

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL

35

# BOLETIN

MINISTERIO DE EDUCACION — DIRECCION DE BIBLIOTECAS,  
ARCHIVOS Y MUSEOS — SANTIAGO DE CHILE — 1977

**BOLETIN DEL MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL**

**Director: Dra. GRETE MOSTNY G.  
Fono 90011 - Casilla 787 - Santiago - Chile**

Vol. 1, No. 1, 1977

CONTENIDO

Hernández, J. *Revisión de las especies de la familia ...*

Hernández, J. *Contribución al conocimiento de la familia ...*

Hernández, J. *Las especies de la familia ...*

El autor — responsable de cualquier error

Impreso en el Museo Nacional de Historia Natural, México

© Biblioteca Nacional  
Santiago - Chile

Impreso en Salesianos — Bulnes 19

SUMARIO

HUGO GUNCKEL L.

Recuerdos juveniles de Claudio Gay ..... 5

HUGO GUNCKEL L.

Claudio Gay como botánico ..... 11

LUCIANO E. CAMPOS S.

Don Claudio Gay, zoólogo ..... 23

ELIZABETH BARRERA M. e  
INÉS MEZA P.

Análisis de la cutícula foliar de especies  
chilenas del género *Maytenus* Mol. .... 31

MELICA MUÑOZ SCHICK

Novedades botánicas en el Parque Na-  
cional Puyehue, Provincia de Osorno ..... 41

VLADIMIR COVACEVICH C. y  
DANIEL FRASSINETTI C.

El género *Encope* en el Plioceno del nor-  
te de Chile (Echinodermata, Echinoidea) 49

RUBÉN STEHBERG L.

Análisis químico de pinturas cerámicas  
prehispánicas de Chile Central ..... 61

SERGIO ZAPATA C. y  
ARIEL CAMOUSSEIGHT M.

Autotomía evasiva inducida en *Bacteria*  
*granulicollis* Blanchard (Phasmida, Phas-  
midae) ..... 73

JUAN MORONI B.

- Nueva especie de *Gyrinus* en Chile: *Gyrinus* (*Oreogyrinus*) *subcostulatus* n. sp. (Coleoptera, Gyrinidae) ..... 79

JUAN MORONI B.

- Solenopsis gayi* (Hymenoptera, Formicidae) en la dieta de *Pitius pitius* (Aves, Picidae) ..... 83

EDUARDO BURLE S., SYLVIA DUARTE L. y MARIO EDDING V.

- Consumo de oxígeno en *Prisogaster niger* (Wood, 1828) (Mollusca, Gastropoda, Turbinidae) ..... 87

FEDERICO P. OJEDA R. y JUAN CAMUS Y.

- Morfometría y nicho trófico de *Coelorrhynchus patagoniae* Gilbert y Thompson (Pisces: Macrouridae) ..... 99

JOSÉ YÁÑEZ y FABIÁN JAKSIC

- Variación geográfica de la morfología dentaria en subespecies del género *Akodon* (Rodentia, Cricetidae) ..... 105

JOSÉ YÁÑEZ y FABIÁN JAKSIC

- Variación con la edad en algunos caracteres morfológicos de tres poblaciones de *Akodon olivaceus* (Rodentia, Cricetidae) 113

ALFREDO SALIBIÁN

- Transporte de cloro y de sodio a través de la piel *in situ* de Anfibios Sudamericanos ..... 121

RUBÉN STEHBERG

- Diccionario de sitios arqueológicos de Chile Central. Apéndice 1955-1977 ..... 165

## RECUERDOS JUVENILES DE CLAUDIO GAY \*\*

HUGO GUNCKEL L. (\*)

La Academia Chilena de Ciencias Naturales y la Sociedad Chilena de Historia y Geografía, por mi intermedio, se asocian al homenaje que los naturalistas e historiadores chilenos rinden a CLAUDIO GAY, con motivo del primer centenario de su fallecimiento, acaecido el 29 de noviembre de 1873 en un tranquilo pueblo de su tierra natal.

No necesitamos recalcar la importancia que para el desarrollo histórico de las ciencias naturales tuvo CLAUDIO GAY: su obra impresa constituye un monumento científico de gran categoría y que prestigia aún hoy en día, no sólo a su autor y colaboradores, sino también a los hombres visionarios que estimularon su preparación, redacción y publicación, en una época en que nuestra república recién nacía a la vida libre.

En esta tarde deseo conversar con ustedes sobre algunos aspectos poco conocidos de los años mozos del joven que se llamó CLAUDIO GAY, ya que siempre las esperanzas y las inquietudes de aquella edad feliz, son las que en muchas personas marcan el sendero de su futuro y luego la satisfacción de haber realizado los sueños juveniles.

—:—

Nació nuestro personaje en Francia, en la capital del departamento de Var, en una ciudad romántica de ambiente colonial, rodeada de verdes colinas de la bella Provenza, el 18 de marzo de 1800. Fueron sus padres propietarios de una pequeña finca, donde vivían felices de su trabajo y así podían subvenir los gastos para dar una buena educación a sus hijos.

El joven Claudio cursó sus primeras letras y aun sus estudios humanísticos en su pueblo natal; pero a la edad de dieciocho años inició el estudio de una carrera profesional universitaria, eligiendo para esto la de Farmacia.

Trabajó y estudió primeramente —como es aún costumbre en varios países europeos— practicando como “aprendiz de boticario” en alguna oficina de farmacia debidamente autorizada para este objeto.

Mientras realizaba esta práctica preuniversitaria tuvo la suerte de encontrar en la trasbotica un viejo libro sobre botánica, lo que hiciera cobrar al joven GAY una súbita, pero invencible afición por el estudio de la Ciencia Amable de LINNEO, ciencia que muy luego se transformaría en la gran pasión de su vida.

Desde entonces realizó numerosas excursiones a todas direcciones con el único fin de coleccionar plantas... y así pudo herborizar hasta en las lejanas montañas de su residencia.

Por su entusiasmo y su continuada consagración a estos pasatiempos, los muchachos de su pueblo lo llamaban irónicamente el “Recogedor de perejil”.

En una de estas excursiones nuestro juvenil botánico llegó hasta la Saboya, y cuenta

(\*) Presidente de la Academia Chilena de Ciencias Naturales y Director Honorario de la Sociedad Chilena de Historia y Geografía.

