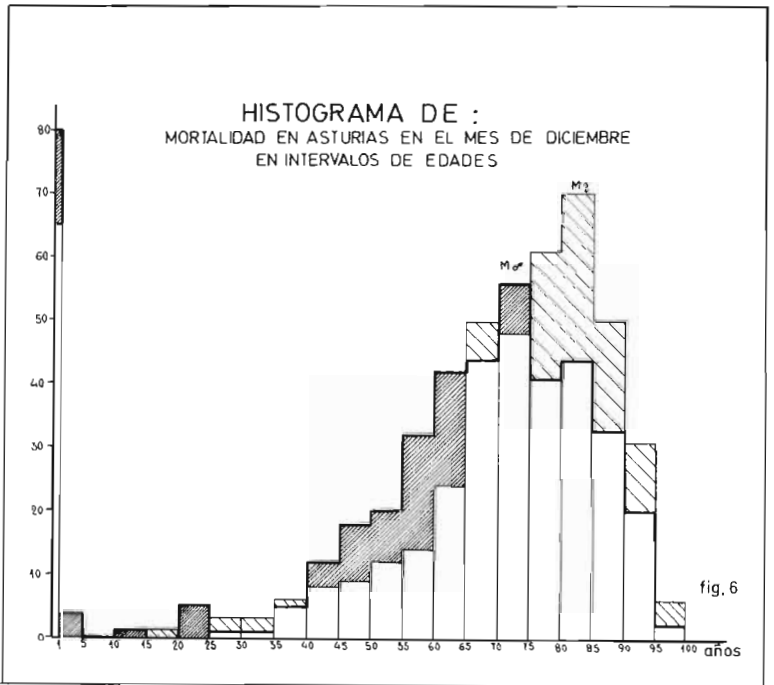
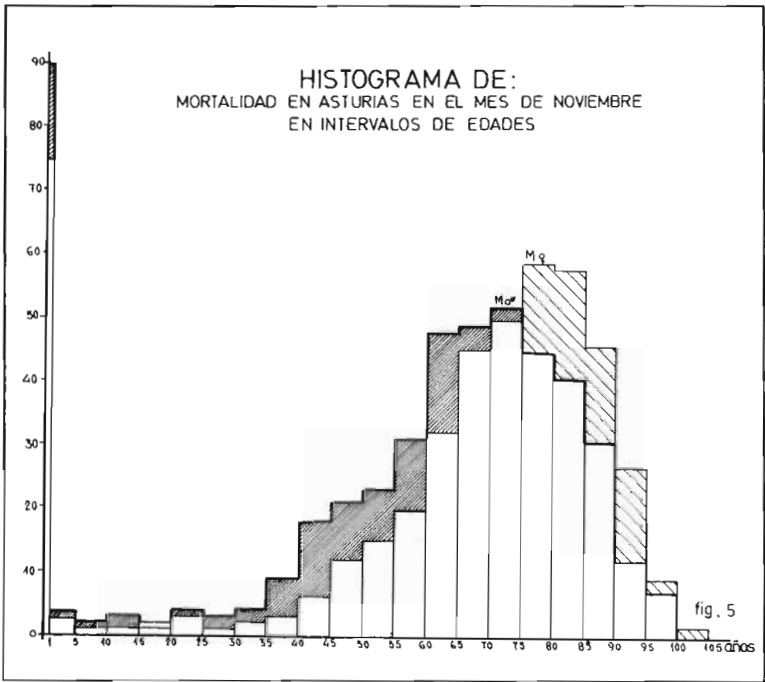
TABLA II

Valores modales de las edades de fallecimiento (años)

SEXO	MES →	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Varones		71,66	71,62	72,27	71,88	71,64	71,72
Mujeres		78,38	78,21	78,11	78,30	79,00	81,23
DIFERENCIA (en años)		6,72	6,59	5,84	6,42	7,36	9,51







Se observa que las diferencias entre los valores modales oscilan entre 5,84 y 9,51 años, durante el período de tiempo considerado y en el sentido de una longevidad mayor para las mujeres.

3.3. VALORES MEDIOS

Se han calculado, para cada sexo, la edad media de fallecimiento por mes, así como la media ponderada semestral. Estos valores y los de las diferencias de las medias de ambos sexos, se recogen en la Tabla III.

TABLA III
Valores medios para la edad de fallecimiento por mes y sexo (años)

SEXO	MES →	JULIO	AGOSTO	SET.	OCTUB.	NOVIEMB.	DIC.	Media ponderada semestral
Varones		62,97	62,79	61,23	63,60	61,61	65,15	62,96
Mujeres		68,06	68,38	69,76	70,96	69,45	71,59	69,27
Diferencia (en años)		5,09	5,59	8,53	7,36	7,84	6,44	6,31

Como puede observarse, también los valores medios y durante el período de tiempo considerado, están a favor de una mayor longevidad femenina. Las diferencias entre los valores medios de ambos sexos, oscilan entre 5,09 y 8,53 años, siendo el valor más indicativo, el que corresponde a la media ponderada semestral: 6,31 años.

3.4. DISPERSIÓN DE LA MORTALIDAD

En las Tablas IV, V y VI, se recogen los valores de las varianzas, desviaciones típicas y coeficientes de variación, respectivamente, para cada mes y por sexo, así como sus correspondientes diferencias entre ambos sexos.

Con respecto a la varianza se observa que su valor es mayor para las distribuciones correspondientes a los varones en los últimos cinco meses del

TABLA IV
Varianza de las distribuciones de las edades de fallecimiento

SEXO	MES →	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Varones		471,80	581,42	442,52	447,20	535,18	424,27
Mujeres		506,33	443,28	404,97	376,07	295,41	358,60
Diferencias		-34,53	138,14	37,35	71,13	239,77	65,67

TABLA V
Desviaciones típicas de las distribuciones de edad (en años)

SEXO	MES →	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Varones		21,72	24,11	21,03	21,15	23,13	20,59
Mujeres		22,50	21,05	20,12	19,39	17,18	18,93
Diferencias		-0,78	3,06	0,91	1,76	5,95	1,66

TABLA VI
Coefficientes de variación

SEXO	MES →	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Varones		0,3449	0,3879	0,3435	0,3325	0,3754	0,3160
Mujeres		0,3305	0,3078	0,2884	0,2732	0,2474	0,2644
Diferencias		0,0144	0,0761	0,0551	0,0593	0,1280	0,0516

semestre, mientras que en el mes de julio se invierte esta característica. Será necesario realizar nuevos estudios para comprobar esta tendencia.

Las desviaciones típicas oscilan entre los 17,18 años y los 24,11 años. No es un intervalo excesivo. Sin embargo, las diferencias entre las desviaciones típicas de los dos sexos para un mismo mes, oscilan entre -0,78 y 5,95, indicando una clara tendencia a un mayor agrupamiento en el sexo femenino, salvo en el mes de julio en el que la diferencia es negativa. Sin embargo, esta diferencia es la menor en valor absoluto.

En cuanto al coeficiente de variación, que es uno de los parámetros más indicados para expresar la dispersión de la distribución, puesto que nos muestra el grado de variabilidad con respecto al valor medio, se observa que en todos los casos considerados no indica que la dispersión de la mortalidad en su distribución por edades, es mayor en los varones que en las mujeres.

4. SESGO DE LAS DISTRIBUCIONES

El coeficiente de sesgo es negativo en todos los casos considerados, ya que siempre los valores medios se mantienen inferiores a los valores modales correspondientes. Por tanto las distribuciones son sesgadas hacia la izquierda, lo cual puede observarse en los histogramas realizados. En valor absoluto, el sesgo de las distribuciones de la mortalidad femenina es mayor, en todos los meses considerados, que el correspondiente a las distribuciones de los varones. Hay que tener en cuenta el aspecto que presenta la mortalidad infantil para los menores de un año, que distorsiona ligeramente este sesgo.

5. CURTOSIS DE LAS DISTRIBUCIONES

Para el estudio de la curtosis de este tipo de distribuciones biométricas hemos de prescindir de los casos de fallecimientos en menores de 40 años, en los que la probabilidad es muy baja. Con respecto a la mortalidad en las distribuciones del intervalo comprendido entre los 40 a los 100 años, se pueden considerar leptocúrticas las que aparecen en las distribuciones de mortalidad femenina y mesocúrticas, las curvas de mortalidad correspondientes a los varones.

6. ENSAYOS DE HIPOTESIS MEDIANTE LA PRUEBA χ^2

Se estudió la hipótesis sobre si existía una diferencia significativa entre las modas, las medias y los coeficientes de variación de las distribuciones correspondientes a cada sexo y dentro de cada mes y para un nivel de significación $\alpha = 0,05$. En todos los casos se pudo aceptar la hipótesis para dicho nivel de significación y en algunos, incluso, para el nivel $\alpha = 0,01$.

Calculados los valores de los sesgos para cada una de las distribuciones, y aplicado el test de significación, resultó que existía una diferencia significativa, a nivel de 0,05, en el sentido de que el sesgo es más negativo en la mortalidad femenina que en la masculina. Repitiendo el ensayo con los respectivos coeficientes de curtosis, se obtuvo una diferencia significativa para el mismo nivel, existiendo mayor apuntamiento en las curvas de mortalidad correspondientes a las mujeres.

Estudiando la mortalidad de los individuos menores de un año, el test señaló la existencia de una diferencia significativa en el sentido de una mayor mortalidad para los varones durante su primer año de vida.

7. DISCUSION

Dada la brevedad de este estudio, motivada por la falta de datos, ya que no se dispone de los correspondientes a los meses del primer semestre del año 1973 ni a los de otros años, no es prudente establecer conclusiones. No obstante, de los resultados obtenidos en el análisis estadístico podemos deducir que, en la población de Asturias y dentro del período considerado:

1) Las distribuciones mensuales de la mortalidad por clases de edad, presentan un comportamiento diferente para los dos sexos y esta diferencia se manifiesta significativamente en los valores modales y medios, así como en los de los coeficientes de variación, de sesgo y de curtosis, y en los sentidos citados con anterioridad.

2) La mortalidad en los niños menores de un año es significativamente mayor en el sexo masculino.

De todo lo anterior parece deducirse la existencia de una mortalidad diferencial a favor de los varones que hace que, aun cuando haya una mayor

proporción de varones nacidos vivos, la población femenina sea dominante en las últimas etapas de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Damos las gracias a la Jefatura Provincial de Sanidad que en el año 1975 nos proporcionó el material para este trabajo y, en particular, al doctor don Fernando Nuño por facilitarnos nuestra labor.

9. BIBLIOGRAFIA

- (1) ARMITAGE, P. (1971).-*Statistical methods in medical research*. (Blackwell Scientific Publications), Oxford.
- (2) BAHN, A. K. (1972).-*Basic medical statistics*. (Grune and Statton). New York.
- (3) BOURKE, G. J. y MC GILVRAY (1978).-*Interpretación de estadística médica*. (Expaxs). Barcelona.
- (4) GOLDSTEIN, A. (1962).-*Biostatistics*. Ed. MacMillan, New York.
- (5) LAMOTTE, M. (1965).-*Estadística Biológica*. Ed. Toray-Masson. Madrid.
- (6) LANCHARES, J. L. y BERENQUER, F. (1974).-*Bioestadística*. Ed. Richard-Grandío. Oviedo.
- (7) MAHLER, K. (1971).-*Análisis estadístico en Biología*. Ed. Paraninfo, Madrid.
- (8) SNEDECOR, G. W. y COCHRAN, W. G. (1971).-*Métodos estadísticos*. Ed. Cecsá. México.

APENDICES

APENDICE I

RELACION DE PROFESORES AYUDANTES QUE COLABORARON EN LOS DEPARTAMENTOS A LO LARGO DE LOS DIEZ AÑOS DE LA SECCION DE BIOLOGICAS

(Para hacerla más breve no se incluyen los Profesores mencionados anteriormente por ocupar interinamente o en propiedad otros cargos, aun cuando hayan sido también, en su mayoría, Profesores Ayudantes.)

BIOQUIMICA (período 1969-1978)

ALVAREZ DÍAZ, Enrique
ALVAREZ MENÉNDEZ, Francisco
BARROS DE LA ROZA, Francisco
COSSENT AGUINACO, Ignacio
FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M.^a Pilar
FERNÁNDEZ IGLESIAS, M.^a Carmen
GONZÁLEZ FLÓREZ, M.^a Isabel
GONZÁLEZ GONZÁLEZ, M.^a Trinidad

HERRERO ESPILEZ, Pilar
MARCOS MARTÍNEZ, Aurora
ORVIZ ORTIZ, Margarita
PARRA FERNÁNDEZ, José F.
RICO RICO, Emilio
RODICIO RODICIO, M.^a Rosaura
SUÁREZ RENDUELES, M.^a Paz

GENETICA (y Biología General)

VILLANUEVA GARCÍA, Vicente
GONZÁLEZ BASCHWITZ, M.^a Concepción
GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Gloria
HURLÉ BLANCO, Yolanda
TRAPIELLA DÍAZ, M.^a Luisa
PEÑA GIL, M.^a Luisa
MÉJICA INFANZÓN, Graciela
SÁNCHEZ PRADO, José A.
IZQUIERDO GUTIÉRREZ, Jorge I.

ALBORNOZ PONS, Jesús
BLANCO LIZANA, Gloria
CARRACEDO CABANAS, Carmen
DOMÍNGUEZ, Ana
GARCÍA MARTÍNEZ, Julio
ROCA MARTÍNEZ, Agustín
SÁNCHEZ SEGURA, M.^a Luisa
VÁZQUEZ MENÉNDEZ, Emilia

MICROBIOLOGIA

ARRIETA, Noely
SÁNCHEZ, Jesús
ARIAS FERNÁNDEZ, M.^a Enriqueta
FERNÁNDEZ MACÍAS, M.
MANZANAL, Benjamín

SUÁREZ FERNÁNDEZ, Jesús E.
SALAS FERNÁNDEZ, J. A.
MORALEDA PIÑUELA, Pilar
FERNÁNDEZ BRAÑA, Alfredo

CITOLOGIA E HISTOLOGIA

RODICIO RODICIO, M.^a Celina
FERNÁNDEZ ALVAREZ, Blanca Esther
RODRÍGUEZ COLUNGA, M.^a Josefa

FERNÁNDEZ LÓPEZ, Arsenio
GARCÍA FERNÁNDEZ, José Manuel

BOTANICA

SOGOS SÁNCHEZ, José Manuel
SUÁREZ ARGÜELLES, Pilar
RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, M.^a Cruz
FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, Carmen
ALONSO LEAL, Nieves
VIGÓN ARVIZU, Esther

FERNÁNDEZ-CARVAJAL ALVAREZ, Carmen
MEJÍAS SÁNCHEZ, Juan M.
FERNÁNDEZ CASADO, M.^a Angeles
GUTIÉRREZ VILLARÍAS, M.^a Isabel
FERNÁNDEZ PRIETO, José A.
VERA DE LA PUENTE, M.^a Luisa

FISIOLOGIA VEGETAL

APARICIO ALONSO, Ana M.^a
BERTRAND BASCHWITZ, Ana
FERNÁNDEZ MUÑIZ, Belén
ALBUERNE PASCUAL, Miguel Angel

GOÇALVEZ MICO, Rafael
RODRÍGUEZ ALONSO, Ana M.^a
RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Roberto
GONZÁLEZ GONZÁLEZ-MORAL, Pedro

FISIOLOGIA ANIMAL

CANSECO MONTOTO, Cruz
COSTALES PÉREZ, Marina
FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Serafina

FLÓREZ LOZANO, José A.
MARTÍNEZ ESTEBAN, Manuel
RUIZ GONZÁLEZ, Ana Isabel

ZOOLOGIA

ALVAREZ MARQUÉS, Florentina
ANADÓN ALVAREZ, M.^a Araceli
BRAÑA VIGIL, Florentino
DEL CAMPO GONZÁLEZ, Juan C. (honorífico)
GUTIÉRREZ CELORIO, Luis F.
DE LA HOZ, Miguel M. (honorífico)
LASTRA LÓPEZ, Carlos

MONES RUISÁNCHEZ, Luz M.^a
OCHARAN LARRONDO, F. Javier
PÉREZ GARCÍA, M.^a Concepción
QUERO MARTÍNEZ, Ana
RODRÍGUEZ MERAYO, Cruz (honorífica)
VILLEGAS CUADROS, M.^a Luisa

ECOLOGIA (honoríficos)

ALVAREZ ASENSIO, M.^a Isabel
ANTUÑA MENÉNDEZ, Aurelio
CISCAR GÓMEZ, Paloma

FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M.^a Consolación
GARCÍA-ALBA, Jesús
PÉREZ PINTO, Jesús Emiliano

ANTROPOLOGIA

FERNÁNDEZ RICO, María Manolina

BIOESTADISTICA

LÓPEZ GARCÍA, Secundino

APENDICE II

PUBLICACIONES Y COMUNICACIONES DE LOS DEPARTAMENTOS

BIOQUIMICA

Año 1971

SÁNCHEZ-RAMOS, F., GARCÍA-BAO, C. y MENÉNDEZ-PATTERSON, A.—«Efectos de la atropina sobre acetilcolinesterasa. Comunicación en la XVII Reunión de la Sociedad Española de CC. Fisiológicas». Madrid, 1971.

I. Publicaciones del período 1974-78

Año 1975

MORENO, F., OCHOA, A. G., GASCÓN, S. y VILLANUEVA, J. R.—«Molecular forms of Yeast invertase». *Eur. J. Biochem.*, **50**: 571-579.