(\*\*) Conferencia dada en el Museo Nacional de Historia Natural en diciembre de 1973.

un sobrino suyo, autor de una muy interesante biografía escrita en 1874 de su tío, bajo el título de *Vie de Claude Gay* por VICTOR RAYNAUD, que éste alcanzó hasta el famoso castillo de Chatillon, "cuya hospitalidad deja descrita Lamartine, quien por el lado de la poesía, como Monseñor Gay por el lado de las flores, vivieron siempre enamorados de aquel hermoso e histórico lugar. Años más tarde el mismo GAY decía que "aquella aventura terminó en que habiendo ido el aprendiz de naturalista a pasar sólo un día en aquella noble mansión, sus castellanos lo retuvieron cautivo dulcemente casi un mes".

—:—

De su humilde posición de aprendiz de boticario en su pueblo natal, CLAUDIO GAY pasó a otra que no era en mucho superior, pero que tenía la ventaja inestimable de acercarlo a París, este faro del mundo que, como indica un autor, "a diferencia del sol nunca se apaga, ni de noche...".

Mediante la influencia de un diputado amigo de su padre, nuestro joven estudiante pasó a ocupar un cargo de Farmacéutico en el Hospital de Saint-Denis, casi a las puertas mismas de París, y pudo así asistir con cierta regularidad a la Escuela de Farmacia de la universidad parisiense.

Al mismo tiempo que asistía a las clases y a los laboratorios de esa escuela universitaria, visitaba muchas tardes el Museo Nacional de Historia Natural de la capital francesa, donde miraba, observaba y luego preguntaba como un neófito curioso, pero siempre muy interesado de saber cada día algo nuevo sobre las cosas que exhibía aquel establecimiento de cultura superior.

Así conoció a varios distinguidos maestros de la Ciencia Botánica, entre ellos a ANTONIO LORENZO APOLINARIO FÉE, fundador de la Sociedad de Farmacia del Sena, institución que hasta ahora funciona con regularidad. FÉE fue uno de los más ilustres botánicos galos y más tarde colaborador del mismo GAY durante la redacción de varias familias de plantas de la flora gayana.

Fue él también quien le diera los primeros consejos verdaderamente científicos sobre la botánica y que había de estimularlo como pocos en sus futuras investigaciones, enseñándole cómo debería preparar plantas para incorporarlas más tarde en el Herba-

rio, archivo indispensable para todo estudioso que desea conocer la flora o la vegetación de una región o de algún país.

Por otra parte, algunos profesores del Museo, entre ellos JORGE CUVIER, RENÉ LUIS DESFONTAINES y ADRIÁN DE JUSSIEU, "indujeron al joven Gay a seguir la vía del investigador botánico en que había de conquistarse gran celebridad años más tarde".

Escribe don DIEGO BARROS ARANA que "Claudio Gay merecía con sobrada justicia estos estímulos: era joven vigoroso, lleno de entusiasmo, dotado de una actividad incansable, prefiriendo el trabajo material del explorador en el campo, al estudio paciente de los libros; que no se cansaba por ninguna fatiga, acometía con ardorosa resolución todas las tareas que se le confiaban y que sabía llevarlas a cabo con constancia y con modestia".

Conviene recordar una curiosa "aventura" que le acaeció a nuestro personaje mientras era Farmacéutico en el Hospital de Saint-Denis y que "no desmiente el genio siempre alegre y provenzal que en su vejez misma guardaba siempre vivo e intacto". Cuenta su sobrino ya indicado más arriba que "no pudiendo penetrar Gay en la basílica de San Dionisio, que era el lugar donde se enterraban desde siglos los reyes de Francia y sus familiares, pues bien, en los momentos en que con gran solemnidad se realizaba el entierro del Rey Luis XVIII, y para poder entrar, tomó el joven Farmacéutico del armario de su laboratorio un matraz de vidrio y diciendo a todo grito que era un medicamento, un cordial para la duquesa de Angulema que se había desmayado... así pudo abrirse paso rápidamente por entre los asistentes y llegar hasta la tribuna oficial, desde cuyos asientos presencié cómodamente toda la ceremonia, confundido con príncipes y princesas y representantes de la alta nobleza francesa y de otros países...".

El boticario provenzal lo había hecho esta vez mejor que aquel porfiado bretón que durante la coronación de NAPOLEÓN I en Nôtre Dame, en París, se trepó sobre una alta columna de mármol frente a la catedral con tanta energía que fue impotente la guardia imperial para hacerlo descender, hasta que el mismo Emperador, preguntando por la bulla que había y sabiendo luego que el que causaba tanto ruido y aun escán-

dalo era un bretón... ordenó que lo dejaran en paz donde estaba. "Es bien sabido que en materia de porfía —como lo indica irónicamente Vicuña Mackenna— que los bretones son lo que son los gallegos en España o los mapuches en Chile...".

—:—

Bajo la dirección del botánico JUAN BAUTISTA BALBIS, GAY herborizó en los Alpes franceses, penetró en Italia hasta Carrara, cuyas canteras de mármol visitó, y luego colaboró con BALBIS —que desempeñaba los cargos de Profesor de Botánica en la Universidad de Lyon y el de Director del Jardín Botánico de esa misma ciudad— en la redacción de la *Flore Lyonnaise*.

Por encargo de algunos de sus amigos botánicos, a su vez, y con el título de Colector-Viajero del Museo de Historia Natural de París, GAY recorrió una parte de Grecia, algunas islas del Oriente y aun el norte de Asia Menor, recogiendo, en todas partes, muestras de las producciones naturales que luego enviaba a los distintos gabinetes del Museo parisiense.

—:—

En 1828 CLAUDIO GAY conoció en París a PEDRO CHAPUIS, que era ya entonces algo así como un vulgar aventurero que había viajado anteriormente por varios países de América con un falso título de médico y que en Chile había tomado parte en algunas campañas de carácter político. Fue expulsado del país por ser persona indeseable. A pesar de estos antecedentes regresó a Chile, después de haber contratado algunos profesores y personas de buena voluntad, ya que proyectaba abrir en Santiago de Chile un colegio de enseñanza humanística.

Después de algunas vacilaciones, GAY aceptó un puesto que se le ofrecía, movido no por el deseo de tomar una ocupación lucrativa, dictando clases, sino por una aspiración secreta, más noble y más elevada, ya que así realizaría el sueño de varios años, de poder conocer y estudiar la flora de un país lejano y poco conocido en los círculos científicos de Europa, como lo era entonces todavía Chile.

CLAUDIO GAY presentía su porvenir científico así asegurado, que se le abría, y lleno

de entusiasmo hizo los preparativos necesarios para este viaje: la Dirección del Museo de Historia Natural le dio nuevamente las credenciales de Recolector científico en viaje.

CHAPUIS y su flamante equipo de profesores realizaron el viaje a Chile a bordo del transporte francés "L'Amour", que zarpó del puerto de Brest en marzo de 1828. Al tocar Río de Janeiro, GAY se ocupó en coleccionar objetos de historia natural que envió al Museo de París tan pronto arribó a Santiago.

—:—

Desgraciadamente —o más bien felizmente— desde el mismo día en que pisaron suelo chileno, los flamantes profesores tuvieron toda clase de dificultades. A pesar de todo, GAY pudo dictar algunas clases de Historia Natural y de Física en otro también recién fundado *Colegio de Santiago* que abría sus puertas bajo el patrocinio del partido "pelucón" y bajo la dirección del Pbro. JUAN FRANCISCO MENESES y que funcionaba en unas piezas cedidas gentilmente en el local del Convento de San Agustín, donde también GAY había encontrado hospedaje fraternal y cariñoso por parte de los religiosos de esta Orden. Como dato poco conocido conviene recordar que don ANDRÉS BELLO fue subdirector del Colegio de Santiago.

VICUÑA MACKENNA escribe en un interesante trabajo sobre GAY, que de los otros profesores, Monseñor PORTHÉS, que iba a ser profesor de Filosofía, "un amable viajero materialista", vendía libros y publicaciones en una tienda en que se vendía años más tarde con mejor suerte triques y jergones"; Monseñor COUPELON iba a enseñar Matemáticas y lenguas vivas, dedicado luego también al comercio.

GAY, en cambio, dedicaba todo su tiempo libre a la recolección de material de historia natural, especialmente botánico.

Así conoció a don JOSÉ VICENTE BUSTILLOS Y MASEIRA, que regentaba una farmacia instalada casualmente frente al Convento agustino y que era de propiedad del famoso médico británico NATHANIEL MIERS COX, casa do con doña FRANCISCA BUSTILLOS Y MASEIRA, hermana de don JOSÉ VICENTE.

Es fácil darse cuenta que a GAY le sobraba tiempo y así podía dedicar muchas ho-

ras a la herborización y caza de insectos, de aves y mamíferos, realizando con este objeto numerosas excursiones a los alrededores de la capital, llegando hasta la región preandina por los cajones de los ríos Mapocho y Maipo; y al poniente hasta el litoral, atravesando varias veces la cordillera de la costa por una de las antiguas rutas que unían Santiago con Valparaíso, pasando por Melipilla y Casablanca, región aun ahora tan interesante para el botánico por su variada riqueza florística. Algunas de estas excursiones Gay las realizaba en compañía de CARLOS BERTERO, conocido botánico italiano que entonces vivía también en Chile.

—::—

Un hecho de sangre relacionado con la agitada vida política que azotaba en aquellos días a la familia chilena, contribuyó a cambiar hasta cierto aspecto el porvenir de CLAUDIO GAY, relacionándolo más íntimamente con nuestro país.

En diciembre de 1829 GAY —como Farmacéutico que era por profesión— trabajó activamente en el hospital de sangre, preparando medicamentos y material de curación, después de la batalla de Ochagavía, junto con el médico francés CARLOS BOUSTON, cirujano del ejército chileno en ejercicio.

Tuvo entonces también la suerte de tratar más íntimamente a don JOSÉ VICENTE BUSTILLOS Y MASEIRA, a quien conocía, como queda dicho ya más arriba, no sólo por vivir frente a la farmacia que éste regentaba, sino principalmente por sus mutuas aficiones e inquietudes de estudiar juntos la naturaleza.

Chile entonces era un país relativamente pequeño en número de habitantes con cierta ilustración; y Santiago, su capital, una gran aldea donde casi todos se conocían: los méritos de los hombres de valer eran muy luego reconocidos y aun estimulados por las autoridades. Así se explica que Gay era muy luego considerado "como un hombre de importancia en los círculos culturales" y aun administrativos de la capital. BUSTILLOS reconoció los méritos personales e intelectuales de su nuevo amigo y se dio cuen-

ta del gran porvenir que esperaba a éste en Chile, ofreciéndole en nombre del Ministro DIEGO PORTALES, del cual BUSTILLOS era amigo íntimo y de confianza, la interesante misión o encargo de explorar el territorio de la naciente república.

El nuevo gobierno recientemente instalado en el país, después del triunfo pelucón en Lircay, abrió también a GAY un gran porvenir en el campo de las ciencias en bien de Chile. Fue precisamente BUSTILLOS quien contribuyó personalmente para que entre GAY y el Ministro PORTALES se firmara un histórico contrato el 14 de septiembre de 1830 en que el primero se comprometía a realizar "un viaje científico por todo el territorio de la república... con el objeto de estudiar la historia natural de Chile, su geografía, su geología, estadística, comercio y administración...".

Además se comprometía GAY a formar un gabinete de historia natural, obra a la cual contribuyó coleccionando el material básico, ya que en la segunda mitad del siglo pasado este modesto "gabinete" se transformó en el gran Museo Nacional de Historia Natural de Chile, debido a la labor incansable de RODOLFO AMANDO PHILIPPI y de su hijo FEDERICO, y por otros sabios directores y conservadores que dieron brillo y prestigio universal a nuestro primer establecimiento dedicado a conservar y a estudiar las riquezas naturales de Chile.

El Gobierno, por su parte, se comprometía dar a CLAUDIO GAY, durante tres años y medio que duraría su viaje por Chile, ciento veinte y cinco pesos mensuales por semestres adelantados (Art. 5, inc. 1°); además se le pagaría por otros seis meses, para perfeccionar los trabajos que ha de presentar al Gobierno, la suma de ciento veinte y cinco pesos, pero no adelantados. Según otra cláusula del citado contrato, se le daría a GAY un premio de tres mil pesos "si cumplía con lo prometido", previo informe de la comisión.

Esta comisión fue nombrada por el Gobierno el 8 de octubre de 1830 y estaba formada por JOSÉ ALEJO BEZANILLA, sacerdote virtuosísimo, que tenía algunas nociones de física; por don FRANCISCO GARCÍA HUIDOBRO, ciudadano excelente y estudioso, pero que en materia de ciencias no pasaba de un sim-

ple aficionado; y por don J. V. BUSTILLOS y MASEIRA, versado en la botánica "más o menos casero del país", como dice un conocido autor.

La labor de esta comisión consistía en colaborar, ayudar, estimular, etc., a GAY durante el desempeño de explorador científico del territorio chileno y proponer a las autoridades todos los medios necesarios para el mejor desempeño de las investigaciones gayanas.

GAY y sus colaboradores dedicaron las siguientes plantas a los miembros de esta comisión, indicando, al mismo tiempo, su actual valor taxonómico:

#### A JOSÉ ALEJO BEZANILLA:

*Baccharis Bezanilleana* RÉMY en GAY, Bot. 4: 98. 1849. "Se cría en las hendiduras de los peñascos de las altas cordilleras de Talcairegue" Prov. Colchagua. Fam. Compuestas. Nombre actual: el mismo. Ref.: C. REICHE y FED. PHILIPPI en AUCH 111: 17. 1902 y en Flora de Chile 4: 21. 1905.