RAMOS, S. y GARCÍA-ACHA, I.—«A Vegetative Cycle of *Pullularia pullulans*». *Trans. Br. Mycol. Soc.*, **64**: 129-135.

RAMOS, S., GARCÍA-ACHA, I. y PEVERDY, J. F.—«Wall structure and the budding process in *Pullularia pullulans*». *Trans Br. Mycol. Soc.*, **64**: 283-288.

BENÍTEZ, T., RAMOS, S. y GARCÍA-ACHA, I.—«Protoplast of *Trichoderma viride*». *Arch. Microbiol.*, **103**: 199-203.

RAMOS, S. y GARCÍA-ACHA, I.—«Cell wall enzymatic lysis of the yeast form of *Pullularia pullulans* and wall regeneration by protoplasts». *Arch. Microbiol.*, **104**: 271-277.

Año 1976

FRASSER, R. S. S., and MORENO, F.—«Rates of synthesis of polyadenylated messenger RNA and ribosomal RNA during cell cycle of *Schizosaccharomyces pombe*», con el apéndice: «Calculation of the pattern of protein accumulation from observed changes in the rate of messenger RNA synthesis». *J. Cell Sci.*, **21**: 497-521.

RAMOS, S., SCHULDINER, S. and KABACK, H. R.—«The electrochemical gradient of protons and its relationship to active transport in *Escherichia coli* membrane vesicles». *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.*, **73**: 1.892.

Año 1977

GASCÓN, S., OCHOA, A. G., LAZO, P. S. y MORENO, F.—«Estudio sobre enzimas exocelulares de *Jevadura*». En *Avances de la Bioquímica*, pp. 157-173. Salvat, S. A. Barcelona.

RAMOS, S. y KABACK, H. R.—«The electrochemical proton gradient in *Escherichia coli* membrane vesicles and its relationship to active transport». *Abs. Commun. Emerg. Active. Transp.*, **5**: 23.

RAMOS, S. y KABACK, H. R.—«The relationship between the electrochemical proton gradient and active transport in *Escherichia coli* membrane vesicles». *Biochemistry*, **16**: 854.

RAMOS, S. y KABACK, H. R.—«pH-dependent changes in proton substrate stoichiometries during active transport in *Escherichia coli* membrane vesicles». *Biochemistry*, **16**: 4.271.

RAMOS, S. y KABACK, H. R.—«The electrochemical proton gradient in *Escherichia coli* membrane vesicles». *Biochemistry*, **16**: 848.

- KABACK, H. R., RAMOS, S., ROBERTSON, D. E., STROOBANT, P. y YOKUDA, H.—«Energetics and molecular biology of active transport in bacterial membrane vesicles». *J. Supramol. Structure.*, **7**: 443-461.
- LAZO, P. S., TSOLAS, O., SUN, C. S.—«Pattern of activation and cleavage of rabbit liver FDP-ASE by a liver lysosomal membrane preparation». *Federation Proceedings*, **36**: 2.655.
- LAZO, P. S., GASCÓN, S. y GARCÍA OCHOA, A.—« α -galactosidase from *Saccharomyces carlsbergensis*: Cellular localization and purification of the external enzyme». *Eur. J. Biochem.*, **77**: 375-382.

Año 1978

- LAZO, P. S., GARCÍA OCHOA, A. and GASCÓN, S.—« α -galactosidase (melibiase) from *Saccharomyces carlsbergensis* structural and kinetic properties». *Arch. Biochem. Biophys.*, **191**: 107-116.
- HORECKER, B. L., LAZO, P. S., TSOLAS, O., SUN, C. S. and PONTREMOLI, S.—«*En protein turnover and lysosomal function*». Segal, H. ed. pág. 235-247, Academic Press, New York.
- LAZO, P. S., TSOLAS, O., SUN, C. S. PONTREMOLI, S. and HORECKER, B. L.—«Properties of a fructosa 1.6 biphosphatase converting enzyme in rat liver lysosomes». *Arch. Biochem. Biophys.*, **188**: 308-314.
- CRIVELLARÓ, O., LAZO, P. S., TSOLAS, O. PONTREMOLI, S. and HORECKER, B. L.—«Modification of fructose 1,6 biphosphatase by a proteolytic enzyme from rat liver lysosome». *Arch. Biochem. Biophys.*, **189**: 490-498.
- LAZO, P. S.—«Fructosa 1,6 bisfosfatasa de hígado de conejo. Modificación por proteasas lisosomales». Publicación, n.º 56 de la colección *Serie Universitaria*. Fundación Juan March, Madrid.
- TSOLAS, O., SUN, S. C., CRIVELLARÓ, O. LAZO, P. S. and HORECKER, B. L.—«Rat liver converting enzyme: properties and pattern of cleavage of rabbit liver fructose biphosphatase». *Federation Proceedings*, **37**: 1.332.
- LAZO, P. S., GROLLMAN, E. F., LEE, G. and FRIEDMAN, R. A.—«Structure function studies of the interferon receptor». *Federation Proceedings.*, **37**: 1.822.

II. Comunicaciones del período 1974-78

Año 1974

- OCHOA, A. G. LAZO, P. S., MORENO, F. y GASCÓN, S.—«Factores que influyen en la biosíntesis de α -galactosidasa de *Saccharomyces carlsbergensis*». XIII Reunión de la SEB. Madrid. Mayo.
- MORENO, F., OCHOA, A. G., LAZO, P. S. y GASCÓN, S.—«Formas moleculares de invertasa por electroenfoque». XIII Reunión de la SEB. Madrid. Mayo.

Año 1975

- MORENO, F., HERRERO, P. y GASCÓN, S.—«Efecto de la 2-desoxi-D-glucosa y de la cicloheximida en la biosíntesis y distribución de formas moleculares de invertasa». VI Congreso de la SEB. Sevilla. Marzo.

Año 1976

- FERNÁNDEZ IGLESIAS, M. C. y MORENO, F.—«Estudio sobre la síntesis de la invertasa en *Saccharomyces 303-67*». III Reunión Científica de la Sociedad Española de Microbiología. Oviedo. Junio.
- MORENO, F. y FRASSER, R. S. S.—«Efecto de la sincronización sobre la síntesis de r-RNA y m-RNA de *Schizosaccharomyces pombe*». III Reunión Científica de la Sociedad Española de Microbiología. Oviedo. Junio.
- SUÁREZ RENDUELES, P. y GASCÓN, S.—«Estudio sobre actividad transferásica en la α -galactosidasa de levaduras». III Reunión Científica de la SEM. Oviedo. Junio.
- SUÁREZ RENDUELES, P. y GASCÓN, S.—«Acción de algunos reactivos -SH sobre la α -galactosidasa de levaduras». I Reunión de la FESBE. Madrid. Octubre.
- FERNÁNDEZ, P. y GASCÓN, S.—«Fosfatasa ácida de levaduras». III Reunión Científica de la SEM. Oviedo. Junio.
- GONZÁLEZ FLÓREZ, I. y OCHOA, A. G.—«Estudio sobre inducción de la α -galactosidasa en *Sacch. carlsbergensis*». III Reunión Científica de la SEM. Oviedo. Junio.

Año 1977

- FERNÁNDEZ IGLESIAS, M. C. y MORENO, F.—«Estudio del efecto de la 8-hidroxiquinolina sobre la síntesis de la invertasa de *Saccharomyces 303-67*». VI Congreso Nacional de Microbiología. Santiago de Compostela. Julio.
- HERRERO, P., PARRA, F. y MORENO, F.—«Efecto de la 2-desoxi-D-glucosa sobre la síntesis de invertasa y melibiasa en levaduras». VI Congreso Nacional de Microbiología. Santiago de Compostela. Julio.
- HERRERO, P. MORENO, F. y GASCÓN, S.—«Papel desempeñado por las vesículas de levadura en el transporte y la secreción de la invertasa y la melibiasa». VII Congreso de la SEB. Septiembre.
- FERNÁNDEZ IGLESIAS, M. C. y MORENO, F.—«Efecto de la 8-hidroxiquinolina sobre células reprimidas para la síntesis de invertasa». VII Congreso de la SEB. Septiembre.
- COSENT, I., SUÁREZ RENDUELES, M. P. y GASCÓN, S.—«Acción del acetato de fenil mercurio sobre la α -galactosidasa de levaduras». VI Congreso Nacional de Microbiología. Santiago. Mayo.
- SUÁREZ RENDUELES, M. P., COSENT, I. y GASCÓN, S.—«Estudio sobre inhibición de la α -galactosidasa de levaduras por mercuriales orgánicos». VII Congreso de la SEB. Pamplona. Septiembre.
- GARCÍA BAO, C. y GASCÓN, S.—«Formación de glucoamilasa en *Saccharomyces diastaticus*». VI Congreso Nacional de Microbiología. Santiago, Mayo.
- GONZÁLEZ FLÓREZ, I. y GARCÍA OCHOA, A.—«Especificidad de los inductores de α -galactosidasa en levaduras». VII Congreso de la SEB. Pamplona. Septiembre.
- RAMOS, S. y KABACK, H. R.—«El potencial electroquímico de protones y su relación con el transporte activo en vesículas de membrana de *Escherichia coli*». VII Congreso de la SEB. Pamplona.
- HORECKER, B. L. LAZO, P. S., TSOLAS, O., SUN, C. S.—«Modification of fructose 1,6 bisphosphatase by a lysosomal protease». Symposium on Lysosomal function. Buffalo. New York.
- LAZO, P. S. y HORECKER, B. L.—«Modificación de la fructuosa difosfatasa por proteasas lisosomales». VII Congreso de la SEB. Pamplona.

Año 1978

- SUÁREZ RENDUELES, M. P., COSENT, I. and GASCÓN, S.—«Inhibition of yeast α -galactosidasa by -SH reagents». VIth International Specialize Symposium on yeast. Montpellier. Julio.
- FERNÁNDEZ, P. SUÁREZ RENDUELES, M. P. and GASCÓN, S.—«The acid phosphatase of yeast. Isozymes and their localization». VI International Specialized Symposium on yeast. Montpellier. Julio.
- MORENO, F. HERRERO, P. y GASCÓN, S.—«Effect of 2-deoxy-D-glucose and D-xylose on the synthesis of α -galactosidase and invertase by yeast». VIth International Specialiced Symposium on yeast. Montpellier. Junio.
- MORENO, F., HERRERO, P. y GASCÓN, S.—«Invertase and α -galactosidase synthesis by yeast». IV Reunión Científica de la SEM. Septiembre.
- FERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ IGLESIAS, M. C. y MORENO, F.—«Influencia de diferentes fuentes de carbono en la síntesis de la invertasa por levaduras». IV Reunión Científica de la SEM. Septiembre.

GENETICA

I. Trabajos publicados

- RUBIO, J. (1973).—«Genética. Su posición entre las Ciencias Biológicas». Boletín, n.º 12. *Est. Exp. Aula Dei*, Zaragoza. 80 pp.
- RUBIO, J. (1974).—«Niños "in vitro"». Los valores sociales de la investigación en embriología humana». *Hechos y Dichos*, n.º 454: 43.
- RUBIO, J. (1974).—«Los individuos XYY ¿son delincuentes natos?». *Hechos y Dichos*, n.º 445: 43-46.
- RUBIO, J. (1975).—«Aspectos de la nacionalidad de las ciencias biológicas». Actas del Simposium Interdisciplinar de Los Molinos. Ciencia y Humanismo. A. Dou (Edit.) Madrid.
- VALDES-HEVIA, J., GALÁN, J. A., FERNÁNDEZ TORAL, J., RUBIO, J. y CRESPO, M. (1975).—«Ictiosis congénita grave y vulgar en el mismo árbol genealógico». *Bol. Soc. Cast. Ast. León. Pediatría*, XVI. 329-540.
- COLLADO, J. (1975).—«Una nueva localización de *Aphodius (s. str.) aestivalis*. Steph. en los Montes Cantábricos (Col. Scarabeidae)». *Nouv. Rev. Ent.* Vol., 3: 275-276.
- RUBIO, J. (1976).—«Evolutionary perspective and christian ethics». *«Le pouvoir de l'homme sur la vie»*. (col. *Recherches et Debates*). Paris.
- RUBIO, J. (1977).—«El quehacer científico en su contexto social». *Ciencia y Anticiencia*. A. Dou (Edit.) Madrid.
- COLLADO, J. (1977).—«Coleópteros cavernícolas de la región asturiana». *Bioespeleología*, 55-63.
- MARÍN, M. L. y COMENDADOR, M. A. (1978).—«On the effects of benzyl benzoate on the fitness of *Drosophila melanogaster*». Enviado para su publicación al *Bulletin of European Drosophila Population Group*.

II. Comunicaciones en Congresos

- RUBIO, J. (1974).—«Evolutionary perspective and Christian ethics». Ponencia invitada al Simposio del Secretariat International des Questions Scientifiques, sobre «Le pouvoir de l'homme sur la vie» en Roma.
- RUBIO, J. (1974).—«Aspectos de la nacionalidad de las ciencias biológicas». Ponencia invitada a la Reunión interdisciplinar sobre «La nacionalidad particular de las ciencias y la visión global de la vida». Los Molinos. Madrid.
- RUBIO, J. y GARCÍA, J. (1975).—«Genetic variability in two ecologically different populations». Annual Meeting of populations Genetics Group. Manchester. Inglaterra.
- RUBIO, J., COMENDADOR, M. A., SÁNCHEZ, J. A. y ALBORNOZ, J. (1976).—«Genetic exchanges in lines bidirectionally selected for a quantitative trait». Fifth European *Drosophila* Research Conference. Louvain-La-Neuve. (Bélgica).
- ROCA, A. y RUBIO, J. (1976).—«Asinapsis en cromosomas polifenicos de *Drosophila virilis* bajo control genético». XII Jornadas Luso-Españolas de Genética.
- SÁNCHEZ, J. A. y RUBIO, J. (1976).—«Análisis de un mutante monogénico con efecto sobre un carácter cuantitativo en *Drosophila*». XII Jornadas Luso-Españolas de Genética.
- COMENDADOR, M. A. y RUBIO, J. (1976).—«Variabilidad enzimática y viabilidad en poblaciones asturianas de *Drosophila melanogaster*». XII Jornadas Luso-Españolas de Genética.
- RUBIO, J. (1977).—«Efectividad de la selección para establecer una nueva canalización del número y posición de quetas en *Drosophila*». XIII Jornadas Luso-Españolas de Genética.
- RUBIO, J. (1977).—«El quehacer científico en su contexto social». Ponencia invitada a la V Reunión Interdisciplinar sobre Ciencia y Anticiencia. Granada.
- RUBIO, J. (1978).—«Stabilizing selection for a phenotype other than the wild type in a quantitative trait». Population Genetics Group Annual Meeting. Sheffield (Inglaterra).
- MEJICA, G. y RUBIO, J.—«Estudio sobre el comportamiento sexual de siete mutantes de *Drosophila melanogaster*». XIV Jornadas Luso-Española de Genética.
- RUBIO, J. (1978).—«Variación de frecuencias de loci enzimáticos en líneas seleccionadas para un carácter cuantitativo». XIV Jornadas Luso-Españolas de Genética.
- COMENDADOR, M. A. (1978).—«Supresión de quetas en *D. simulans* transmitida por vía materna». XIV Jornadas Luso-Españolas de Genética.

MICROBIOLOGIA

I. Publicaciones

- HARDISSON, C. y MANZANAL, M. B. (1975).—«Ultraestructura de la esporulación y de la germinación en el género *Streptomyces*». V Congreso Nacional de Microbiología. Salamanca. Actas. Ed. Zambón, p. 273-324.
- HARDISSON, C. and MANZANAL, M. B. (1976).—«Ultrastructural studies of sporulation in *Streptomyces*». *Journal of Bacteriology*, vol. 127, 1.443-1.454.
- HARDISSON, C. y LLANEZA, J. (1977).—«The action of Fosfomicin on the growth of *Pseudomonas aeruginosa*». *Chemotherapy*, vol. 23, 37-44.
- HARDISSON, C., MÉNDEZ, F. J. y LLANEZA, J. (1977).—«Curación de factores de resistencia en *Serratia* y *Pseudomonas*». *Farmaes*, n.º 134, vol. IV, 8-21.
- LLANEZA, J., MÉNDEZ, F. J., MENDOZA, M.ª C. y HARDISSON, C. (1977).—«Transferencia por conjugación y eliminación por agentes curantes de un factor R de *Serratia marcescens*». *Archivos de la Facultad de Medicina de Oviedo*, vol. 1, n.º 4.
- MANZANAL, M. B. and HARDISSON, C. (1978).—«Early stages of arthrospore maturation in *Streptomyces*». *Journal of Bacteriology*, vol. 133, 293-297.
- HARDISSON, C., MANZANAL, M. B., SALAS, J. A. and SUÁREZ, J. E. (1978).—«Fine structure, physiology and biochemistry of arthrospore germination in *Streptomyces antibioticus*». *Journal of General Microbiology*, vol. 105, 303-314.
- RODICIO, M.ª R., MANZANAL, M. B. and HARDISSON, C. (1978).—«Protoplast-like structures formation from two species of *Enterobacteriaceae* by fosfomicin treatment». *Archives of Microbiology*, vol. 118, 219-221.
- RODICIO, M.ª R., MANZANAL, M. B. and HARDISSON, C. (1978).—«Protoplast formation during spore germination in *Streptomyces*». *Current Microbiology*, vol. 1, n.º 2.
- HARDISSON, C. and MANZANAL, M. B. (1978).—«Early stages of arthrospore maturation in *Streptomyces*». *Spores VII*, Ed. GERHARDT, P., COSTILOW, R. and SADOFF, M. «American Society for Microbiology», p. 327-334.
- MÉNDEZ, F. J., LLANEZA, J., MENDOZA, M.ª C. y HARDISSON, C. (1978).—«Resistencia plasmídica a la fosfomicina en *Serratia marcescens*». I Mediterranean Congress of Chemotherapy. Madrid. *Proceedings of the Congress*. (En prensa).