*Bezania* RÉMY (Nuevo género) en GAY, Bot. 4: 109. 1849. "Lo dedicamos al virtuoso y hábil canónigo don JOSÉ BEZANILLA, ex-profesor de física en el Instituto Nacional y persona de mucho genio en todo lo que pertenece a artes y mecánica". NA.: *Psilocarpus* NUTTALL en Trans. Americ. Philos. Soc., N.S., vii: 340. 1841. Fam. Compuestas.

*Bezania chilensis* RÉMY en GAY, 1. c.: 110. 1849. Lám. 45, Fig. 1. NA.: *Psilocarpus chilensis* (RÉMY) F. MEIGEN en Bot. Jahrb. xvii: 281. 1893; I. M. JOHNSTON, Journal Arnold Arboretum xix: 262. 1938.

*Pyrrocoma Bezanillana* RÉMY en GAY, Bot. 4: 65. 1849. "Se cría en las provincias centrales de la República". Fam. Compuestas. NA.: *Haplopappus bezanillanus* (RÉMY) REICHE y FED. PHILIPPI en AUCH 109: 39. 1901 y en Flora de Chile 3: 289. 1902.

#### A JOSÉ VICENTE BUSTILLOS y MASEIRA:

*Astragalus Bustillosii* CLOS en GAY, Bot. 2: 117. 1846. "Críase entre las piedras, a modo de césped apretado, en las cordilleras de los Patos, a la altura de 10.000 pies": prov. Coquimbo. Fam. Leguminosas. NA.: El mismo. Ref. H. WEDDELL, *Chloris Andina* 2: 257. 1861; REICHE y FED. PHILIPPI, en AUCH 87: 538. 1897 y en Flora Chile 2: 81. 1898; I. M. JOHNSTON, Journ. Arnold Arboretum xxviii: 396. 1947.

*Bustillosia* CLOS (Nuevo género) en GAY, Bot. 3: 106. 1847. "Lo dedicamos al señor don Vicente Bustillos, profesor de botánica en el Instituto de Santiago y muy dedicado a las ciencias naturales". Fam. Umbelíferas. NA.: *Asteriscium* CHAMISSO ET SCHLECHTENDAL en Linnaea I: 354. 1826. Ref.: BENTHAM HOOKER, f., Gen. Plant. I: 877. 1867. (Como sección del género *Asteriscium* CHAMISSO ET SCHLECHTENDAL); DRUDE en ENGLER & PRANTL, Naturl. Pflanzenfam. 3 (8): 134. 1897. (Como subgénero del género *Asteriscium*); MILFRED E. MATHIAS and LINCOLN CONSTANCE, en A Revisión of *Asteriscium* and some related Hydrocotyloid Umbelliferae, Univ. California Publications in Botany. 33 (2): 107. Berkeley and Los Angeles. 1962.

*Bustillosia chilensis* CLOS en GAY, Bot. 3: 108. 1847. Lám. 32. "Esta bonita planta se cría en los llanos algo húmedos de la provincia de Concepción". NOTA: la localidad del tipo que se indica es un error de etiqueta, porque no crece la especie en la provincia de Concepción: Es característica de las áreas desérticas de la provincia de Antofagasta y Coquimbo. HGL.— NA.: *Asteriscium closii* (O.K.) MATHIAS et CONSTANCE, 1. c.: 125. Fig. 11. 1962: basado en *Dipterigia closii* O. KUNTZE, en Rev. Gen. Plant. I: 267. 1891.

*Conyza Bustillosiana* RÉMY en GAY, Bot. 4: 72. 1849. "Se cría en las provincias centrales de la República". NA.: El mismo. Ref. REICHE y FED. PHILIPPI, AUCH 109: 370. 1902 (2º Semestre de 1902) y en Flora de Chile 3: 375. 1902. Fam. Compuestas.

*Gymnanthe bustillosii* MONTAGNE en GAY, Bot. 7: 249. 1850. Lám. 6, Fig. 1 de Criptogamia. "Esta interesante especie, que tengo el placer de dedicar al Sr. Bustillos, profesor de química en el Instituto de Santiago, se cría en las provincias meridionales (de Chile)". Hepáticas! NA.: No tengo datos sobre esta especie.

*Haplopappus bustillosianus* RÉMY en GAY, Bot. 4: 49. 1849. "Se cría en la provincia de Valdivia, Osorno, Ranco, etc.". NA.: El mismo. Ref. REICHE y FED. PHILIPPI, AUCH 109: 69. 1902 y en Flora de Chile 3: 319. 1902.

*Senecio bustillosianus* RÉMY en GAY, Bot. 4: 155. 1849. "Se halla en las provincias centrales". NA.: El mismo. Ref. REICHE y FEDERICO PHILIPPI, AUCH 114: 157. 1904 y en Flora de Chile 4: 229. 1905.

*Viola bustillosia* GAY, en GAY, Bot. I: 211. 1845. "Esta especie que dedico al señor BUSTILLOS, profesor de química en el Instituto de Santiago. . . La descubrí en los terrenos que provienen de la descomposición de los pórfiros euríticos que coronan las altas cordilleras de Talcairegue, en una altura de 7.200 pies". NA.: el mismo. Ref. REICHE, JOHOW y FED. PHILIPPI en AUCH 90: 895. 1895 y en Flora de Chile I: 145. 1886. Fam. Violáceas.

## A FRANCISCO GARCIA HUIDOBRO:

*Baccharis huidobriana* RÉMY en GAY, Bot. 4: 90. 1849. "Se cría en las provincias centrales". Fam. Compuestas. NA.: Según B. D. JACKSON, en Index Kewensis 1: 259. 1895 sería: *Baccharis pingraea* DC. (en DC. Prodrumus... V: 420. 1836).

*Chiloscyphus huidobroanus* MONTAGNE, en GAY, Bot. 7: 247. 1850. "Se cría en las provincias centrales y tengo el gusto de dedicarla al Sr. Huidobro, bibliotecario en Santiago". Fam. de las Lophocoleaceae (del grupo de las ungermanni-neales). NA.: No tengo datos sobre esta especie.

*Huidobria* GAY (Nuevo Género) en GAY, Bot. 2: 438. 1846. "Le dedicamos a nuestro apreciable amigo D. Francisco García de Huidobro, persona tan recomendable por sus virtudes y modestia como por sus buenos conocimientos en las ciencias naturales". NA.: *Loasa* L. Fam. de las Loasáceas. NOTA: *Huidobria* GAY es ahora considerado como una sección del género *Loasa*.

*Huidobria chilensis* GAY, 1. c.: 440. 1846. Lám. 26. "Esta bonita planta se cría en los cerros secos y áridos del departamento de Copiapó, cerca de Chañarcillo y de Potrero Grande...". NA.: *Loasa chilensis* (GAY) URBAN & GILG, Monographia Loasacearum, en Nova Acta. Vol. 76 (1): 258. 1900: basado en *Huidobria chilensis* GAY. Ref. REICHE y FED. PHILIPPI, AUCH 108: 742. 1901 y en Flora de Chile 3: 246. 1902.

*Viola huidobrii* GAY, en GAY, Bot. I: 214. 1845. "Esta linda Violeta se cría en los prados naturales de la provincia de Valdivia, particularmente en los llanos de San José y de la Villa Rica. La

dedico al señor Huidobro, director de la Biblioteca de Santiago y muy aficionado a las ciencias naturales...". NA.: El mismo. Fam. Violáceas. Ref. B. SPARRE, Lilloa xvii: 414. 1949.

Así nació, después de una intensa labor de varios años, la HISTORIA POLITICA Y FISICA DE CHILE, obra que, como se sabe, se compone de 28 volúmenes de texto y de dos gruesos atlas con láminas.

Esta obra que en la fecha de su publicación era única en América Latina, constituyó y es aún hoy en día, honra para su autor y colaboradores, como también para los gobernantes de la República de entonces: el Vicepresidente de la República, don JOSÉ TOMÁS OVALLE, sus Ministros don DIEGO PORTALES y don MANUEL RENJIFO, y también para el Presidente de la República don MANUEL MONTT; además es honra para don JOSÉ VICENTE BUSTILLOS y MASEIRA que en todo momento apoyó a GAY en la realización de su gran proyecto que hizo realidad.

Al recordar estos hechos en forma por demás breve, solo deseo dedicar un cariñoso homenaje al "Aprendiz de boticario" de un pueblo provenzal, que llegó a ser al correr de los años un respetable sabio, lleno de méritos y que mereció la honra de ceñirse una siempre verde corona de reconocimiento de Chile y de los hombres de ciencia del mundo entero, ya que fue un naturalista de verdad que supo comprender la melodía infinita que eternamente susurra la Naturaleza.

## CLAUDIO GAY COMO BOTANICO \*\*

HUGO GUNCKEL L. (\*)

Y llegamos al año 1830 en que suceden en Chile grandes cambios, no sólo en el campo económico-social, sino también cultural.

Aparecen en el ambiente político don DIEGO PORTALES que como ministro omnipotente impone sus deseos y proyectos de acuerdo con las ideas peluconas que triunfaron militarmente en los campos de Lircay, muy cerca de la ciudad de Talca.

CLAUDIO GAY que entonces dictaba algunas clases en el "Colegio de Santiago" recién fundado en la capital, dedicaba todo su tiempo libre en recorrer los campos vecinos a la capital, herborizando activamente, cazando insectos y avecillas que luego preparaba, enviándolas al Museo de Historia Natural de París.

Esto de coleccionar bichitos con una red grande y juntando yerbas con flores bonitas que crecían silvestres en los campos y en los cerros vecinos, llamó muy pronto la atención a varias personas. Entre ellas debemos recordar principalmente a don José VICENTE BUSTILLOS Y MASEYRA que, como hombre lleno de visiones e inquietudes, adivinó un provecho a favor de la ciencia chilena en la persona de CLAUDIO GAY, del cual se hizo gran amigo y aun compañero de excursiones; además ambos tenían la misma profesión de Farmacéuticos.

Después de varias conversaciones acordaron proponer a don DIEGO PORTALES la contratación de GAY para explorar las riquezas naturales del país, estudiar su geografía e historia, y redactar, finalmente, una obra relacionada con *Historia Física y Política de Chile*.

Un hombre de los méritos como los que ofrecía GAY no podía quedar desconocido en "un país en que habían tan pocos aficiona-

dos a estudios de la Historia Natural; y así se comprenderá por qué fue recomendado GAY a PORTALES, celebrándose entre ellos un histórico contrato, el 14 de septiembre de 1830".

El entonces gobierno de Chile, presidido por don JOSÉ TOMÁS OVALLE, Vicepresidente de la República, y su Ministro PORTALES, deseando "hacer estudiar científicamente al país y las producciones de nuestro suelo, y queriendo utilizar los conocimientos y la actividad de GAY, celebró con él aquel contrato memorable que fue el origen de la obra monumental, cuya ejecución llegó a su feliz término después de varios años de asiduo trabajo".

Entre las obligaciones que aceptaba GAY figuraba la recomendación de investigar la historia natural de Chile, y redactar, como se indicó ya más arriba, una obra que contenga la descripción de casi todos los animales, vegetales y minerales, con sus nombres vulgares, utilidad y localidad, acompañada de láminas proporcionadas en cantidad a los objetos que describe.

El contrato que fue aprobado el mismo día 14 de septiembre del año indicado por el Vicepresidente OVALLE y su Ministro de Hacienda don MANUEL RENJIFO, especifica también entre otras obligaciones la fundación o creación de un "*Gabinete de Historia Natural*".

Para su realización GAY recorre casi todo el territorio nacional que entonces forma-

(\*) Presidente de la Academia Chilena de Ciencias Naturales y Director Honorario de la Sociedad Chilena de Historia y Geografía.

(\*\*) Conferencia dada en el Museo Nacional de Historia Natural a diciembre de 1973, de un trabajo inédito intitolado: Pasión y muerte de la ciencia botánica en Chile.

ba la nación chilena, excepto Magallanes y Tierra del Fuego, investigando y coleccionando material, observando las costumbres de sus habitantes, regresando en 1842 a Francia para iniciar allá la redacción y publicación de su obra que lleva por título oficial el siguiente:

*"Historia Física y Política de Chile, según documentos adquiridos en esta República durante doce años de residencia en ella y publicada bajo los auspicios del Supremo Gobierno por CLAUDIO GAY, ciudadano chileno, individuo de varias sociedades científicas nacionales y extranjeras, caballero de la Legión de Honor".*

Una vez instalado en París, GAY principió a ordenar todo su gran material reunido en Chile, puso al día sus anotaciones manuscritas y buscó los colaboradores necesarios para solicitar de ellos, una cooperación que ha sido de muchísimo provecho para la mejor redacción definitiva de la obra en referencia.