II. Ponencias presentadas en Symposia y Congresos

- Symposium Internacional sobre Estructura y Función en Microorganismos. V Congreso Nacional de Microbiología. Salamanca, 1975.
- HARDISSON, C. y MANZANAL, M. B.—«Ultraestructura de la esporulación y la germinación en el género *Streptomyces*».
- Symposium Internacional sobre Morfogénesis y Diferenciación microbiana. Oviedo, 1976.
- HARDISSON, C.—«Germinación de artrósporas de *Streptomyces*».
- Primer Congreso de la Federación Española de Sociedades de Biología Experimental (FESBE). Coloquio sobre diferenciación y morfogénesis. Madrid, 1976.
- HARDISSON, C.—«Diferenciación celular en bacterias».
- Coloquio sobre Educación Microbiológica. VI Congreso Nacional de Microbiología. Santiago de Compostela, 1977.
- HARDISSON, C.—«La Importancia de las Enseñanzas Prácticas».
- Symposium sobre Ultraestructura Microbiana. VIII Reunión Bienal de la SEME. Bilbao, 1978.
- HARDISSON, C. y MANZANAL, M. B.—«Ultraestructura de la célula bacteriana».
- Symposium Internacional sobre Macromoléculas Exocelulares de Microorganismos Eucariotas. Salamanca, 1978.
- HARDISSON, C.—«Morphological changes and macromolecular synthesis during the germination of *Streptomyces* spores».

III. Comunicaciones presentadas en Congresos

- Comunicación a la II Reunión de la Sección Regional del Noroeste de la SEM. Junio, 1974.
- ARIAS, M.ª E. y HARDISSON, C.—«Metabolismo de compuestos aromáticos por especies de los géneros *Streptomyces* y *Micromonospora*».

- Comunicaciones a la III Reunión de la Sección Regional del Noroeste de la SEM. Junio, 1976.
- MANZANAL, M. B.—«Localización de polisacáridos durante la esporulación de *Bacillus megaterium*».
- SUÁREZ, J. E.—«Síntesis de macromoléculas durante la germinación de aleuriosporas de *Micromonospora chalcea*».
- SALAS, J. A.—«Acción de varios agentes sobre la germinación de artrosporas de *Streptomyces antibioticus*».
- SÁNCHEZ, J.—«Producción de β -galactosidasa por *Streptomyces violaceus*».
- ARIAS, M.^a E.—«Estudio de las exigencias nutricionales mínimas para la esporulación del gen, *Streptomyces*».
- BARBES, C.—«Acción de varios inhibidores sobre la germinación de *Micromonospora chalcea*».
- RODICIO, M.^a R.—«Obtención de protoplastos bacterianos por tratamiento con fosfomicina».
- Comunicación al I Congreso de Bioquímica y Microbiología de Portugal. Octubre, 1976.
- SUÁREZ, J. E.—«Germinación de esporas de *M. chalcea*».
- Comunicación al I Symposium Internacional sobre fosfomicina. Madrid, 1975.
- HARDISSON, C. y LLANEZA, J.—«Acción de la fosfomicina sobre el crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa*».
- Comunicación a la III Mesa Redonda sobre fosfomicina. Sevilla, 1976.
- HARDISSON, C., MÉNDEZ, F. J. y LLANEZA, J.—«Curación de factores de resistencia en *Serratia* y *Pseudomonas*».
- Comunicación a la VII Reunión Bienal de la Sociedad Española de Microscopía Electrónica. Córdoba, 1976.
- MANZANAL, M. B. y RYTER, A.—«Técnicas citoquímicas para la detección de polisacáridos sobre cortes ultrafinos».
- Comunicaciones al I Congreso de la FESBE. Madrid, 1976.
- SÁNCHEZ, J. y HARDISSON, C.—«Control de la síntesis de β -galactosidasa en *Streptomyces violaceus*».
- SALAS, J. A. y HARDISSON, C.—«Respiración de artrosporas de *Streptomyces antibioticus*».
- RODICIO, M.^a R. y HARDISSON, C.—«Obtención de protoplastos de *Streptomyces antibioticus*».
- ARIAS, M.^a E. y HARDISSON, C.—«Influencia de distintas fuentes de carbono y de nitrógeno sobre el crecimiento de *Streptomyces* en medio mínimo».
- MANZANAL, M. B., SUÁREZ, J. E., SALAS, J. A. y HARDISSON, C.—«Germinación de artrosporas de *Streptomyces antibioticus*».
- Comunicaciones al VI Congreso Nacional de Microbiología. Santiago de Compostela, 1977.
- RODICIO, M.^a R. y MANZANAL, M. B.—«Estudios ultraestructurales de protoplastos de *S. antibioticus*».
- MANZANAL, M. B., SALAS, J. A., SUÁREZ, J. E. y HARDISSON, C.—«Fases de la germinación en *S. antibioticus*».
- BARBES, C.—«Estudio de un medio definido para la esporulación de *M. chalcea*».
- SALAS, J. A.—«Efecto del cloranfenicol sobre la cadena respiratoria de artrosporas de *S. antibioticus*».
- ARIAS, M.^a E.—«Utilidad taxonómica de la determinación de actividades enzimáticas en el género *Streptomyces*».
- SUÁREZ, J. E.—«Síntesis de macromoléculas asociada a la germinación de artrosporas de *S. antibioticus*».
- SÁNCHEZ MARTÍN, J.—«Actividad de β -galactosidasa y transporte de β -galactosidos en *Streptomyces violaceus*».
- MÉNDEZ, F. J., LLANEZA, J., MENDOZA, M.^a C. y HARDISSON, C.—«Estudio comparativo de la acción curante de SDS y EB sobre *Serratia*».
- LLANEZA, J., MÉNDEZ, F. J. y MENDOZA, M.^a C.—«Distinto espectro de curación de resistencias en función del agente curante y de las condiciones ensayadas».
- Seventh International Spores Conference. Wisconsin (U.S.A.) 1977.
- HARDISSON, C. and MANZANAL, M. B.—«Early stages of arthrospore maturation in *Streptomyces*».
- MANZANAL, M. B., SALAS, J. A., SUÁREZ, J. E. and HARDISSON, C.—«Germination of *Streptomyces antibioticus* arthrospores».
- Comunicaciones a la VIII Reunión Bienal de la Sociedad Española de Microscopía Electrónica. Bilbao, 1978.
- MANZANAL, M. B., FERNÁNDEZ, A. y HARDISSON, C.—«Utilización de métodos citoquímicos para determinar la presencia de polisacáridos en esporas germinantes de *Streptomyces antibioticus*».
- MANZANAL, M. B., MORALEDA, P. y HARDISSON, C.—«Estudio por tinción negativa de la esporogénesis en *Streptomyces*».
- Comunicación al I International Congress of the Mediterranean Society of Chemotherapy. Madrid, 1978.
- MÉNDEZ, F. J., LLANEZA, J., MENDOZA, M.^a C. y HARDISSON, C.—«Resistencia plasmídica a la fosfomicina en *Serratia marcescens*».

MORFOLOGIA MICROSCOPICA

I. Publicaciones

- ANADÓN ALVAREZ, R. (1976).—«Ultraestructura de las células de Joseph del *Amphioxus*». *Trab. Inst. Cajal Inv. Biol.* LXVIII.
- «Núcleos y conexiones primarias de los nervios branquiales de *Torpedo marmorata* Risso y otros seláceos». *Trab. Inst. Cajal Inv. Biol.* (En prensa).
- ASTUDILLO GONZÁLEZ, A. y BRÁÑEZ CEPERO, E. (1976).—«Contribución al estudio morfológico ultraestructural de la Neuroglia del sistema nervioso entérico». *Phronesis*, 27.
- BRÁÑEZ CEPERO, E.—«*Sobre la Neuroglia*». Discurso de Ingreso en la Real Academia de Medicina de Oviedo. Editorial Richard Grandío. Oviedo, 1974.
- BRÁÑEZ CEPERO, E., CEVALLOS BOHORQUEZ, C. y GONZÁLEZ GONZÁLEZ, G.—«El problema de la osmiofilia o densificación en los gránulos de secreción de la neurohipófisis». *Phronesis*, 39. (En prensa).
- CEVALLOS BOHORQUEZ, C. (1974-75).—«Estudio estructural y ultraestructural de la cresta, barbilla y orejuelas de *Gallus domesticus*. Rev. Fac. Ciencias Univ. Oviedo, XV-XVI, 2.º.
- CEVALLOS BOHORQUEZ, C. y BERENQUER, F. (1977).—«Estudio estadístico comparativo de los componentes hipofisarios en mamíferos de laboratorio». *Arch. Fac. Medicina Univ. Oviedo*, 1, 2.
- CEVALLOS BOHORQUEZ, C., PÉREZ CASAS, A. y GONZÁLEZ, G. (1978).—«Ultraestructura de la neurosecreción preóptica hipofisaria». *Phronesis*, 37.
- RODICIO RODICIO, M.ª C. (1978).—«*Estudio sobre el hipotálamo de Triturus marmoratus*». Resumen Tesis D. Servicio de Publicaciones, U. de Oviedo.
- TOLIVIA FERNÁNDEZ, D. (1975).—«*Estudio de la morfología y distribución topográfica de las células astrogliales en el cerebelo y telencéfalo de Gallus domesticus*». Resumen Tesis D. Servicio de Publicaciones, U. de Oviedo.
- (1975).—«Un nuevo método para la impregnación argéntica de la glía astrocitaria y una variante aplicable a la rápida demostración de las fibras reticulares». *Trab. Inst. Cajal Inv. Biol.* LXVII.
- (1976).—«Estudio de la morfología y distribución topográfica de las células gliales en el encéfalo de las aves. I (Gliotectonia cerebelosa)». *Trab. Inst. Cajal Inv. Biol.* LXVIII, 2.
- «Una nueva técnica para la rápida impregnación de las fibras y terminaciones nerviosas». *Trab. Inst. Cajal Inv. Biol.* (En prensa).
- «Impregnación argéntica de los centros nerviosos en cortes por parafina». *Trab. Inst. Cajal Inv. Biol.* (En prensa).

II. Comunicaciones

- BRÁÑEZ CEPERO, E., CEVALLOS BOHORQUEZ, C. y GONZÁLEZ CASTAÑÓN, J. R. (1977).—«Ultraestructura de los componentes sinápticos de los núcleos hipotalámicos paraventriculares y supraóptico». Comunicación al Congreso Mundial de Phronesis. Madrid.

PALEONTOLOGIA

Relación de trabajos de carácter biológico

1968

DE LA VEGA, C.—Flora de las series molásicas estefanienses del occidente de Asturias. *Acta Geol. Hisp.*, III, 1, pp. 7-14. Barcelona.

1969

TRUYOLS, J.—Un nuevo hito faunístico en el Georgiense de la Cordillera Cantábrica. *Com. Serv. Geol. Port.*, LIII, pp. 57-60. Lisboa.

TRUYOLS, J. & CASIELLES, J. M.^a—Hallazgo de Quitinozoos y Acritarcos en las pizarras silúricas de Teverga (Asturias). *Com. Serv. Geol. Port.*, LIII, pp. 61-64. Lisboa.

1970

1971

BLESS, M. J. M. & SÁNCHEZ DE POSADA, L.—Restos de Asterozoa en el Westfaliense superior de Asturias. *Brev. Geol. Ast.*, XV, 1, pp. 13-16. Oviedo.

SÁNCHEZ DE POSADA, L. & BLESS, M. J. M.—Una microfauna del Westfaliense C de Asturias. *Rev. Esp. Micropal.*, 3, 2, pp. 193-204. Madrid.

GARCÍA-ALCALDE, J. L.—Braquiópodos devónicos de la Cordillera Cantábrica. 1) Estudio del género *Pradoia* COMTE 1938 (Brachiopoda, Athyridacea). *Brev. Geol. Ast.*, XV, 4, pp. 49-59. Oviedo.

1972

GARCÍA-ALCALDE, J. L.—Braquiópodos devónicos de la Cordillera Cantábrica. 2) Género *Xana* GARCÍA-ALCALDE, n. gen. (Terebratulida, Stringocephalacea). *Brev. Geol. Ast.*, XVI, 1, pp. 4-12. Oviedo.

GARCÍA-ALCALDE, J. L.—Braquiópodos devónicos de la Cordillera Cantábrica. 3) *Fibulistrophia* n. gen. (Strophomenida, Strophodontacea). *Brev. Geol. Ast.*, XVI, 3, pp. 42-48. Oviedo.

GARCÍA-ALCALDE, J. L.—Braquiópodos devónicos de la Cordillera Cantábrica. 4) *Arbizutrophia* n. gen. (Strophomenida, Strophodontacea). *Brev. Geol. Ast.*, XVI, 4, pp. 56-64. Oviedo.

GARCÍA LÓPEZ, S.—Análisis del contenido en Conodontos en un corte de la Caliza de Candás en la costa asturiana. *Brev. Geol. Ast.*, XVI, 4, pp. 49-53. Oviedo.

1973

GARCÍA-ALCALDE, J. L.—Braquiópodos devónicos de la Cordillera Cantábrica. 5) El aparato braquial de *Davidsonia* BOUCHARD-CHANTHEREAUX 1849 (Strophomenida, Davidsoniacea). *Brev. Geol. Ast.*, XVII, 1, pp. 1-5. Oviedo.

GARCÍA-ALCALDE, J. L.—Braquiópodos devónicos de la Cordillera Cantábrica. 6) Familia *Leptostrophidae* CASTER 1939 (Strophomenidina). Parte 1. *Brev. Geol. Ast.*, XVII, 2, pp. 17-25. Oviedo.

GARCÍA-ALCALDE, J. L.—Braquiópodos devónicos de la Cordillera Cantábrica. 7) Familia *Leptostrophidae* CASTER 1939 (Strophomenidina). Parte 2. *Brev. Geol. Ast.*, XVII, 3, pp. 43-48. Oviedo.

BLESS, M. J. M. & SÁNCHEZ DE POSADA, L.—Sobre la aparición de Ostrácodos neotónicos en la Cordillera Cantábrica. *Brev. Geol. Ast.*, XVII, 2, pp. 25-30. Oviedo.

1974

TRUYOLS, J., PHILIPPOT, A. & JULIVERT, M.—Les formations siluriennes de la Zone Cantabrique et leurs faunes. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, (7), XVI, 1, pp. 23-37. Paris.

GARCÍA LÓPEZ, S. & TRUYOLS, J.—Presencia de escleritos de Holoturoideos en las calizas devónicas de la Cordillera Cantábrica. *Brev. Geol. Ast.*, XVIII, 2, pp. 17-20. Oviedo.

ARBIZU, M. A., GARCÍA-ALCALDE, J. L., SOTO, F. & TRUYOLS, J.—Nota sobre la fauna ictiológica del Devónico cantábrico. *Brev. Geol. Ast.*, XVIII, 2, pp. 28-32. Oviedo.

SÁNCHEZ DE POSADA, L. & BLESS, M. J. M.—Preliminary note on the Lower Carboniferous Ostracods from Aprath (Federal Republic of Germany). *Int. Symp. Namur 1974 (Belg. Micropal. limits)*, 2, 5 pp. Namur.

1975

- GARCÍA-ALCALDE, J. L. & RACHEBOEUF, P.—Données paléobiologiques et paléobiogéographiques sur quelques Strophochonetinae du Dévonien d'Espagne et du Massif Armoricain. *Lethaia*, VIII, 4, pp. 329-338. Oslo.
- SOTO, F.—Nota previa sobre los Hadrofilidos (Rugosos) del Devónico de la Cordillera Cantábrica. *Brev. Geol. Ast.*, XIX, 2, pp. 27-32. Oviedo.
- SOTO, F.—*Metriophyllum album* n. sp. (Coelenterata, Rugosa) del Devónico inferior de la Cordillera Cantábrica (NW de España). *Brev. Geol. Ast.*, XIX, 4, pp. 51-54. Oviedo.
- MARTINEZ CHACÓN, M. L.—*Avisyrinx* n. gen. (Syringothyrididae, Brachiopoda) del Carbonífero de Asturias (España). *Brev. Geol. Ast.*, XIX, 3, pp. 33-40. Oviedo.

1976

- ARBIZU, M. A.—Observaciones sobre *Malladaia* OEHLERT & OEHLERT 1896 (Trilobita). *Brev. Geol. Ast.*, XX, 3, pp. 46-48. Oviedo.
- BECKER, B., MÉNDEZ-BEDIA, I. & SÁNCHEZ DE POSADA, L.—Una fauna de Ostrácodos de la Formación Moniello (Devónico, Asturias, NW de España). *Trab. Geol.*, 8, pp. 105-108. Oviedo.
- GARCÍA-ALCALDE, J. L. & ALVAREZ, F.—Precisiones taxonómicas sobre algunas especies de Braquiópodos de la colección Verneuil. *Trab. Geol.*, 8, pp. 31-57. Oviedo.
- SOTO, F. & GARCÍA-ALCALDE, J. L.—La fauna silicificada del Devónico de Piedras Blancas (Asturias). *Trab. Geol.*, 8, pp. 87-103. Oviedo.
- GARCÍA-ALCALDE, J. L. & ARBIZU, M. A.—Les faunes pélagiques du Dévonien moyen de León (versant méridionale des Montagnes Cantabriques, NO de l'Espagne). *Ann. Soc. Géol. Nord.*, 96, 4, pp. 413-417. Lille.
- SÁNCHEZ DE POSADA, L.—Quelques remarques au sujet de la répartition des Ostracodes carbonifères dans la Chaîne Cantabrique. *Ann. Soc. Géol. Nord.*, 96, 4, pp. 407-412. Lille.