Desde que GAY inició sus investigaciones en Chile, contó siempre con la ayuda material y de los consejos de los más ilustres sabios franceses que lo estimulaban continuamente, no sólo escribiéndole cartas, sino publicando y comentando en revistas especializadas artículos sobre los tan novedosos e interesantes descubrimientos realizados por él en nuestro país.

GAY mismo dio a conocer en varias publicaciones en Chile y aun en Francia distintos aspectos relacionados con la vegetación chilena que entonces era un tema desconocido respecto a nuestro país; además publicó sus más importantes e interesantes novedades científicas observadas en el campo de la botánica y zoología.

De gran importancia para el desarrollo histórico de las ciencias naturales chilenas son los numerosos informes oficiales enviados por GAY a la Comisión encargada de controlar su labor y que fueron publicados en su mayor parte en EL ARAUCANO, periódico oficial de la República de Chile. Sería de mucho interés para la ciencia y aun para la historia reimprimir dichos informes en un solo cuerpo, ya que son muchísimos los datos que traen sobre tantos temas y as

pectos realizados y obtenidos durante sus exploraciones, ya que cada uno de ellos puede considerarse como un acabado estudio sobre las distintas regiones visitadas por su autor.

Para un naturalista no existe una satisfacción mayor que descubrir algo nuevo para "su ciencia": esto constituye para los verdaderos naturalistas un triunfo en su eterna lucha que realiza descifrando secretos de la Naturaleza, aquella obra maestra del Creador.

Un investigador así es un verdadero sacerdote que continuamente busca e investiga algo de la Naturaleza y que contribuye no sólo para él un inmenso gozo espiritual, sino su triunfo debe ser considerado como una contribución útil a la ciencia y a la técnica del país que son fuentes de bienestar para toda la nación. ¡Cuántos secretos así pacientemente arrancados no constituyen luego fuentes de riqueza y de bienestar para toda la Humanidad!

—:—

Durante sus herborizaciones GAY siguió los consejos de algunos famosos exploradores, principalmente los del ilustre naturalista francés PHILIBERT COMMERSON, que realizó un largo y muy fructífero viaje alrededor del mundo —pasando largos meses en Tierra del Fuego y a orillas del Estrecho de Magallanes— durante la expedición organizada por el capitán LUIS ANTONIO DE BOUGAINVILLE. Recomendaba este botánico que para obtener buenos resultados posteriores y prácticos en exploraciones, excursiones o herborizaciones en general, es necesario: 1º Recoger numerosas muestras de la misma planta, en el mismo estado de crecimiento o desarrollo y de la misma localidad; y 2º Numerar estos objetos y repartirlos entre los distintos herbarios e instituciones sabias, obsequiándolos o vendiéndolos. Así se comprenderá que actualmente plantas, por ejemplo, coleccionadas por GAY en Chile existen depositadas en los más importantes centros de estudios botánicos de Europa y América.

Al trasladarse en 1842 a Francia, CLAUDIO GAY dejó en Santiago como base de la futura sección botánica del Gabinete, actual Museo de Historia Natural, numerosos ob-

jetos, figurando entre ellos una colección de 2.544 números de plantas (que llevan la numeración del 1 al 2.544 inclusive); además de insectos y mamíferos embalsamados, algunos minerales y unos pocos objetos relacionados con la arqueología chilena.

En la Flora de la Historia Física y Política de Chile, GAY y sus colaboradores describieron 3.767 especies de plantas repartidas en 1.140 géneros distribuidos en 163 familias: números que ahora tienen sólo un valor relativo, ya que la nomenclatura actual ha modificado numerosos taxa de acuerdo con las normas de la taxonomía moderna.

Ese número de plantas aparecen en los ocho volúmenes de la Flora gayana, cuyo primer tomo apareció en 1845 y el octavo lleva como año de su publicación 1852, aunque sólo apareció dos años más tarde.

Conviene recordar que cada volumen o tomo se compone de cuatro fascículos o entregas que salían de la imprenta en distintas fechas que muchas veces no es la misma que lleva impreso la portada respectiva (\*).

Los colaboradores de la parte botánica de la obra de GAY fueron los siguientes botánicos franceses:

**BARNÉOUD, MARIUS:** Redactó las siguientes familias: Crucíferas; Sapindáceas; Geraniáceas; Vivianáceas; Tropeoláceas; Oxalidáceas; Mirtáceas y Portulacáceas.

**CLOS (CLOSS) DOMINICO:** Ramnáceas; Leguminosas; Rosáceas; Umbelíferas; Rubiáceas; Valerianáceas; Borragináceas; Labiadas y Escrofulariáceas.

**DECAISNE, J.:** Plantagináceas.

**DESVAUX, EMILIO:** Ciperáceas y Gramíneas.

**MONTAGNE, J. F. CAMILO:** Musgos y Hepáticas; Hongos; Líquenes; Algas.

**NAUDIN, C.:** Cariofiláceas.

**RÉMY, JULES:** Saxifragáceas; Caliceráceas; Compuestas; Polygonáceas; Verbenáceas y Solanáceas.

**RÉMY, J. y A. L. A. FÉE:** Equisetáceas y Helechos en general.

**RICHARD, AQUILES:** Orquídeas.

Las familias restantes fueron redactadas personalmente por GAY en idioma francés y luego traducidas al castellano, lo que revela su gran labor realizada en la descripción latina y española del material florístico que presenta.

— :: —

(\*) Por ser poco conocido y es de interés para los sistemáticos, a continuación se transcriben los años en que aparecieron los distintos fascículos, formando así los volúmenes respectivos, de acuerdo con un muy documentado trabajo del Dr. I. M. JOHNSTON: Bibliographic data concerning Gay's Flora de Chile DARWINIANA 5: 154-165.

Vol. 1 (1845):

- Fasc. 1. Antes de diciembre de 1845;
- " 2. Antes de 1845;
- " 3. Antes de octubre de 1846;
- " 4. Antes de octubre de 1846.

Vol. 2 (1846):

- Fasc. 1. Antes de mayo de 1847;
- " 2. Antes de mayo de 1847;
- " 3. Antes de mayo y junio de 1847;
- " 4. Entre mayo y junio de 1847.

Vol. 3 (1847):

- Fasc. 1. A fines de 1847 o en febrero de 1848;
- " 2. Antes de junio de 1848;
- " 3. A fines de 1848;
- " 4. Probablemente a fines 1848 o en 1849.

Vol. 4 (1849):

- Fasc. 1. Antes de agosto de 1849;
- " 2. Antes de agosto de 1849;
- " 3. Probablemente antes de agosto de 1849.
- " 4. Probablemente antes de agosto de 1849.

Vol. 5 (1849):

- Fasc. 1. A principios de 1849;
- " 2. A principios de 1849;
- " 3. Probablemente entre los años 1851 y 52;
- " 4. A mediados de 1852.

Vol. 6 (1853):

- Fasc. 1 al 4. Probablemente a mediados de 1853 o en 1854.

Vol 7 (1850):

Antes del 22 de mayo de 1854.

Vol. 8 (1852):

Antes de mayo de 1854.

En la parte taxonómica su autor y colaboradores adoptaron el sistema de clasificación propuesta en 1818 por AGUSTIN PYRAMO DE CANDOLLE y seguido por su hijo —también un ilustre botánico—, ALFONSO LUIS PEDRO DE CANDOLLE.

CLAUDIO GAY da la siguiente explicación respecto del método decandolleano seguido en la *Introducción* del Tomo I de la Botánica (página 9):

“El método natural demandaba desde luego la preferencia, porque en él es donde con más facilidad se pueden apreciar las relaciones que tienen entre sí las plantas... Los autores de las mejores Floras siguen haciendo base de sus clasificaciones, la que De Candolle ascendió en su inmortal *Prodromus* y esa misma seguiremos en nuestra Flora de Chile, empezando con las Ranunculáceas y dando fin con las Algas, plantas que sin duda presentan, bajo las más simples formas, los rudimentos más sencillos”.

De acuerdo con el método de DE CANDOLLE se asocian las familias naturales en cohortes, cuyas características morfológicas indica; agrupa las especies en sus respectivos géneros, éstos en secciones, etc., respetando sí el método natural, multiplicando los grados de jerarquía de los grupos, de modo que representan mejor las afinidades y la importancia de los caracteres externos de cada planta.

Indica para cada especie su descripción hecha por los más importantes sistemáticos de su época; incluyendo material de su propia cosecha. Finalmente aplica rigurosamente la ley de la prioridad de los nombres botánicos de acuerdo con las normas de la nomenclatura que LINNEO había recomendado, aunque este importante detalle fue en la primera mitad del siglo pasado bastante descuidado.

Fuera de este aspecto meramente taxonómico, GAY al tratar las distintas plantas indica el o los lugares donde crece; su o sus nombres vernaculares; utilidades, principalmente sus virtudes medicinales, etc., datos que GAY había anotado al coleccionar la respectiva planta en Chile. Presenta comentarios relacionados con la nomenclatura e

indica, fuera de las sinonimias, numerosos datos bibliográficos útiles.

Se trata en general de un trabajo original de paciencia, escritas las descripciones en un latín sin faltas en la redacción en su diagnóstico y sus descripciones castellanas en un estilo ameno y fluido que se lee con agrado.

—:—

La obra completa de GAY —como queda dicho más arriba— se compone de 28 volúmenes que comprenden:

Zoología .....	8	volúmenes
Botánica .....	8	"
Historia Política de Chile	8	"
Documentos sobre la Historia, Estadística, Geografía, etc. ....	2	"
Agricultura .....	2	"

además de dos gruesos Atlas con láminas que representan objetos de botánica, de zoología, vistas de ciudades, costumbres chilenas; mapas y planos de ciudades, antigüedades arqueológicas, etc.

La parte botánica que se encuentra encuadrada en el Primer Volumen del Atlas, comprende:

Plantas criptogámicas ..... 16 láminas;  
Plantas fanerogámicas ..... 87 láminas; que dan un total de 103 láminas dedicadas a las plantas chilenas.

De estas, 27 son litografiadas y los 76 restantes grabadas en acero.

Las láminas con temas botánicos, a su vez, representan:

Plantas criptogámicas ..... 87 especies y  
Plantas fanerogámicas .... 147 especies, que dan un total de 235 especies de las 3.767 que figuran en el texto de la obra completa.

Se ha indicado como fecha de publicación o de entrega de las láminas del Atlas los años de 1854 y 1866; pero las primeras ilustraciones fueron impresas ya en 1844.

De los Tomos I y II del Atlas la mayoría de sus ejemplares que llevan el año de 1854 (primera edición) son de láminas iluminadas a mano; en cambio, son escasas las lá-

minas negras correspondientes a esta edición. En cambio, en la edición de 1866 se encuentran sólo láminas de color negro.

Gran parte de las láminas botánicas fueron dibujadas por el artista francés ALFONSO RIOCREUX y unos muy pocos por un dibujante de apellido VIANNE (especialmente las Orquídeas), algunas se deben a la pluma de JULES RÉMY.

La lámina N° 54 del Atlas fue sin duda dibujada originalmente por la esposa de GAY, en Valdivia, en 1835, y que representa una labiada: *Theresa valdiviana* descrita por CLOS (cuya descripción se puede leer en en el Vol. 4: 496, 1849 de la obra gayana).

Se trata de una planta cuyo género fue dedicado por CLOS a TERESA GAY SOUGNIEZ, única hija del matrimonio de GAY, nacida en Valdivia en 1835 y bautizada en esa misma ciudad el 4 de septiembre del mismo año, a la edad de doce días. Nació esta hija mientras GAY realizaba exploraciones en la provincia de Valdivia. Desgraciadamente esta joven falleció a la edad de 20 años mientras estudiaba en un internado, cercano de París, mientras su padre se encontraba investigando en los archivos de España, buscando documentos para la historia de Chile. CLOS, al dedicar esta planta a la hija de GAY, escribió estas palabras: "Con la mayor satisfacción dedicamos esta preciosa planta a la hija del autor de la Historia Física y Política de Chile, doña TERESA GAY, señorita de mucho aprecio, ya muy adicta al estudio y a la cultura de las plantas".

Las láminas fueron a su vez grabadas por varios artistas de este difícil arte e impresos, principalmente por Monseñor LESAUVA-GE, que revela ser un verdadero artifice, ya que cada lámina impresa constituye una verdadera obra de arte.

Terminaré esta ya bastante larga charla sobre la labor botánica de CLAUDIO GAY, presentada en forma por demás breve, resaltando sólo los aspectos más importantes de este tema que ofrece material suficiente para redactar todo un grueso volumen de muchas páginas.

Séame permitido finalmente transcribir a continuación los conceptos expresados por DIEGO BARROS ARANA sobre la obra gayana en conjunto, escrito hace casi cien

años, pero que son conceptos de perenne actualidad:

"Creemos que los gobiernos cultos están en la obligación indeclinable de hacer estudiar su territorio y de dar a conocer a propios y extraños las producciones de su suelo, no sólo por el interés puramente industrial, sino para satisfacer las aspiraciones científicas de toda sociedad civilizada. Por este motivo creemos —continúa Barros Arana— que la publicación de la HISTORIA FÍSICA Y POLÍTICA DE CHILE es un monumento de honor para el gobierno de 1830 que la decretó y para las administraciones sucesivas que le prestaron constantemente su apoyo hasta dejarla terminada después de cuarenta años" (DIEGO BARROS ARANA. *Don Claudio Gay: su vida i sus obras*. Estudio biográfico i crítico escrito por encargo del Consejo de la Universidad de Chile. Pág. 185. Santiago de Chile. 1876).