1977

- BECKER, G. & SÁNCHEZ DE POSADA, L.—Ostracoda aus der Moniello Formation Asturiens (Devon, NW Spanien). *Palaeontographica*, 158 (A), pp. 115-203. Stuttgart.
- SÁNCHEZ DE POSADA, L.—Late Paleozoic Ostracods of Western Europe and North America: a review. *Int. Symp. Str. Micr. of Atlantic basin and borderlands (Newark, Delaware, USA)*. Elsevier Publ. Co., pp. 61-85. New York.
- REQUADT, H., BECKER, G., BLESS, M. J. M., EICKHOFF, G. & SÁNCHEZ DE POSADA.—Mikrofaunen (Ostracoda, Conodonta, Foraminifera) aus dem Westfal der spanischen Westphyräen. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 155, 1, pp. 65-107. Stuttgart.
- SÁNCHEZ DE POSADA, L.—Ostracodes from the Upper Carboniferous of La Camocha coal mine. *Rev. Esp. Micropal.*, 9, 4, pp. 411-438. Madrid.
- MARTINEZ CHACÓN, M.—New Carboniferous Stenoscismatacean Brachiopods from Oviedo and Leon, Spain. *Palaeontology*, 20, 1, pp. 209-223. London.
- MARTINEZ CHACÓN, M. L. & WINKLER PRINS, C.—A Namurian Brachiopod fauna from Meré (province of Oviedo, Spain). *Scripta Geol.*, 39, 67 pp. Leiden.
- MARTINEZ CHACÓN, M. L.—Contenido en Braquiópodos (Orthida, Strophomenida y Rhynchonellida) de algunas formaciones del Carbonífero cantábrico. *Brev. Geol. Ast.*, XXI, 3, pp. 41-48. Oviedo.
- GARCÍA-ALCALDE, J. L. & ALVAREZ, F.—Precisiones taxonómicas sobre algunas especies de Braquiópodos de la colección Verneuil. Addenda. *Brev. Geol. Ast.*, XXI, 2, pp. 21-25. Oviedo.
- SOTO, F.—Sur la distribution des Hardrophyllidae dans le Dévonien de la Péninsule Ibérique. *Mem. Bur. Rech. Géol. Min.*, 89 (II Symp. Int. Coraux et récifs coralliens fossiles), pp. 108-111. Paris.
- BIRENHEIDE, R. & SOTO, F.—Rugose Corals with wall-free apex from the Lower Devonian of the Cantabrian Mountains, Spain. *Senck. leth.*, 58, 1-3, pp. 1-23. Frankfurt a. Main.
- LORENZO, P.—La edad de las cuencas de San Juan de Nieva y Arnao (NW España). *Brev. Geol. Ast.*, XXI, 2, pp. 29-32. Oviedo.
- LORENZO, P.—Nota sobre un hallazgo de *Lepidostrobophyllum triangulare* ZEILLER. *Est. Geol.*, 33, 1, pp. 45-46. Madrid.
- LORENZO, P.—*Taphrelminthopsis leonensis*, nuevo icnofósil del Carbonífero español. *Est. Geol.*, 33, 2, pp. 179-180. Madrid.
- MENÉNDEZ-ALVAREZ, J. R.—Conodontos de la Formación Genicera en el corte de Entrago (Teverga, Asturias). *Brev. Geol. Ast.*, XXI, 4. Oviedo.
- CHAUVEL, J. & TRUYOLS, J.—Sur la présence du genre *Destombesia* CHAUVEL (Echinoderme Cystoïde) dans l'Ordovicien des Asturies (Espagne). *Brev. Geol. Ast.*, XXI, 3, pp. 37-40. Oviedo.

BOTANICA

Bibliografía

- ACUÑA, A. et al. (1975).—«Aportaciones al conocimiento de la flora briológica española. Nótula I: El Cabo de Gata (Almería)». *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, **31** (2): 59-95. Madrid.
- BISCHLER, H., JOVET-AST, S. & SIMÓ, R. M. (1973).—«*Sphaerocarpus texanus* Austin, Nouveau pour l'Espagne». *Rev. Bryol. et Lich.* XXXIX (IV): 678. Paris.
- CARBO, R., MAYOR, M., ANDRÉS, J. & LOSA, M. J. (1972).—«Aportaciones al catálogo florístico de la provincia de León». *Anal. Fac. Veterinaria de León*, **18** (1): 225-352.
- CASAS DE PUIG, C. & SIMÓ, R. M. (1972).—«*Pyramidula algeriensis* Chudeau et Douin en la Sierra del Cabo de Gata (Almería)». Nótula Bryológica IV. *Acta Phytot. Barcin.*, **10**: 5-9. Barcelona.
- CASAS, C., FUERTES, E., SIMÓ, R. M. & VARO, J. (1976).—«Aportaciones al conocimiento de la flora briológica española. II: La Sierra de Albarracín». Nótula Bryológica XVI. *Acta Phytotax. Barcin.*, **21**: 19-41. Barcelona.
- DÍAZ, T. E. & NAVARRO, F. (1974).—«Zonación de la Vegetación en las playas asturianas». *Asturnatura*, **2**: 43-52. Oviedo.
- DÍAZ, T. E. (1974).—«*Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake, en la Península Ibérica». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **15** (2): 215-233.
- DÍAZ, T. E. & LORIENTE, E. (1975).—«Estudio corológico y fitosociológico del *Medicago marina* L., en el litoral Norte de la Península Ibérica». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **16**: 235-242.
- DÍAZ, T. E. & NAVARRO, F. (1975).—«Apuntes para la historia botánica astur». *Bol. Inst. Est. Asturianos* (C), **21**: 67-94.
- DÍAZ, T. E. (1975).—«Estudio de la Flora y Vegetación del Litoral Asturiano». Resumen Tesis Doctoral. *Ser. Publ. Univ. Oviedo*, 18 pp.
- DÍAZ, T. E. (1975).—«La vegetación del Litoral Occidental Asturiano». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **16**: 369-549.
- DÍAZ, T. E. (1977).—«Sobre la Flora Vasculare del Litoral Occidental Asturiano I (De *Equisetaceae* a *Euphorbiaceae*)». *Bol. Inst. Est. Asturianos* (C), **22**: 109-185.
- DÍAZ, T. E. (1978).—«Sobre la Flora Vasculare del Litoral Occidental Asturiano II (De *Polygalaceae* a *Plantaginaceae*)». *Trab. Dep. Bot. Univ. Oviedo*, **3**. (En prensa).
- DÍAZ, T. E. & NAVARRO, F. (1978).—«Las Comunidades de *Thero-Airon* R. Tx. 1951, en las playas asturianas. Su posición fitotopográfica». *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, **34** (2): 571-596.
- DÍAZ, T. E., FERNÁNDEZ-CARVAJAL, M. C. & FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. (1978).—«*Juncus cantabricus* sp. nova». *Trab. Dep. Bot. Univ. Oviedo*, **2**: 3-24.
- FERNÁNDEZ-CARVAJAL, M. C. (1977).—«*Juncus emmanuelis* Fernández & García en la Península Ibérica». *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, **34** (1): 125-131.
- FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, C. & SIMÓ, R. M. (1976).—Estudio briológico del Pinar de Lillo (León). Nótula Bryologica XVII. *Acta Phytotax. Barcin.*, **21**: 43-52. Barcelona.
- MARTÍNEZ, G., MAYOR, M., NAVARRO, F. & DÍAZ, T. E. (1974).—«Estudio fitosociológico y fitotopográfico de las vertientes septentrional y meridional del Puerto Ventana». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **15** (1): 55-109.
- MARTÍNEZ, G. (1975).—Observaciones ecológicas y florísticas sobre el Puerto de Ventana». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **16**: 145-204.
- MAYOR, M. & ANDRÉS, J. (1968).—«El *Mimulus moschatus* en la Sierra de Béjar. *Trab. Dep. Bot. y Fis. Veg. Madrid*, I (3): 145-147.
- MAYOR, M. & ANDRÉS, J. (1969).—«*Festulolium loliaceum* (Huds.) P. Forn. en Villargusan (León)». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **10** (2): 149-152.
- MAYOR, M. & ANDRÉS, J. (1969).—«*Juncus striatus* Schousb., en Vegas del Condado (León)». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **10** (2): 131-135.
- MAYOR, M. & ANDRÉS, J. (1969).—«El *Carex loscosii* Lange en Frías de Albarracín (Teruel)». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **10** (2): 135-140.
- MAYOR, M., MARTÍNEZ, G. & ANDRÉS, J. (1970).—«Híbridos intergenéricos en gramíneas en la Península Ibérica (*Festuca* × *Lolium*)». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **11** (2): 135-140.
- MAYOR, M., MARTÍNEZ, G. & ANDRÉS, J. (1970).—«Comportamiento fitosociológico de *Pulsatilla rubra* Ssp. *hispanica* en algunas localidades de la Península Ibérica». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **11** (2): 297-304.
- MAYOR, M. (1971).—«Aspectos típicos de la Vegetación asturiana». ACOFAR, 63. Año X: 65-67.
- MAYOR, M., ANDRÉS, J. & CARBO, R. (1972).—«Algunas plantas de la vertiente leonesa de los Puertos de Vegarada y San Isidro». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **13** (1): 141-146.

- MAYOR, M., ANDRÉS, J., MARTÍNEZ, G., NAVARRO, F. & DÍAZ, T. E. (1973).—Estudio de los pastizales de diente y de siega en algunas localidades de la Cordillera Cantábrica, con especial atención al comportamiento ecológico de la *Festuca hystrix* Bss.». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **14** (2): 161-171.
- MAYOR, M., G. PRIETO, O., ANDRÉS, J., CARBÓ, R. & MARTÍNEZ, G. (1973).—«Aportaciones al estudio de los hongos en las provincias de León y Oviedo I». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **14** (1): 211-225.
- MAYOR, M., G. PRIETO, O., ANDRÉS, J., CARBÓ, R. & MARTÍNEZ, G. (1974).—«Aportaciones al estudio de los hongos de las provincias de León y de Asturias II». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **15** (1): 3-20.
- MAYOR, M., MARTÍNEZ, G., DÍAZ, T. E. & NAVARRO, F. (1974).—«El *Quercus faginea* Lamk., en Asturias: su cortejo florístico». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **15** (2): 215-233.
- MAYOR, M., NAVARRO, F. & DÍAZ, T. E. (1974).—«Aportación al conocimiento de la Flora y Vegetación del Cabo de Peñas (Asturias)». *Bol. Inst. Est. Asturianos* (C), **19**: 93-154.
- MAYOR, M., NAVARRO, F. & DÍAZ, T. E. (1975).—«Adiciones al catálogo florístico del cabo de Peñas (Asturias)». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **16**: 137-142.
- MAYOR, M., LOSA, J. M., ANDRÉS, J. & NAVARRO, F. (1975).—«Comunidades rupícolas, en el Bierzo (León-España)». *Anal. Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, XXXII (1): 215-234.
- MAYOR, M., DÍAZ, T. E., MARTÍNEZ, G., NAVARRO, F. & ANDRÉS, J. (1975).—«Los pastizales del Sistema Central. Nota I: Somosierra, Ayllón y Pela». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **16**: 283-322.
- MAYOR, M. & COL. (1975).—«Principios básicos sobre Biosistemática Vegetal». Cuadernos de Biología Vegetal. *Serv. Publ. Univ. Oviedo*, 146 pp.
- MAYOR, M. & DÍAZ, T. E. (1976).—«Síntesis de la Vegetación Asturiana». *Documents Phytosociologiques*. Lille. Homenaje al Prof. J. Lebrum, 159-173.
- MAYOR, M., NAVARRO, F. & FERNÁNDEZ, M. (1977).—«Aspectos corológicos de algunos elementos de la provincia atlántica». *Trab. Dep. Bot. Univ. Oviedo*, **1**: 55-61.
- MAYOR, M., DÍAZ, T. E., MARTÍNEZ, G. & F. BENITO, M. (1977).—«Los pastizales naturales del Sector Iber-Atlántico. Su dinamismo y distribución geográfica». *Trab. Dep. Bot. Univ. Oviedo*, **1**: 2-16.
- MAYOR, M., DÍAZ, T. E., NAVARRO, F. & SIMÓ, R. M. (1977).—«Distribución de los Pteridófitos en Asturias». *Trab. Dep. Bot. Univ. Oviedo*, **1**: 17-40.
- MAYOR, M. & DÍAZ, T. E. (1977).—«La Flora Asturiana». *Ayalga Ediciones*. Salinas (Asturias), 710 pp.
- MAYOR, M., DÍAZ, T. E. & FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. (1978).—«Análisis ecológico y fitosociológico de las comunidades de *Genista occidentalis* (Rouy) Coste, en la Cordillera Cantábrica (N. de la P. Ibérica). Documents. Phytosociologiques. N. S. J. V. Lille. (En prensa).
- NAVARRO, F. (1974).—«Estudio de la Flora y Vegetación de la Sierra del Aramo y sus estribaciones (Asturias)». Extracto de Tesis. *Serv. Publ. Univ. Oviedo*, 15 pp.
- NAVARRO, F. (1974).—«La Vegetación de la Sierra del Aramo y sus estribaciones (Asturias)». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **15** (1): 111-243.
- NAVARRO, F. (1975).—«Datos para el catálogo florístico del Aramo y sus estribaciones (Asturias) II: de *Euphorbiaceae* a *Lamiaceae* (*Labiatae*)». *Rev. Fac. Cienc. Oviedo*, **16**: 243-281.
- NAVARRO, F. (1977).—«Datos para el catálogo florístico del Aramo y sus estribaciones (Asturias) I: De *Equisetaceae* a *Linaceae*». *Bol. Inst. Est. Asturianos* (C), **22**.
- NAVARRO, F. & DÍAZ, T. E. (1977).—«Algunas novedades y anotaciones para la Flora Astur-leonesa». *Trab. Dep. Bot. Univ. Oviedo*, **1**: 41-53.
- NAVARRO, F. & DÍAZ, T. E. (1977).—«Algunas consideraciones acerca de la Provincia Corológica Orocantábrica». *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, **34** (1): 219-253.
- SIMÓ, R. M. (1970).—*Breutelia chrysocoma* (Dicks). Lindb. en la Cordillera Cantábrica». *Rev. Bryol. et Lich.*, XXXVII (4): 961-962. Paris.
- SIMÓ, R. M. & VIGÓN, E. (1973).—«*Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm. y *Trichomanes speciosum* Willd. novedades para la flora asturiana». *Bol. Inst. Est. Ast.*, (C) **16**: 207-215.
- SIMÓ, R. M. (1973).—«Estudio de la flora briológica del Puerto de Ventana (Asturias)». *Bol. Inst. Est. Ast.*, (C) **17**: 1-220.
- SIMÓ, R. M. & ALONSO, N. (1974).—«Panorama briológico del Cabo de Peñas (Asturias)». *Bol. Inst. Est. Asturianos*, (C) **19**: 1-30.
- SIMÓ, R. M. & VIGÓN, E. (1975).—«*Adelanthus decipiens* (Hook.) Mitt. novedad para la flora española». *Notula Bryologica XI. Acta Phytotax. Barcin.*, **14**: 23-26. Barcelona.
- SIMÓ, R. M. (1976).—«Catálogo de los Briófitos recolectados por Durieu de Maisonneuve en la Península Ibérica». *Notula Bryologica XVIII. Acta Phytotax. Barcin.*, **21**: 53-69. Barcelona.
- SIMÓ, R. M. (1976).—«Los esfagnos y esfagnales de la Península Ibérica. I. La Provincia Atlántica (Primera parte)». *Notula Bryologica XIX. Acta Phytotax. Barcin.*, **21**: 71-88. Barcelona.
- SIMÓ, R. M. & VIGÓN, E. (1976).—«Briófitos de Asturias nuevos o escasamente representados en la flora española». *Notula Bryologica XX. Acta Phytotax. Barcin.*, **21**: 89-100. Barcelona.
- VIGÓN, E. (1975).—«*Cyclodictyon laete-virens* (Hook et Tayl.) Mitt., novedad para la flora española». *Notula Bryologica X. Acta Phytotax. Barcin.*, **14**: 19-22. Barcelona.

FISIOLOGIA VEGETAL

Comunicaciones a Congresos

II Reunión Nacional de Fisiología Vegetal. (Santa Cruz de Tenerife. Octubre 1976):

- FERNÁNDEZ, B., RODRÍGUEZ, R. y SÁNCHEZ TAMÉS, R.—Variación del contenido en AIA en *Cyperus esculentus* var *aureus* Ten.
- RODRÍGUEZ, R., FERNÁNDEZ, B. y SÁNCHEZ TAMÉS, R.—Actividad AIA-oxidasa, polifenoloxidasa y peroxidasa en la germinación de *Cicer arietinum* L.
- RODRÍGUEZ, A. M., BERTRAND, A. y SÁNCHEZ TAMÉS, R.—Variación en el contenido total de sustancias fenólicas en brotes y hojas de *Castanea sativa* Mill.
- BERTRAND, A., RODRÍGUEZ, A. M. y SÁNCHEZ TAMÉS, R.—Observaciones microscópicas sobre la penetración y propagación del hongo *Phytophthora* en *Castanea sativa* Mill y *Castanea mollissima* Blanc.
- F. E. S. P. P. *Inaugural Meeting*, (Edinburgh, Julio 1978):
- BERTRAND, A. y SÁNCHEZ TAMÉS, R.—Scanning electron microscopy of *Castanea sativa* spp. infected with *Phytophthora cambivora* Petri.
- RODRÍGUEZ, R. y SÁNCHEZ TAMÉS, R.—Distribución, localización and changes of Peroxidase and AIA-oxidase activity during germination of *Cicer arietinum* L. seeds.

III Reunión Nacional de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal. (Granada, Octubre 1978):

- RODRÍGUEZ, R. y SÁNCHEZ TAMÉS, R.—Identificación de las actividades peroxidasa y AIA-oxidasa: electroforesis de disco en gel de poliacrilamida.
- ALBUERNE, M. A. y SÁNCHEZ TAMÉS, R.—Actividad PAL durante la rizogénesis en callos de *Castanea sativa* Mill.

FISIOLOGIA ANIMAL

Bibliografía

Curso 72-73

- (1) DÍAZ FLORES, L., MORA, O., MARÍN, B. (1972).—Ultrastructure of the parathyroid and «C» cells of the thyroid in experimental rachtisin the rat. *Experientia*, **28**: 8-946.
- (2) DÍAZ-FLORES, L., MORA, O., MARÍN, B., VALLE, A., GALERA, H. (1972).—Respuesta ultraestructural de diversos órganos de la rata al raquitismo experimental. I. Alteraciones a nivel de la paratiroides, tiroides y estómago. II. Presencia en tiroides y tracto digestivo de un tipo celular endocrino común. *Patología*, **V**, 2-83.
- (3) MARÍN, B., RABADÁN, F. (1973).—Evolución del pie y de la mano en escolares españoles. *An. Inst. Farm. Esp.*, vol. XX, 291.
- (4) MARÍN, B., RABADÁN, F. (1973).—Evolución del cráneo en escolares españoles. *An. Inst. Farm. Esp.*, vol. XX, 289.
- (5) MARÍN, B. (1972).—El crecimiento en la edad escolar. (I). *Didascalía*, 23-29.
- (6) MARÍN, B. (1972).—El crecimiento en la edad escolar. (II). *Didascalía*, 24-73.
- (7) MARÍN, B. (1973).—El crecimiento en la edad escolar. (III). *Didascalía*, 29-45.
- (8) MARÍN, B. (1972).—El control de la ingestión de alimentos. *Farmaes*, 116-409.
- (9) MARÍN, B., FERNÁNDEZ-GALAZ, C. (1973).—Evolución del cráneo y de las relaciones craneo-torácicas en la edad escolar. *Arch. Fac. Med. Madrid*, vol. XXIII, n.º 4, 241.
- (10) MARÍN, B., SIMÓN, J. (1973).—El crecimiento en escolares españoles pánículo adiposo. *Arch. Fac. Med. Madrid*, vol. XXIII, n.º 3, 232.
- (11) MARÍN, B. (1972).—El crecimiento en la edad escolar. 1.ª y 2.ª parte. Colaboración especial en *Medicina de la Educación Física y el Deporte*, n.º 25, 5-37.
- (12) FERNÁNDEZ-GALAZ, C., RABADÁN, F., MARÍN, B. (1973).—Datos antropométricos de soldados españoles. *Revista de sanidad militar*, vol. XXXV, 5, 209.

Curso 73-74

- (1) DÍAZ-FLÓREZ, L., MORA, O. y MARÍN, B. (1974).—Thyroid «C» and Stomach argentaffin cells: An ultrastructural comparison. *An. Inst. Farm. Esp.*, vol. XXI, 195.
- (2) SCHIAFFINI, O., FOGLIA, V. G. y MARÍN, B. (1973).—Diabetes y actividad oxidativa de los tejidos neuroendocrinos. *La Prensa Médica Argentina*, vol., 60, **25**, 849.
- (3) MARÍN, B. (1974).—Presión arterial en niños. *Arch. Fac. Med. Madrid*, vol. XXVI, **3**, 135.
- (4) MARÍN, B., SÁNCHEZ, J., SOLÍS, R. A. y GALLEGO, A. (1974).—Influencia del clorhidrato de ciproheptadina sobre el metabolismo del sistema nervioso. *An. Inst. Farm. Espa.*, vol. XXVI, 257.
- (5) MARÍN, B. y SIMÓN, J. (1973).—El crecimiento en la edad escolar (IV). *Didascalia*, **36**, 33.
- (6) MARÍN, B., MORA, O. y GALLEGO, A. (1974).—Acción del clorhidrato de cirpoheptadina sobre la secreción gástrica de la rata. *An. Inst. Farm. Esp.*, vol. XXI, 265.
- (7) MARÍN, B. (1974).—El crecimiento en la edad escolar (3.ª parte). *Medicina de la Educación Física y el Deporte*, n.º 31, 39.

Curso 1974-75

- (1) SCHIAFFINI, O., MENÉNDEZ PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1974).—Sexual cycle and metabolism of the hypophysiotropic and Septal Areas, Caudatus Nucleus, Adenohypophysis and Cerebral Cortex. *Reproducción*, 1, n.º 4, 361-366.
- (2) SCHIAFFINI, O., MARÍN, B. (1974).—A Study of the oxidative metabolism of the hypothalamus following electrolitic lesion of the basolateral nucleus of the amygdala in the rat. *Reproducción*, vol. 1, n.º 3, 299.
- (3) MARÍN, B. (1974).—La alimentación; de la necesidad al placer. *Yatros*, 796, 10.

Curso 1975-76

- (1) MARÍN, B. (1975).—Weight, Height, Thorax and Age of menarche in spanish schoolgirls. *Reproducción*, 2, 3-4, 227.
- (2) SCHIAFFINI, O. y MARÍN, B. (1975).—Metabolism of the limbic system and regulation of the sexual cycle. Proceedings of the first International Symposium on Basic Applications and Clinical Uses of the Hypothalamic Hormones. In *Excerpta Medica International Congress Series*, n.º 374, 124-129.
- (3) SCHIAFFINI, O. y MARÍN, B. (1975).—Evidencia metabólica de las diferencias sexuales del Sistema Límbico. Abstracts del IV European Sterility Congress. *Reproducción*, **2**, 201.
- (4) MARÍN, B. (1976).—Sexo, Edad, Trabajo y Actividad Física. *Archivos. Fac. Med.*, **1**, n.º 2, 3-20.
- (5) RODRIGO, L. R., POZO, F. y MARÍN, B. (1976).—Efectos de la parotina sobre diversos parámetros en plasma y bilis del cobaya. *Archivos de la Fac. de Med. Univ. Oviedo*, **1**, n.º 2, 67-76.
- (6) ACUILA, A., SCHIAFFINI, O. y MARÍN, B. (1975).—Estudios preliminares del efecto sobre el Sistema Nervioso Central (S.N.C.) de algunas plantas españolas. *Archivos de la Fac. de Med. Univ. Oviedo*, **1**, n.º 2, 57-65.
- (7) VIJANDE, M. y COSTALES, M. (1976).—Control de la ingestión de agua. *Archivos de la Fac. Med. Univ. Oviedo*, **1**, n.º, 2, 21-56.
- (8) FLÓREZ LOZANO, J. A. (1975).—Efectos psicofisiológicos de la privación sociomaternal sobre el comportamiento del adulto. *Yatros*, **806**, 10-16.
- (9) FLÓREZ LOZANO, J. A. (1976).—Mecanismos psicofisiológicos de la agresividad. *Yatros*, **811**, 12-19.
- (10) FLÓREZ LOZANO, J. A. (1976).—Avances neuroendocrinos en la conducta sexual. *Yatros*, **812**, 19-27.
- (11) FLÓREZ LOZANO, J. A. (1976). La tensión de la vida. *Yatros*, **815**, 7-22.

- (1) FLÓREZ LOZANO, J. A. y MENÉNDEZ-PATTERSON, A. (1977).-Alteraciones de la actividad de estructuras nerviosas superiores implicadas en la regulación hormonal por inducción de una diabetes experimental. *Notas de Lefa*, **10**, 4-6.
- (2) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ LOZANO, J. A. y MARÍN, B. (1976).-Control nervioso de la secreción gástrica. *Public. Cientif. Alter*, **17**, 120-124.
- (3) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MARÍN, B. (1977).-Implicaciones del Sistema Límbico en el control sexual. *Publ. Cientif. Alter*, **17**, 258-262.
- (4) MARÍN, B. (1976).-Biotipología, desarrollo somático y evolución orgánica en relación con la práctica del fútbol. *Med. Educación Física y Deporte*, **39**, 7-38.
- (5) FLÓREZ-LOZANO, J. A., MENÉNDEZ-PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1977).-Ulcerogénesis y metabolismo oxidativo de áreas del S.N.C. en ratas machos sometidas a adrenalectomía y stress. *Endocrinología*, **24**, 26.
- (6) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A., MENÉNDEZ ABRAHAM, E. y MARÍN, B. (1977).-Metabolismo oxidativo de la corteza anterior (latero-frontal) y corteza posterior (latero-occipital) en ratas machos intactas y gonadectomizadas. *Endocrinología*, **24**, 26.
- (7) DÍAZ LÓPEZ, B., MENÉNDEZ-PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1977).-Metabolismo oxidativo del S.N.C. y ovarios en ratas ciegas. *Endocrinología*, **24**, 26.
- (8) DÍAZ-LÓPEZ, B., MENÉNDEZ-PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1977).-Influencia de la enucleación ocular de la rata hembra adulta sobre varios parámetros de su descendencia. *Endocrinología*, **24**, 26.
- (9) FLÓREZ-LOZANO, J. A. (1977).-Privación social y agresividad. *Jano*, **303**, 17-19.
- (10) FLÓREZ-LOZANO, J. A., MENÉNDEZ-PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1976).-Efectos del Stress sobre el metabolismo oxidativo y su correlación con la formación de úlceras gástricas. *Revista de Psicología Aplicada y General*, n.º 141-142.
- (11) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MARÍN, B. (1976).-Metabolismo oxidativo de distintas estructuras del S.N.C. y su correlación con úlceras gástricas por inmovilización. *Revista de Psicología General y Aplicada*, n.º 141-142.
- (12) FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MENÉNDEZ-PATTERSON, A. (1977).-Ulcerogénesis por Stress. *Revista Doctor*, **134**, 39-44.
- (13) FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MENÉNDEZ-PATTERSON, A. (1977).-Fisiopatología sexual asociada a la «diabetes mellitus». *Síntesis Médica*, **10**, 293-297.
- (14) MARÍN, B., FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MENÉNDEZ-PATTERSON, A. (1977).-Oxidative metabolism of different structures of the central nervous system and its correlation with gastric ulcers by immobilization. *Indian Journal Medical Research*, **66**, 852-858.
- (15) FLÓREZ-LOZANO, J. A. (1976).-Efectos del Stress agudo sobre diversas actividades de áreas hipotalámicas. *Sandorama*, **47**, 8-10.
- (16) FLÓREZ-LOZANO, J. A. (1976).-Psicofisiología de la emoción. *Yatros*, **820**, 8-24.
- (17) FLÓREZ-LOZANO, J. A. (1977).-Significado de la secreción gástrica en la ulcerogénesis por stress. *Farmaes*, **139**, 317-328.
- (18) VIJANDE, M., COSTALES, M. SCHIAFFINI, O. y MARÍN, B. (1977).-Effect of cholinergic stimulation of the amygdala on ingestive behavior. *Phronesis*.
- (19) VIJANDE, M., DÍAZ, F., COSTALES, M., MARÍN, B. (1977).-Modificaciones del metabolismo oxidativo de distintas áreas del S.N.C. inducidas por las Prostaglandinas E₁ y E₂. *Endocrinología*.
- (20) VIJANDE, M., COSTALES, M. (1977).-Control de la ingestión de agua. *Arch. Fac. Med. Univ. Oviedo*, vol. 1.
- (21) VIJANDE, M., COSTALES, M., MARÍN, B. (1977).-The influence of Angiotensin II on the oxidative metabolism of the S.N.C. *Phronesis*.
- (22) VIJANDE, M., DÍAZ, F., COSTALES, M., MARÍN, B. (1977).-Acción de la PGE₂ sobre el metabolismo oxidativo de distintas áreas del Sistema nervioso Central. *Arch. Fac. Med. Univ. Oviedo*, vol. 3, 197-201.
- (23) FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MENÉNDEZ-PATTERSON, A. (1977).-Comportamiento sexual; Significado psicológico de determinadas sustancias químicas. *Psicodeia*, **31**, 84-93.
- (24) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MARÍN, B. (1977).-Influencia de la gonadectomía sobre el metabolismo oxidativo de la corteza cerebral, en la rata macho. *Arch. Fac. Medicina. Oviedo*, vol. 1, n.º 3.
- (25) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A., MARÍN, B.-Oxidative and glycolytic metabolism of the frontal cortex (latero-frontal) and the posterior cortex (latero-occipital) in relation with the sexual activity of the rat. *Reproducción*, vol. 3, n.º 3-4, 279-285.
- (26) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A., MARÍN, B. (1976).-Effects of stress upon the oxidative metabolism in its correlations with gastric ulcer formation. The role of sex. *Reproducción*, vol. 3, n.º 3-4, 287-293.

- (1) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MARÍN, B. (1978).—Oxidative activity during the sexual cycle of the Central Nervous System, Adrenal glands and Ovaries in the hamster (*Mesocricetus auratus*). *Experientia*, **34**, 190-191.
- (2) FLÓREZ LOZANO, J. A., MENÉNDEZ-PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1978).—Sexual behaviour of the male hamster (*Mesocricetus auratus*) pancreatectomized (95 %). *Physiology and Behavior*, **20**, 465-470.
- (3) FLÓREZ-LOZANO, J. A., MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, S. y MARÍN, B. (1978).—Acción de la pancreatectomía subtotal (95 %) sobre el comportamiento sexual del hamster macho. *Revista de Psicología General y Aplicada*, XXXIII, n.º 151, 209-216.
- (4) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MARÍN, B. (1977).—Actividad psicofisiológica de áreas nerviosas superiores y ulcerogénesis en ratas macho adrenalectomizadas y stressadas. *Anuario de Psicología*, **17**, 43-53.
- (5) VIJANDE, M., COSTALES, M. y MARÍN, B. (1978).—Sex difference in polyetyleneglycol-induced thirst. *Experientia*, **34**, 742.
- (6) VIJANDE, M., COSTALÉS, M. y MARÍN, B. (1978).—Angiotensin induced drinking sexual differences. *Pharmacol. Biochem. Behav.* En prensa.
- (7) FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MENÉNDEZ-PATTERSON, A. (1977).—Significado psicológico de determinadas sustancias químicas. *Rev. Psicodeia*, **31**, n.º 84-93.
- (8) FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MENÉNDEZ-PATTERSON, A. (1977).—El factor psicológico en la úlcera gástrica. *Glosa Revista Científica*, n.º 280, 15-16.
- (9) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MARÍN, B. (1978).—Acción de la Gonadectomía sobre la actividad oxidativa de glándulas adrenales y estructuras nerviosas superiores en el hamster macho (*Mesocricetus auratus*). *Arch. Fac. Med. Oviedo*. En prensa.
- (10) DÍAZ-LÓPEZ, MENÉNDEZ-PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1978).—Effects of the ocular enucleation on the oxidative metabolism of C.N.S. structures and ovarium in female rats. *Reproducción*. En prensa.
- (11) VELASCO-PLAZA, A., MENÉNDEZ-PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1978).—Effects of the extirpation of submandibular salivary glands on the oxidative activity of the nervous and glandular structures in male rats. *Archive of Oral Biology*. En prensa.
- (12) MENÉNDEZ-PATTERSON, A., FLÓREZ-LOZANO, J. A. y MARÍN, B. (1978).—Metabolismo oxidativo de diferentes estructuras del S.N.C., Glándulas Adrenales y Testículos de Hamsters machos (*Mesocricetus auratus*) pancreatectomizados. *Rev. Fac. Ciencias. Univ. Oviedo*. En prensa.
- (13) VELASCO PLAZA, A. y MARÍN, B. (1978).—Evolución de la diabetes por pancreatectomía y su influencia en el metabolismo oxidativo de la glándula tiroidea. *Rev. Fac. Ciencias. Univ. Oviedo*. En prensa.
- (14) DÍAZ LÓPEZ, B., MENÉNDEZ PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1978).—Efectos de la ceguera sobre la actividad oxidativa de estructuras del S.N.C. y glandulares en ratas machos y hembras. *Rev. Fac. Ciencias. Univ. Oviedo*. En prensa.
- (15) FLÓREZ LOZANO, J. A., MENÉNDEZ PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1978).—Effects of vagotomy and adrenalectomy on the ulcerogenesis and metabolism of the central nervous system in stressed male rats. *Indian Journal Medical Research*. En prensa.
- (16) MENÉNDEZ PATTERSON, A., FLÓREZ LOZANO, J. A. y MARÍN, B. (1978).—Effects of ovariectomy on the oxidative metabolism of the Central Nervous System and Adrenal Glands in female hamster (*Mesocricetus auratus*). *Experientia*. En prensa.
- (17) FLÓREZ LOZANO, J. A., MENÉNDEZ PATTERSON, A. (1977).—Importancia neurofisiológica del área Septal en la sexualidad. *Publi. Cientif. Alter*. En Prensa.
- (18) FLÓREZ LOZANO, J. A., MENÉNDEZ PATTERSON, A. y FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, S. (1978).—Psicopatología sexual asociada al stress. *Rev. Farmaes*. En prensa.
- (19) FLÓREZ LOZANO, J. A., MENÉNDEZ PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1977).—Fast and oxidative activity of hypothalamus, amygdala frontal cortex and adrenal glands both in female rats during diferent sexual situations, Estrus, Diestrus, Ovariectomized and in Male rats. *Reproducción*. En prensa.
- (20) DÍAZ LÓPEZ, B., MENÉNDEZ PATTERSON, A. y MARÍN, B. (1977).—Effects of the ocular enucleation on the oxidative metabolism of Central Nervous System structures and ovarium in female rats. *Reproducción*. En prensa.
- (21) COSTALES, M., DÍAZ, F., VIJANDE, M. y MARÍN, B. (1977).—Modificaciones de la neutralización duodenal de la rata inducidas por la PGE₁ y PGE₂. *Rev. Esp. de Enferm., Aparato Digestivo*. En prensa.
- (22) MARÍN, B. y SANZ, P. (1978).—Aptitudes de captación. *Minusval*, **25**, 6.

ZOOLOGIA

I. Publicaciones

1971

- ANADON, N.—Sobre la presencia de estiletos en la trompa de un heteronemertino. *Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat. (Biol.)*, **69**: 273-278.
- LLERA, E. M.^a y ORTEA, J. A.—*A Study on the Ammonoids of a Fossil Settlement*. 3rd. European Philips Contest for Young Scientists and Inventors. Dayton, Madrid, 43 pp.

1972

- ANADON, E.—La evolución en el tamaño de los animales. *I Simposio Internacional de Zoofilia*. Salamanca, 13-17, octubre 1969. F. de Ciencias. Universidad de Salamanca, 113-116.

1973

- ANADON, R. y ANADON, E.—Primera cita para España del phylum Phoronida. *Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat. (Biol.)*, **71**: 193-200.
- BRAÑA, F.—Comunicación y comentario sobre la presencia de *Micromys minutus* en Asturias. *Rev. de la Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo*, XIV, **2**: 133-135.
- GONZÁLEZ BASCHWITZ, G.—Sobre la ultraestructura del endosternito de *Araneus diadematus* Clerck. *Rev. de la Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo*, XIV, **2**: 37-48.
- LLERA, E. M.^a, BRAÑA, F. y ORTEA, J. A.—Citas de anfibios. *Asturnatura*, I: 106-107.
- Nota sobre los moluscos de las aguas continentales asturianas. *Asturnatura*, I: 108-109.
- LLERA, E. M.^a y ORTEA, J. A.—Estudio sobre los Ammonoideos de una población fósil. *Asturnatura*, I: 71-88.
- MARTÍNEZ, J. L.—Notas sobre la histología y ultraestructura del sistema nervioso de *Phascalosoma granulatum* (Sipunculoidea). *Rev. de la Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo*, XIV, **2**: 123-132.
- MORENO, I.—Clave de la identificación de los Quetognatos de los mares de la Península Ibérica. *Bol. del Instituto Español de Oceanografía*, **159**, 3-29.

1974

- ANADON, N.—Aportaciones a la estructura y ultraestructura de los heteronemertinos (I.^a parte). *Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat. (Biol.)*, **72**: 75-100.
- BRAÑA, F.—Estudio del régimen alimenticio de la Lechuga común, *Tyto alba* (Scop.) en Asturias. *Asturnatura*, II: 75-83.
- Micromys minutus* Pall., una nueva especie para la fauna asturiana. *Asturnatura*, II: 121.
- GONZÁLEZ BASCHWITZ, G.—Sobre las conexiones musculares de los arácnidos. *Rev. de la Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo*, XV, **1**: 43-54.
- LASTRA, C.—Hallazgo en Asturias de dos hembras de *Atypus affinis* Eichwald (Aranea-Orthognatha, Atypidae). *Asturnatura*, II, **2**: 119-120.
- LLERA, E. M.^a y ORTEA, J. A.—Introducción al estudio del macrobentos y necton del Estuario de Villaviciosa (Moluscos, Crustáceos decápodos y Peces teleósteos). *Asturnatura*, II: 6-26.
- Nuevas citas de Crustáceos decápodos para el norte de España. *Asturnatura*, II: 91-104.
- Sobre la presencia en Asturias de Moluscos de la familia Auriculidae. *Asturnatura*, II: 102-104.
- OCHARAN, F. J.—Sobre los nefridios de *Phascalosoma granulatum* (Sipuncula). *Rev. de la Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo*, XV, **1**: 21-42.

1975

- BRAÑA, F. y ORTEA, J. A.—Un extraordinario endemismo ibérico: La Salamandrina portuguesa. *Vida Silvestre*, n.º 15: 174-179.
- FERNÁNDEZ BERNALDO DE QUIROS, C.—*Estudio toxicológico experimental en peces de los anticoagulantes cumarínicos*. Resumen de Tesis D. Servicio Publicaciones. Univ. de Oviedo, 29 pp.
- LASTRA, C.—La familia Argiópodos de la Colección de Arácnidos «P. Franganillo» (Araneae, Argiopidae). *Supl. Cienc. Bol. IDEA*, n.º 21: 53-61.
- MORENO, I.—Estudio de la ultraestructura de la membrana basal de *Sagitta bipunctata* (Quetognatos). *Vol. Ext. Primer Cent. de la R. Soc. Española de Hist. Nat.* I.—Biología, 377-384.
- ORTEA, J. A.—Maravillosos Opistobranquios. *Vida Silvestre*, n.º 13: 38-45.

1976

- ANADÓN, N.—Aportaciones a la estructura y ultraestructura de Heteronemertinos (2.^a parte). *Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat. (Biol.)*, **74**: 83-114.
- ANÓNIMO.—Datos sobre la Tortuga laud (*Dermochelis coriacea*) capturada en Tazones (Asturias). Octubre, 1976. *Asturnatura*, III, **3 y 4**: 169-170.
- ARIAS, J. L. y ORTEA, J. A.—Catálogo de los Lepidópteros Ropalóceros del Departamento de Zoología de la Universidad de Oviedo recogidos en Asturias desde 1973 a 1977. *Asturnatura*, III, **3 y 4**: 121-131.
- GONZÁLEZ BASCHWITZ, G.—Aportaciones a la estructura y ultraestructura de Araneus diadematus. Resumen de Tesis D. Serv. Pub. Univ. Oviedo (en prensa).
- DE LA HOZ, M. M. y ORTEA, J. A.—Apuntes para un catálogo de los peces del Litoral Asturiano. *Asturnatura*, III, **3 y 4**: 132-140.
- LASTRA, C.—Rectificación de una primera cita de arañas migalomorfas (Araneae-Orthognatha) para Asturias. *Asturnatura*, III, **3 y 4**: 168.
- MORENO, I.—Información de los estudios en curso sobre sardina y anchoa en la Costa Cantábrica. Campaña «Itxaso I» (Primavera, 1975). *Asturnatura*, III: 173-175.
- MARTÍNEZ, J. L.—Histología y ultraestructura de los podios de *Ophiothrix fragilis*. Resumen Tesis D. Servicio Pub. Univ. de Oviedo, 25 pp.
- Histología y ultraestructura de la cutícula de los podios de *Ophiothrix fragilis* (Echinodermata, Ophiuroidea). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **74**: 167-181.
- ORTEA, J. A.—Catálogo brevemente comentado de la fauna de Moluscos marinos Gasterópodos y Bivalvos existentes en el estuario de Villaviciosa. *Asturnatura*, III: 109-120.
- Eubranchus exiguus* (ALDER & HANCOCK, 1848), un opistobranquio nuevo para la fauna ibérica. *Asturnatura*, III: 159-162.
- Primera cita de *Runcina coronata* (QUATREFOGES, 1844) (Gastropoda: Opisthobranchia: Runcinacea) para el litoral ibérico. *Asturnatura*, III: 165-168.
- QUERO, A.—Primera cita en la Península Ibérica de un sipuncúlido (Sipuncula, Sipunculidae). *Asturnatura*, III: 163-164.

1977

- ANADÓN, R.—Equinodermos recogidos durante la Campaña «Atlor VII» en las costas noroccidentales de Africa (Noviembre, 1975). *Res. Exp. Cient. BIO Cornide*, **6**: 165-168.
- FERNÁNDEZ BERNALDO DE QUIROS, C.—Actividad de algunos productos cumarínicos comerciales en peces de agua dulce: Vía experimental. *Bol. R. Soc. Española H. N. (Biol.)*, **75**: 367-400.
- Observaciones sobre el tiempo de Protrombina en truchas (*Salmo irideus*) tratadas con Warfarina. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 401-409.
- Distribución de la Warfarina en el organismo de la trucha (*Salmo irideus*). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 411-415.
- Estudio histopatológico del riñón de truchas (*Salmo irideus*) intoxicadas con Warfarina técnica. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 417-425.
- Histopatología del hígado de truchas (*Salmo irideus*) intoxicadas con Warfarina técnica. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 427-438.
- GONZÁLEZ BASCHWITZ, G.—Ultraestructura de las glándulas prosómicas de *Araneus diadematus* Clerck. I. Las glándulas venenosas. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 109-128.
- Ultraestructura de los ojos de *Araneus diadematus* Clerck (Araneae, Arachnida). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 129-147.
- Ultraestructura de las glándulas prosómicas de *Araneus diadematus* Clerck. II. Las glándulas bucales y espesamientos glandulares hipodérmicos. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 165-188.
- Sobre la ultraestructura del tejido muscular de *Araneus diadematus* Clerck. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 189-206.
- MARTÍNEZ, J. L.—Estructura y ultraestructura del epitelio de los podios de *Ophiothrix fragilis* (Echinodermata, Ophiuroidea). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 275-301.
- Histología y ultraestructura del tejido conectivo de los podios de *Ophiothrix fragilis* (Echinodermata, Ophiuroidea). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 303-313.
- Ultraestructura del tejido nervioso podial de *Ophiothrix fragilis* (Echinodermata, Ophiuroidea). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, **75**: 315-333.
- Ultraestructura del tejido muscular y del epitelio celómico de los podios de *Ophiothrix fragilis* (Echinodermata, Ophiuroidea). *Bol. R. Soc. Esp. H. N. (Biol.)*, **75**: 335-348.
- ORTEA, J. A.—Contribución a la actualización de la fauna de Opistobranquios ibéricos. Sacoglossos. *Bol. Est. Central de Ecología*, Año VI, **11**: 75-91. ICONA.
- Un molusco poco conocido: *Duvaucelia manicata*. *Vida Silvestre* n.º 24: 237-241. ICONA.

- ANADÓN, N. y ANADÓN, E.—Estudios sobre los efectos del aislamiento en poblaciones de Gasterópodos terrestres asturianos. I. Comparación específica de las poblaciones. *Supl. Cien. Bol. IDEA*, n.º 23: 121-142.
- BRAÑA, F.—Algunos datos sobre morfología y biología de *Vipera seoanei* LATASTE, 1878 en Asturias. *Supl. Cien. Bol. IDEA*, n.º 23: 143-153.
- GARCÍA CAMPORRO, C. y NORES, C.—La Reserva Nacional de Caza del Suevo. *Vida Silvestre*, n.º 25: 40-49. ICONA.
- NIELL, F. X. y ANADÓN, R.—Seasonal Data on Morphology and Ecology of *Merismopoedialike* Marine Algae. Taxonomical Implications of the Observed Changes. *Botanica Marina*, vol. XXI: 39-47.
- ORTEA, J. A.—Cinco opisthobranquios nuevos para la fauna ibérica (Gastropoda: Opisthobranchia) colectados en Asturias. *Supl. Cien. Bol. IDEA*, n.º 23: 107-120.
- ORTEGA, C. y MORENO, I.—Estudio del zooplancton de tres charcas temporales de agua dulce en Colloto (Oviedo). *Supl. Cien. Bol. IDEA*, n.º 23: 155-181.

II. Libros

- FERNÁNDEZ BERNALDO DE QUIROS, C., ARIAS, C. y DEAÑO, M. (1973).—(Directora: M.ª L. FERNÁNDEZ CASTAÑÓN). *Programación del área de Ciencias de la Naturaleza en la 2.ª etapa de E.G.B. ICE*, Universidad de Oviedo, 463 pp.
- ANADÓN, E., ALVAREZ, M.ª E. y SIMANCAS, R. (1976).—*Ciencias Naturales 1.º*. Anaya, S. A., 575 pp.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, J. F. y E. y FERNÁNDEZ BERNALDO DE QUIROS, C. (1976).—*El Camino Real de la Mesa*. Colegio Oficial de Arquitectos de León y Asturias.
- ANADÓN, E., ALVAREZ, M.ª E. y SIMANCAS, R. (1977).—*Ciencias Naturales 3.º*. Anaya, S. A., 415 pp.
- NORES QUESADA, C. (1978).—*Clave para la identificación de cráneos de los mamíferos ibéricos (excluidos los marinos)*. Univ. de Oviedo. Servicio de Publicaciones, 71 pp.
- DE LA HOZ, M. M. y ORTEA, J. A. (en prensa).—*Peces marinos de Asturias*. Ed. Ayalga.
- BRAÑA, F., GARCÍA CAMPORRO, C., GONZÁLEZ, G. R., DE LA HOZ, M. M., NORES, C. y ORTEA, J. A.—*La Fauna Ibérica*. Vol. VII: *Grandes Mamíferos*. Naranco (en prensa).
- MEGLITSCH, P. A. (1978).—«*Zoología de Invertebrados*». H. Blume, 906 pp. Traducción de F. ALVAREZ, N. ANADÓN, C. FERNÁNDEZ B. DE Q., G. FERNÁNDEZ, C. LASTRA, J. L. MARTÍNEZ, F. OCHARAN, M. C. PÉREZ, y M. L. VILLEGAS; dirigidos por I. MORENO CASTILLO.

III. Publicaciones en prensa

- ANADÓN, E. y ANADÓN, N.—Estudios sobre los efectos del aislamiento en poblaciones de Gasterópodos terrestres asturianos. II. Análisis de las diferencias intraespecíficas. *Rev. de la Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo*, XVII-XVIII-XIX.
- ANADÓN, N.—Poliplacóforos de las costas asturianas. I. Estudios taxonómicos. *S.C.B. IDEA*.
- ANADÓN, N. y ORTEA, J. A.—Sobre la presencia de *Loripinus fragilis* (PHILIPPI, 1836). (Bivalvia, Lucinidae) en aguas atlánticas españolas. *Bol. R. S. Esp. H.ª N. (Biol.)*.
- DOMENECH, J. L. y DE LA HOZ, M. M.—Contribución al conocimiento de los peces marinos de Asturias. II. *Pholis gunnellus* LINNAEUS 1758 (Pisces. Percomorphi, Pholidae), nueva especie para España. *S.C.B. IDEA*.
- DOMENECH, J. L., DE LA HOZ, M. M. y ORTEA, J. A.—Los Blenios. *Vida Silvestre*. ICONA.
- GARCÍA CAMPORRO, C. y NORES, C.—Pequeños mamíferos, en *Fauna Salvaje de Asturias*, tomo I; Los Vertebrados. Ediciones Ayalga. Salinas (Asturias).
- GONZÁLEZ, G. R. y ORTEA, J. A.—Mamíferos marinos, en *Fauna Salvaje de Asturias*. I. Ayalga.
- FERNÁNDEZ BERNALDO DE QUIROS, C.—Sobre la toxicidad del Cumador técnico y del Tomorín en *Gambusia affinis*. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 76.
- DE LA HOZ, M. M.—The Ichthyology of La Riera Cave: Preliminary Note. *Quaternary Research*.
- DE LA HOZ, M. M. y ORTEA, J. A.—Los Peces, en *Fauna Salvaje de Asturias*, I. Ayalga. Salinas.
- MORENO, I.—Study of the Grasping Spines and Teeth of six Chaetognath species observed by Scanning Electron Microscopy. *Anatomischer Anzeiger*.
- NORES, C. y GONZÁLEZ, G. R.—Nuevos datos sobre los Pinnípedos de las costas atlánticas ibéricas. *S.C.B. IDEA*.
- OCHARAN, F. J.—Primera cita para la Península Ibérica de *Phoronis hippocrepia* WRICHTH, 1856 (Phoronida). *Rev. de la Facultad de Ciencias. U. de Oviedo*, XVII-XVIII-XIX.
- ORTEA, J. A.—Un nouveau Doridien de la Côte Nord d'Espagne. *Bull. Mus. N. Hist. Nat. Paris*. Conozcamos a los Sacoglossos. *Periplo*.
- Moluscos marinos de Asturias. Resumen de Tesis D. S. Pub. Universidad de Oviedo.

Une nouvelle espèce de *Platydorís* (Opisthobranchia: Doridacea) récoltée dans la Côte Nord d'Espagne. *Bull. Mus. N. Hist. Nat. Paris*.

...Y me llamaron *Discodorís rosi*. *Vida Silvestre*.

Sobre el acuario de macrofotografía de Sherman Bleakney. *Periplo*.

Onchidorís sparsa (ALDER & HANCOCK, 1846) in Asturias, North of Spain. *Veliger*.

Cuando baja la marea. *Vida Silvestre*.

Dos nuevas especies ibéricas de *Onchidorís* colectadas en Asturias. *S.C.B. IDEA*.

Nota preliminar sobre un nuevo Aeolidaceo (Mollusca, Opisthobranchia) capturado en Ribadesella, Asturias. S.C.B. IDEA.

The Malacology of La Riera Cave. Preliminary Note. *Quaternary Research*.

Una nueva especie de *Doto* del Norte de España. *R. Fac. Ciencias. U. Oviedo, XVII-XVIII-XIX*.

ORTEA, J. A. y URGORRI, V.—El género *Doto* OKEN, 1815 en el N. y NW. de la Península Ibérica. 1.ª Parte. *Bol. Est. Central de Ecología. ICONA*.

Opisthobranquios nuevos para el litoral ibérico colectados en Galicia. I. *Bol. Est. Central de Ecología. ICONA*.

Dendrodorís racemosa PRUVOT-FOL, 1951 y *Discodorís rosi* ORTEA, 1977 en Galicia. *Braña*.

Primera cita de *Hancockia uncinata* HESSE, 1872 para el litoral ibérico, *Cuadernos de Biología. Universidad de Santiago*.

PÉREZ, M. C.—Nueva cita de *Tetragonurus cuvieri* RISSO, en Gijón (Norte de España). *B.R.S.E. Hist. N. (Biol)*.

Aparición de un *Physeter macrocephalus* L. en Gijón, Asturias. (Cetacea, Odontoceti, Physeteridae). *S.C.B. IDEA*.

Sobre la presencia de un Delfín de Risso (*Grampus griseus* (CUVIER, 1812)) en la costa cantábrica. *S.C.B. IDEA*.

RODRÍGUEZ MERAYO, C. y MORENO, I.—Estudio de las variaciones estacionales de las poblaciones de Rotíferos, Cladóceros y Copépodos en las charcas de Latores (Oviedo). *Bol. de la E. Central de Ecología*, n.º 13.

VILLEGAS, M.ª L.—Primer estudio del Ictioplancton de las aguas asturianas con algunas pequeñas citas. *Bol. Instituto E. Oceanografía*, 251.

IV. Comunicaciones y Ponencias en Reuniones científicas

ANADÓN, E.—La evolución en el tamaño de los animales. *I Simposio Internacional de Zoofilogenia. Salamanca, 13-17, octubre, 1969*.

ANADÓN, R.—Stational Variation in the Macrofauna Structure of a Mud Flat. *VI International Helgoland Symposium: Ecosystem Research*. Helgoland (Alemania) 1976.

BRAÑA, F., DEL CAMPO, J. C. y LASTRA, C.—Sobre el Oso pardo en la Cordillera Cantábrica: Situación actual y datos de alimentación. *2ème. Colloque International sur la Grande Faune Pyreneenne et des Montagnes d'Europe. Université de Pau (Francia), 18-19, noviembre, 1978*.

ZOOLOGIA Y ECOLOGIA

ANADÓN, E. y MOREY, M. (directores), GONZÁLEZ BASCHWITZ, G., MARTÍNEZ, J. L., OCHARÁN, F. J., ORTEA, J. A., LASTRA, C., ALVAREZ, M. A., ANADÓN, N., ALVAREZ MARQUES, F., FERNÁNDEZ BERNALDO DE QUIROS, C. y ABELLA, M.ª A.—*Memoria sobre las condiciones geográficas, fisiográficas, geológicas, botánicas, faunísticas y ecológicas del concejo de Llanera*. Excmá. Diputación Provincial de Oviedo. Servicio de Urbanismo, 1973.

ECOLOGIA

I. Publicaciones

1971

MARTÍN, A., MOREY, M. y OLIVER, S.—Especies espontáneas anuales del género *Trifolium* en la zona Centro de España. *Pastos*, 1 (2): 177-186.

1973

NICOLÁS, J. P., OLIVER, S. y MOREY, M.—Análisis factorial de la variabilidad climática espacial. Aplicación realizada sobre una franja de terreno comprendida entre el río Tajo y la vertiente Norte de la Sierra de Guadarrama. *Urania*, 277: 1-12.

1974

ALVAREZ, M. A. y MOREY, M.—Ecología de leguminosas pratenses en relación con algunos factores ambientales en la cuenca baja del Narcea (Asturias). *Pastos*, **4** (2): 15 pp.

MOREY, M.—Ecología del género *Trifolium* en relación con el pH del suelo en la provincia de Guadalajara. *Pastos*, **4** (2): 220-234.

1975

MOREY, M.—Estudio de la plasticidad morfológica de *Trifolium campestre* Schrb. por métodos de análisis multivariante. *Bol. R. Soc. Esp. H.^a N.* Vol. Especial I Centenario: 385-394.

1976

ABELLA, M.^a A. y MOREY, M.—Primeros datos sobre la producción pascícola en la zona de Pajares (Asturias). *Ásturnatura*, III: 141-145.

1977

ABELLA, M.^a A.—Interés de los pastos de altura. *Campo Astur*, n.^o 446, p. 10.

MOREY, M.—Ecología de leguminosas en relación con algunos factores ambientales en Guadalajara. I. Aspectos florísticos y relación con la clase de suelo. *Anales de Edafología y Agrobiología*, **36** (1-2): 17-44.

1978

ALVAREZ, M. A. y MOREY, M.—Nota sobre la presencia de cinco especies de los géneros *Trifolium*, *Lotus* y *Medicago* (Fabaceae) nuevas para la flora asturiana. *Sup. Cien. BIDEA*, **23**: 99-106.

En prensa:

ALONSO, C. y MOREY, M.—Distribución de la vegetación en relación con gradientes de encharcamiento y salinidad en las lagunas salobres de Villafáfila (Zamora). *Bol. Est. Central de Ecología*.

ALVAREZ, M. A., FERNÁNDEZ, G., ABELLA, M.^a A. y MOREY, M.—Distribución de leguminosas pratenses en relación con la altitud y el fitoclima en la cuenca del Narcea (Asturias). *Pastos*.

FERNÁNDEZ-CEPEDAL, G., ABELLA, M.^a A., ALVAREZ, M. A. y MOREY, M.—Investigaciones preliminares sobre tipos de *Trifolium pratense* L. en poblaciones naturales de Asturias. *Pastos*.

GUTIÉRREZ-CELORIO, L. F., FIDALGO, J. y MOREY, M.—Variaciones en el espacio y en el tiempo del plancton de la charca de «El Torollu» (San Claudio, Oviedo). *Bol. R. S. Esp. H.^a N. (Biol.)*.

MOREY, M.—Ecología de leguminosas pratenses en relación con algunos factores ambientales en Guadalajara. II. Relaciones con el clima, la altitud, la orientación y la pendiente. *Anales de Edafología y Agrobiología*.

PÉREZ-PINTO, J. E., GARCÍA-ALBA, J., ALONSO-SÁNCHEZ, A. y MOREY, M.—Ensayo de aplicación de algunos métodos de descripción y evaluación del ambiente abiótico y la vegetación en Cangas de Onís (Asturias). *Rev. de la Fac. de Ciencias. Universidad Oviedo*, XVII-XVIII-XIX.

II. Comunicaciones en Congresos

XVII Reunión Científica de la Sociedad Española para el estudio de los Pastos (Córdoba, mayo, 1977).

ABELLA, M.^a A. y MOREY, M.—Aportaciones al conocimiento de la producción en prados de montaña (Pajares, Asturias).

ALVAREZ, M. A. y MOREY, M.—Ecología de leguminosas pratenses en relación con el pH del suelo en la cuenca del Narcea (Asturias).

XVIII Reunión Científica de la S.E.E.P. (Santander, junio, 1978).

ABELLA, M.^a A., ALVAREZ, M. A., FERNÁNDEZ-CEPEDAL, G. y MOREY, M.—Influencia del régimen de cortes en la producción en pastos de montaña (Pajares, Asturias).

ALVAREZ, M. A., FERNÁNDEZ-CEPEDAL, G., ABELLA, M.^a A. y MOREY, M.—Distribución de leguminosas pratenses en relación con la altitud y el fitoclima en la cuenca del Narcea (Asturias).

FERNÁNDEZ-CEPEDAL, G., ABELLA, M.^a A., ALVAREZ, M. A. y MOREY, M.—Investigaciones preliminares sobre tipos de *Trifolium pratense* L. en poblaciones naturales de Asturias.

ANTROPOLOGIA

I. Publicaciones

- EGOCHEAGA, J. E. (1971).—El número de trirradios digitales en asturianos y su relación con otras poblaciones». *Rev. Fac. Ciencias. Universidad de Oviedo*, vol. XII, n.º 2.
- (1972).—«Análisis de los dermatoglifos en asturianos y su relación con los de otras poblaciones». *Rev. Fac. Cienc. Universidad de Oviedo*, vol. XIII, n.º 2.
- (1973).—«Las líneas dermopapilares en asturianos: I dermatoglifos dactilares». *Trab. de Antropol. (C.S.I.C.)*, vol. XVII, n.º 1.
- (1973).—«La asociación de los fenotipos del sistema sanguíneo ABO con determinadas enfermedades y su papel en la alteración de las frecuencias génicas en las poblaciones». *Rev. Fac. Cienc. Universidad de Oviedo*, vol. XIV, n.º 2.
- (1974).—«El valor cuantitativo a-b en los dermatoglifos palmares de los asturianos». *Bol. Inst. Est. Astur. (Sup. de Ciencias)*, vol. 19.
- (1975).—«Sensibilidad gustativa a la PTC en estudiantes asturianos». *Bol. Inst. Est. Astur. (Sup. Ciencias)*, vol. 20.
- (1975).—«Análisis de la heredabilidad del carácter "tongue-rolling". Hipótesis de dos loci complementarios». *Rev. Fac. Cienc. Universidad de Oviedo*, vol. XV, n.º 2.
- (1975).—«Las líneas dermopapilares en asturianos: II dermatoglifos palmares». *Bol. Inst. Est. Astur.*, vol. 21.
- (1978).—«Análisis antropológico de los pliegues de la palma en asturianos». *Bol. Inst. Est. Astur.*, vol. 23.
- (1978).—«La variabilidad tipológica de los torbellinos dactilares en asturianos». *Rev. Fac. CC. (en prensa)*.
- FERNÁNDEZ RICO, M.ª M. (1978).—«Estudio del crecimiento en niños varones de Oviedo». *Bol. Inst. Est. Astur.*, vol. 23.
- GÓMEZ GÓMEZ, P. (1976).—«Estudio bioantropológico de Valdeón, un valle aislado de la Cantábrica». *Altamira*, vol. 40. Diputación Provincial de Santander.
- (1976).—«Esbozo morfotipológico de la población santanderina de la Liébana». *Inst. Etnogr. y Folklore*, vol. VIII. Santander.
- (1976).—«Estudio morfotipológico de los asturianos del SE, similitudes y diferencias con los santanderinos de la Liébana». *Inst. Etnogr. y Folklore (Diputación Provincial de Santander)*, vol. IX.
- (1977).—«El medio geográfico y el hombre en Valdeón». *Rev. Tierras de León*, n.º 29.
- (1977).—«Aislamiento y consanguinidad en una zona de la Montaña Leonesa». *Rev. Studium Legionense*, n.º 18.
- (1977).—«Sensibilidad gustativa a la feniltiocarbamida en una población aislada de asturianos». *Medicina Asturiana*, n.º 65.
- (1978).—«Bioantropología e influencia geográfica en el NE de León». Ed. Inst. Fray Bernardino de Sahagún (Diputación Provincial de León).
- (1978).—«Estudio de las diferencias de la sensibilidad gustativa a la PTC en unas poblaciones aisladas de la Cantábrica». *Bol. Inst. Est. Astur. (Supl. Ciencias)*, vol. 23.
- (1978).—«Estudio dermopapilar de una población aislada de Asturias». *Bol. Inst. Est. Astur. (Supl. Ciencias)*, vol. 23.
- «Dermatoglifos manuales: significado antropológico y estudio de dichos caracteres en una población aislada de leoneses». *Miscelánea Isidoriana* (en prensa).
- «Estatura e índice cefálico y su variación según la edad en una población adulta de una región de la Cantábrica». *Altamira* (en prensa).
- «Estudio de los grupos sanguíneos ABO y Rh en asturianos del SE». *B. IDEA* (en prensa).
- «Estudio antropológico de una población aislada en el SE de la Región Asturiana». *Rev. Fac. Ciencias* (en prensa).
- «Aislamiento geográfico y diversidad tipológica de las poblaciones humanas de una región de la Cantábrica». *Rev. de la Fac. Ciencias* (en prensa).
- VIGIL, C. y GÓMEZ, P. (1976).—«Estudio del sistema sanguíneo Kell en asturianos». *Med. Astur.*, n.º 62.

II. Comunicaciones a Congresos

- EGOCHEAGA, J. E.—«La sensibilidad gustativa a la feniltiocarbamida en los asturianos». II Reunión de Antropólogos Españoles, Segovia, 18-23 de noviembre de 1974.
- GÓMEZ GÓMEZ, P.—«Estudio de las líneas papilares de las manos en los leoneses de Valdeón». II Reunión de Antropólogos Españoles, Segovia, 18-23 de noviembre de 1974.
- GÓMEZ GÓMEZ, P.—«Niveles de presión endogámica en cuatro valles de la Cantábrica». XII Jornadas Luso-Españolas de Genética, Valencia, 20 de septiembre-2 de octubre de 1976.
- EGOCHEAGA, J. E.—«Análisis antropológico de los pliegues de la palma en asturianos». I Congreso de Antropólogos Españoles, Barcelona, 27 de marzo-2 de abril de 1977.
- GÓMEZ, P.—«Diversidad tipológica de las poblaciones humanas de la Región Cantábrica de los Picos de Europa». I Congreso de Antropólogos Españoles; Barcelona, 27 de marzo-2 de abril de 1977.
- FERNÁNDEZ RICO, M.^a M.—«Estudio del crecimiento de niños varones de Oviedo». I Congreso de Antropólogos Españoles; Barcelona, 27 de marzo-2 de abril de 1977.
- GÓMEZ, P.—«Estudio de las frecuencias génicas de los sistemas de grupos sanguíneos ABO, Rh y Kell en varias poblaciones aisladas de la Cantábrica». XIII Jornadas Luso-Españolas de Genética; Lisboa, septiembre 1977.
- GÓMEZ, P.—«Geografía y aislamiento genético de una población de asturianos». XIII Jornadas Luso-Españolas de Genética; Lisboa, septiembre 1977.
- EGOCHEAGA, J. E.—«Nuevas aportaciones al conocimiento de los dermatoglífos dactilares de los asturianos». I Simposio de Antropología Biológica de España; Madrid, 28-31 de marzo de 1978.
- GÓMEZ, P.—«Contribución al estudio del Rh en asturianos». I Simposio de Antropología Biológica de España; Madrid, 28-31 de marzo de 1978.
- GÓMEZ, P.—«Evolución de la estatura e índice cefálico en la población de una Comarca de la Cantábrica». I Simposio de Antropología Biológica de España; Madrid, 28-31 de marzo de 1978.

BIOESTADÍSTICA

Publicaciones, libros y comunicaciones

- BERENGUER, F. y ESCANDÓN, F. (1973).—Estudios biométricos por métodos estadísticos de muestras pequeñas sobre niños recién nacidos en Asturias. *Rev. Fac. Ciencias. Univ. Oviedo*, XIV, 227-245.
- BERENGUER, F. y CEVALLOS, C. (1977).—Estudio estadístico comparativo de los elementos de la hipófisis en varios animales. *Rev. Fac. Medicina Oviedo*, III, 159-182.
- GIL, P. y LÓPEZ, S. (en prensa).—Generalización de las medidas de información condicionadas. *Trabajos de Estadística y de Investigación Operativa*. C.S.I.C.
- BERENGUER, F. y CISCAR, P. (en prensa).—Notas sobre la mortalidad mensual en la población de Asturias, en función de la edad y el sexo, durante el segundo semestre de 1973. *Rev. Fac. Ciencias. Universidad de Oviedo*.
- BERENGUER, F., LANCHARÉS, J. y ORTIZ, T. (1974).—*Bioestadística*. Ed. Richard Grandio. Oviedo, 185 pp.
- En la *XI Reunión Nacional de Investigación Operativa* (Sevilla, marzo, 1979) se presentarán los siguientes trabajos:
- «Medidas de información útil generalizadas».
 - «Sobre incertidumbre y utilidad».
 - «Entropía y redundancia del idioma castellano».

APENDICE III

RELACION DE TRABAJOS PUBLICADOS EN LA NUEVA SERIE DE LA «REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS» A PARTIR DEL VOLUMEN XI, NUMERO 1

(En el Vol. XI, N.º 1 se publica la relación de trabajos de los Vols. I al X)

VOLUMEN XI. NUMERO 1 (1970)

Contribución al estudio de los complejos Co(II) y del Co(III) con el AEDT y de sus aplicaciones analíticas, por Consolación Bahillo Baste.

Contribución al estudio de los complejos del Cromo con AEDT y sus aplicaciones analíticas, por C. García Bao.

(*) *Nota helmintológica: Entomelas entomelas (Dujardín, 1845) Travassos, 1930 (Nematoda, Rhabdiasidae) parásito de Anguis fragilis L.: Denuncia en España y acotaciones sobre su morfología*, por A. Martínez Fernández, M. Cordero del Campillo y B. Aller Gancedo.

VOLUMEN XI. NUMERO 2 (1970)

Cinética de la descomposición de la Fenoximetilpenicilina en disolución acuosa, por José Manuel García de la Peña.

Cinética de la descomposición de la D(-) α -Amino-Bencil-Penicilina, por Francisco Salto Maldonado.

(*) *Estudio del contenido hormonal de Salix atrocinerea Brot y su relación con la rizogénesis*, por Julio Peña.

Presente y futuro de las técnicas de análisis en los laboratorios de industrias siderúrgicas, por Ramón Alvarez Viña.

(*) *Híbridos intergenéricos en Gramíneas en la Península Ibérica (Festuca \times Lolium)*, por M. Mayor, J. Andrés y G. Martínez.

(*) *Comportamiento fitosociológico de Pulsatilla rubra subsp. hispanica en algunas localidades de la Península Ibérica*, por M. Mayor, J. Andrés y G. Martínez.

(*) Trabajos de mayor interés biológico o hechos en la propia Sección de Biológicas.

VOLUMEN XII. NUMERO 1 (1971)

Evolución del concepto de color a través de los tiempos, por Siro Arribas Jimeno.

Efectos salinos en la reacción Clorato-Sulfito en medio ácido, por M.^a del Rosario Villamil Valiente.

(*) *Separación de las vitaminas A, D₂ y E por cromatografía sobre geles porosos y sucesiva determinación espectrofotométrica*, por A. Alvarez Fernández.

VOLUMEN XII. NUMERO 2 (1971)

La influencia del disolvente en la velocidad de la reacción química, por José M. Pertierra.

Efectos salinos anómalos de complejos de Níquel II en la reacción Persulfato-Ioduro, por Julio Rodríguez Fernández.

(*) *El número de trirradios digitales en asturianos y su relación con otras poblaciones*, por J. E. Egocheaga Rodríguez.

VOLUMEN XIII. NUMERO 1 (1972)

Efecto de la simetría en las propiedades físicas de los cristales, por J. Solans Huguet.

(*) *Efecto de las temperaturas de subpasterización sobre microorganismos indicadores en el molusco lamelibranquio *Tapes decussatus**, por Guillermo Suárez Fernández.

Cinética y mecanismo de descomposición del ácido 6-Aminopinicilánico en disolución acuosa, por Carlos López Castellani.

(*) *Algunas plantas de la vertiente leonesa de los puertos de Vegarada y San Isidro*, por M. Mayor, J. Andrés y R. Carbó.

VOLUMEN XIII. NUMERO 2 (1972)

Estudio comparativo de la reactividad de dos muestras de Sílice frente a Carbonato sódico, empleando una técnica termogravimétrica, por Luis González Tejuca y Siro Arribas Jimeno.

Tiempo de relajación en los dieléctricos polares, por Antonio y Demetrio Espurz.

(*) *Análisis de los dermatoglifos en asturianos y su relación con los de otras poblaciones*, por J. E. Egocheaga Rodríguez.

Modulador de anchura de impulsos, por J. A. Agapito Serrano y F. González Gómez.

Relación de Revistas y de Instrumental (de uso general) existente en la Facultad, actualizado al I-II-73.

VOLUMEN XIV. NUMERO 1 (1973)

Nuevas aplicaciones analíticas del Cloruro de Titanio (III) disuelto en Glicerina, por M. T. Dopico Vivero.

Migración de las grasas en el cuero curtido al Cromo, por José Colomer Durán.

(*) *Aportaciones al estudio de los hongos en las provincias de León y Oviedo*, por M. Mayor, O. García Prieto, J. Andrés, R. Carbo y G. Martínez.

(*) *Estudios biométricos por métodos estadísticos de muestras pequeñas sobre niños recién nacidos en Asturias*, por Fernando Berenguer León y Faustino Escandón García.

Composición química, estructura y características mecánicas de una chapa de acero aleado, por César García Ortiz.

Estudio analítico de complejos del Cu(II) con el Tirón, por M. González Alvarez.

VOLUMEN XIV. NUMERO 2 (1973)

Lixiviación de un mineral de Mercurio, por R. Obeso Rosete e I. Pérez Pérez.

Variación del potencial de semionda del Níquel (II) con la temperatura, por J. Polanco y M. Fernández Rodríguez.

(*) *La asociación de los fenotipos del sistema sanguíneo ABO con determinadas enfermedades y su papel en la alteración de las frecuencias génicas en las poblaciones*, por J. E. Egocheaga.

(*) *Sobre la ultraestructura del endosternito de Araneus diadematus Clerck*, por Guadalupe González Baschwitz.

Lecciones, para los estudios monográficos del doctorado, sobre «Fundamentos de las desigualdades sociales», por M. Represa.

Electrodeposición de Mercurio en disoluciones alcalinas de Sulfuro de Sodio, por Ricardo Obeso Rosete y Emiliana Posadilla Santos.

Efectos electrónicos y estéricos de sustituyentes alquílicos y silícicos sobre el sistema electrónico π del Estireno, por I. Benito, H. Seidl y H. Bock.

Estudio de las condiciones de enriquecimiento de los minerales de Hierro en Asturias, por Carlos Bertrand y Bertrand y col.

(*) *Notas sobre la histología y ultraestructura del sistema nervioso de Phascolosoma granulatum (Sipunculoidea)*, por Juan Luis Martínez.

(*) *Comunicación y comentario sobre la presencia de Micromys minutus en Asturias*, por Florentino Braña.

Medida de la radiactividad del aire. I. Fundamento de los métodos utilizados en el Departamento de Energía Nuclear de la E.T.S.I.M. de la Universidad de Oviedo, por L. Garzón Ruipérez.

Medida de la radiactividad del aire. II. Método de espectrometría gamma, por L. Garzón Ruipérez, C. González y R. Guerrero.

Medida de la radiactividad del aire. III. Método de contaje alfa, por L. Garzón Ruipérez, A. Isidro Montes, J. M. Pérez Iglesias y C. Fernández González.

(*) *Estudio de los pastizales de diente y de siega en algunas localidades de la Cordillera Cantábrica, con especial atención al comportamiento ecológico de la Festuca hystrix BSS*, por M. Mayor, J. Andrés, G. Martínez, F. Navarro y T. E. Díaz.

VOLUMEN XV. NUMERO 1 (1974)

(*) *Aportaciones al estudio de los hongos en las provincias de León y Oviedo (II)*, por M. Mayor, O. García Prieto, J. Andrés, R. Carbo y G. Martínez.

(*) *Sobre los nefridios de Phascolosoma granulatum (Sipuncula)*, por F. J. Ocharan.

(*) *Sobre las conexiones musculares de los arácnidos*, por G. González Baschwitz.

(*) *Estudio fitosociológico y fitotopográfico de las vertientes septentrional y meridional del puerto de Ventana*, por G. Martínez García, M. Mayor López, con la colaboración de F. Navarro Andrés y T. E. Díaz González.

(*) *La vegetación de la sierra del Aramo y sus estribaciones (Asturias)*, por F. Navarro Andrés.

VOLUMEN XV. NUMERO 2. VOLUMEN XVI (1974-1975)

Estudio de las condiciones de enriquecimiento de los minerales de Hierro de Asturias (2.ª parte), por Carlos Bertrand y Bertrand y col.

Determinación de la carga laminar de distintas Montmorillonitas a partir del espaciado basal de sus derivados n-Alquilamónicos y estudio de posibles complejos Glucosamina/Montmorillonita, por I. Benito Rodríguez.

Efecto del Hidrógeno codepositado en el niquelado brillante, por J. Polanco Alonso y B. M. Farto Amieva.

Determinación de propiedades mecánicas de la Pirita, por M.ª V. Domech Casellas y J. Solans Huguet.

Estudio cinético del sistema redox Sulfito-Hexacianoferrato (III), por Rosario Camps Bohigas.

(*) *Análisis de la heredabilidad del carácter «Tongue-Rolling». Hipótesis de dos loci complementarios*, por J. E. Egocheaga Rodríguez.

(*) *Adiciones al catálogo florístico del Cabo de Peñas (Asturias)*, por M. Mayor López, T. E. Díaz González y F. Navarro Andrés.

(*) *Cytisus multiflorus (L'Her.) Sweet en la región de Liguria (Italia)*, Jaime Andrés y Rosario Carbo.

(*) *Observaciones ecológicas y florísticas sobre el puerto de Ventana*, por G. Martínez García.

(*) *Galinsoga ciliata (Raf.) Blake en la Península Ibérica*, por T. E. Díaz González.

(*) *El Quercus faginea Lamk. en Asturias: Su cortejo florístico*, por G. Martínez, M. Mayor, F. Navarro y T. E. Díaz.

(*) *Estudio corológico y fitosociológico del Medicago marina L. en el litoral norte de la Península Ibérica*, por T. E. Díaz González y E. Loriente Escallada.

(*) *Datos para el catálogo florístico del Aramo y sus estribaciones (Asturias). II, de Euphorbiaceae a Lamiaceae (Labiatae)*, por F. Navarro Andrés.

(*) *Los pastizales del Sistema Central. Nota I: Somosierra, Ayllón y Pela*, por M. Mayor, T. E. Díaz, F. Navarro, G. Martínez y J. Andrés.

(*) *Estudio estructural y ultraestructural de la cresta, barbillas y orejuelas de Gallus domesticus L.*, por Carlos Cevallos Bohórquez y Fernando Marín Girón.

(*) *La vegetación del litoral occidental asturiano*, por T. E. Díaz González.

INDICE

	Páginas
Presentaciones	III, V
Disposiciones legales de creación de la Facultad y la Sección	VII
<i>J. L. Martínez y C. Lastra</i> : Historia de la enseñanza de las Ciencias Biológicas en la Universidad de Oviedo (hasta 1968) .	
I. El ambiente científico en Asturias hasta el siglo XIX	1
II. Los antecedentes inmediatos de la Facultad de Ciencias	4
III. La primera época de la Facultad de Ciencias	7
IV. El Jardín Botánico de la Universidad de Oviedo	9
V. El Gabinete de Historia Natural	13
VI. La etapa intermedia	14
VII. La segunda época de la Facultad de Ciencias	16
Edificios para las Facultades de Ciencias y Medicina, obras del arquitecto Ignacio Alvarez Castelao	35, 36
<i>E. Anadón</i> : La Sección de Biológicas de Oviedo en sus diez primeros años. Resumen histórico	37
DEPARTAMENTO DE Bioquímica	51
<i>F. Moreno, P. Herrero y S. Gascón</i> : Síntesis de la invertasa y la α -galactosidasa por levaduras	53
<i>P. Herrero, F. Moreno y S. Gascón</i> : Enzimas responsables de la fosforilación de la glucosa en <i>Saccharomyces carlsbergensis</i>	63
<i>M. P. Suárez, I. Cossent y S. Gascón</i> : Inhibición de la α -galactosidasa de <i>Saccharomyces</i> por reactivos -SH	71
<i>M. P. Fernández, M. P. Suárez y S. Gascón</i> : Fosfatasa ácida de levaduras	79
DEPARTAMENTO DE Genética	87
<i>M. A. Comendador</i> : Frecuencia de letales y variables ambientales en poblaciones naturales de <i>Drosophila melanogaster</i>	89
<i>J. Rubio</i> : Selección estabilizadora de un fenotipo distinto del normal en macroquetas de <i>Drosophila</i>	101
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA.—Microbiología	117
<i>M.^a E. Arias, J. Sánchez y C. Hardisson</i> : Utilidad taxonómica de la determinación de actividades enzimáticas en <i>Streptomyces</i>	119
<i>C. Barbés, A. Fernández, M. B. Manzanal, P. Moraleda, J. A. Salas, J. E. Suárez y C. Hardisson</i> : Ciclo de desarrollo de <i>Streptomyces</i> y <i>Micromonospora</i>	123
<i>C. Barbés, M. B. Manzanal, M.^a R. Rodicio, J. A. Salas, J. E. Suárez y C. Hardisson</i> : Fisiología de la germinación en dos actinomicetos: <i>Streptomyces</i> y <i>Micromonospora</i>	133

<i>J. Llanaez, F. J. Méndez, M. C. Mendoza, M.^a R. Rodicio y C. Hardisson:</i> Estudios sobre el antibiótico fosfomicina: Obtención de protoplastos y transmisión de la fosfomicin-resistencia en bacterias Gram-negativas	143
<i>J. Sánchez, M.^a E. Arias y C. Hardisson:</i> Síntesis de β -galactosidasa en <i>Streptomyces violaceus</i>	155
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA.—Citología e Histología	161
<i>A. Fernández y R. Anadón:</i> Núcleos y conexiones centrales del nervio facial de <i>Salmo irideus</i> Gibb.	163
<i>J. M. García y R. Anadón:</i> Ultraestructura del núcleo preóptico y del núcleo lateral del tuber de <i>Salmo irideus</i> Gibb.	171
<i>M.^a C. Rodicio y R. Anadón:</i> Estudio topográfico del hipotálamo de <i>Triturus marmoratus</i> Latr.	183
<i>D. Tolivia:</i> Ultraestructura de los vasos sanguíneos del órgano de Eimer	195
<i>C. Cevallos:</i> Estudio histoquímico de la cresta, barbillas y orejuelas de <i>Gallus domesticus</i> L.	207
DEPARTAMENTO DE Paleontología	217
<i>M. A. Arbizu:</i> Distribución, evolución y filogenia de los <i>Dalmanitacea</i> (<i>Tribolbita</i>) devónicos	219
<i>P. Lorenzo:</i> Los primeros vegetales vasculares de la Cordillera Cantábrica (NW de España)	231
<i>F. Soto:</i> Hipótesis sobre la morfogenia de algunas <i>Hadrophyllidae</i> (<i>Coelenterata</i> , <i>Rugosa</i>) del devónico inferior de la Cordillera Cantábrica (NW de España)	241
<i>J. L. García-Alcalde y M.^a L. Martínez-Chacón:</i> Cementación en braquiópodos articulados	251
<i>M.^a L. Martínez-Chacón y J. L. García-Alcalde:</i> La génesis del koskinoide en braquiópodos articulados	261
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA Y FISIOLÓGIA VEGETAL.—Botánica	281
<i>R. M. Simó, M. C. Fernández y E. Vigón:</i> Briófitos nuevos en la flora española	283
<i>R. M. Simó, M. C. Fernández y E. Vigón:</i> Aportaciones a la brioflora asturiana	291
<i>V. M. Vázquez:</i> Notas liquenológicas. I. Aportaciones al catálogo asturiano	295
<i>T. E. Díaz y J. A. Fernández:</i> Notas sobre la flora astur-leonesa	303
<i>J. J. Lastra y M. Mayor:</i> Nota florística sobre Grado y sus contornos	309
<i>F. Navarro:</i> Sobre el interés taxonómico, corológico y farmacológico de las especies ibéricas citadas en la obra de Leresche y Levier	317
<i>M. C. Fernández-Carvajal:</i> Notas sobre <i>Juncus fontanesii</i> Gay en la Península Ibérica	323
Fisiología Vegetal	333
DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGIA.—Fisiología Animal	335
<i>B. Díaz-López, A. Menéndez-Patterson y B. Marín:</i> Efectos de la ceguera sobre la actividad oxidativa de estructuras del sistema nervioso central y glandulares en ratas machos y hembras	337
<i>A. Menéndez-Patterson, J. A. Flórez-Lozano y B. Marín:</i> Metabolismo oxidativo de distintas estructuras del sistema nervioso central, glándulas adrenales y testículos en el hamster macho (<i>Mesocricetus auratus</i>) pancreatectomizado (95 %)	343

A. M. ^a Velasco y B. Marín: Evolución de la diabetes por pancreatectomía y su influencia en el metabolismo oxidativo de la glándula tiroides	349
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA.— Zoología	355
E. Anadón y N. Anadón: Estudios sobre los efectivos del aislamiento en poblaciones de gasterópodos terrestres asturianos. II. Análisis de las diferencias intraespecíficas	357
J. A. Ortea: Una nueva especie de <i>Doto</i> del Norte de España	389
F. J. Ocharan: Primera cita para la Península Ibérica de <i>Phoronis hippocrepia</i> Wright, 1856 (<i>Phoronida</i>)	393
Ecología	399
J. E. Pérez-Pinto, J. García-Albá, A. Alonso-Sánchez y M. Morey: Ensayo de aplicación de algunos métodos de descripción y evaluación del ambiente abiótico y la vegetación en Cangas de Onís (Asturias)	401
DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y ANTROPOLOGÍA.— Antropología	431
J. E. Egocheaga: La variabilidad tipológica de los torbellinos dactilares en asturianos	433
P. Gómez: Estudio antropológico de una población aislada en el SE de la región asturiana	457
P. Gómez: Aislamiento geográfico y diversidad tipológica de las poblaciones humanas de una región de la Cantábrica	465
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS.— Bioestadística	477
F. Berenguer y P. Ciscar: Notas sobre la mortalidad mensual en la población de Asturias, en función de la edad y el sexo, durante el segundo semestre de 1973	479

* * *

APÉNDICE I.—Relación de Profesores Ayudantes que colaboraron en los Departamentos a lo largo de los diez años de la Sección de Biológicas	491
APÉNDICE II.—Publicaciones y Comunicaciones de los Departamentos	493
APÉNDICE III.—Relación de trabajos publicados en la <i>Nueva Serie</i> de la «Revista de la Facultad de Ciencias» a partir del Vol. XI, N.º 1	515
Índice	521
<i>Separata</i> con las orlas de las siete primeras promociones de biólogos por la Universidad de Oviedo (opcional).	

REVISTA
DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD DE OVIEDO (ESPAÑA)

SECRETARIOS DE REDACCION

Dr. Tomás E. Díaz
Carlos Lastra López

Hacemos constar nuestro agradecimiento al señor De Frutos Isabel (Jefe de la U. Administrativa de la Secretaría de la Facultad) y demás personas que han proporcionado información o cualquier tipo de colaboración para la preparación del presente Volumen Conmemorativo. Y a la sección regional de la Asociación de Licenciados en Ciencias Biológicas de España, ALBE-Asturies, que también ha contribuido al mismo con la separata de las orlas que cierra el tomo.