—:—

Señoras y señores:

Creo que les he presentado en un breve comentario la obra gayana en el campo del Reino Vegetal y espero haber cumplido así el honroso encargo que recibiera, no sólo de la ACADEMIA CHILENA DE CIENCIAS NATURALES de rendir este sincero homenaje, sino también de la SOCIEDAD CHILENA DE HISTORIA Y GEOGRAFÍA.

## A P E N D I C E

LISTA ALFABETICA DE LOS TAXONES QUE INDICAN GAY Y COLABORADORES PARA LAS LAMINAS DE BOTANICA FANEROGAMICA EN SU ATLAS CON INDICACION DE SU CONCORDANCIA TAXONOMICA ACTUAL:

*Acaena closiana* GAY, en GAY, Bot. 2: 298. 1846. Lám. 21. NA. (Nombre actual): *Acaena magellanica* (LAMARCK) VAHL (1804); basado en *Ancistrum magellanicum* LAMARCK (1791). Familia Rosáceas.

*Adenostemum nitidum* PERSOON in PERSOON, Synops. Plant. ... I: 467. 1805. *Non* BERTERO; GAY, Bot. 5: 303. 1849. Lám. 60. NA.: *Gomortega keule* (MOLINA) GUNCKEL. Fam. Gomortegáceas.

- Adesmia phylloidea* CLOS en GAY, Bot. 2: 186. 1846. Lám. 18. NA.: El mismo. Fam. Leguminosas.
- Agrostis koelerioides* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 317. 1853. Lám. 77, Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Gramíneas.
- Agrostis leptotricha* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 316. 1853. Lám. 76, Fig. 1. NA.: El mismo. Fam. Gramíneas.
- Agrostis sesquiflora* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 318. 1853. Lám. 77, Fig. 3. NA.: *Briza sesquiflora* (EM. DESVAUX) PILGER (1938). Fam. Gramíneas.
- Aldunatea chilensis* RÉMY en GAY, Bot. 3: 322. 1849. Lám. 30, Fig. 1. NA.: *Chaetanthera pusilla* (D. DON) HOOKER et ARNOTT. Fam. Compuestas.
- Asarca verrucosa* A. RICHARD en GAY, Bot. 5: 465. 1849. Lám. 66. NA.: *Asarca acutifolia* POEPPIG et ENDLICHER (1838). Fam. Orquídeas.
- Astragalus vesiculosus* CLOS en GAY, Bot. 2: 120. 1846. Lám. 17. NA.: El mismo. Fam. Leguminosas.
- Avena scabrivalvis* TRINUS en Bull de l'Accademie des Sciences de St. Petersb. I: 67. 1836; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 356. 1853. Lám. 79, Fig. 2. NA.: *Amphibromus scabrivalvia* (TRINUS) Swallen. Fam. Gramíneas.
- Azorella trifoliolata* CLOS en GAY, Bot. 3: 85. 1847. Lám. 30, Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Umbelíferas.
- Balsamocarpon brevifolium* CLOS en GAY, Bot. 2: 226. 1846. Lám. 20. NA.: El mismo. Fam. Leguminosas.
- Barneoudia chilensis* C. GAY, en GAY, Bot. I: 29. 1845. Lám. 1, Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Ranunculáceas.
- Belloa chilensis* RÉMY en GAY, Bot. 3: 337. 1847. Lám. 38, Fig. 2. NA.: *Belloa chilensis* (HOOKER et ARNOTT) RÉMY: basado en *Lucilia chilensis* HOOKER et ARNOTT (1835). Fam. Compuestas.
- Bellota miersii* GAY, en GAY, Bot. 5: 298. 1849. Lám. 59. NA.: *Beilschmiedia miersii* (GAY) KOSTERMANS. Fam. Lauráceas.
- Berberis congestiflora* GAY, en GAY, Bot. I: 75. 1845. Lám. 3. NA.: El mismo. Fam. Berberidáceas.
- Bezanilla chilensis* RÉMY en GAY, Bot. IV: 110. 1849. Lám. 46, Fig. 1. NA.: *Psilocarpus chilensis* (RÉMY) MEIGEN. Fam. Compuestas.
- Blennosperma chilense* LESSING in Synops. Generum Compositarum: 257. 1832; RÉMY en GAY, Bot. 4: 299. 1849. Lám. 48, Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Compuestas.
- Boisduvalia tocornalii* GAY, en GAY, Bot. 2: 344. 1846. Lám. 24. NA.: El mismo. Fam. Enoteráceas.
- Bouchea copiapiensis* RÉMY en GAY, Bot. 5: 26. 1849. Lám. 55. NA.: *Privacuneato-ovatis* (CAVANILLES) RUSBY en Bull. Torrey Club 27: 80. 1900: basado en *Castelia cuneato-ovata* CAVANILLES (1801) = *Privalaavis* JUSSIEU (1806). Fam. Verbenáceas.
- Bowlesia elegans* CLOS en GAY, Bot. 3: 74. 1847. Lám. 30, Fig. 1. NA.: *Homalo carpus bowlesiioides* HOOKER et ARNOTT (1833). Fam. Umbelíferas.
- Brachyris gayana* RÉMY en GAY, Bot. 4: 36. 1849. NOTA: En el Atlas, Lám. 44 figura esta especie bajo el nombre de *Odontocarpus gayana* RÉMY. NA.: *Gutierrezia gayana* (RÉMY) REICHE & FEDERICO PHILIPPI. Fam. Compuestas.
- Brisegnoa chilensis* RÉMY en GAY, Bot. 5: 292. 1849. Lám. 58, Fig. 2. NA.: *Oxytheca dendroides* NUTTALL (1847). Fam. Poligonáceas.
- Bromelia bicolor* RUIZ ET PAVON en Flor. Peruv. & Chil. 3: 33. 1802. GAY, en GAY, Bot. 6: 9. 1853. Lám. 67. NA.: *Fascicularia bicolor* (RUIZ & PAVON) MEZ (1896). Fam. Bromeliáceas.
- Bromus mango* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 440. 1853. Lám. 82. NA.: El mismo. Fam. Gramíneas.
- Bulnesia chilensis* GAY, en GAY, Bot. I: 475. 1845. Lám. 15. NA.: El mismo. Fam. Zigofiláceas.
- Bustillosia chilensis* CLOS en GAY, Bot. 3: 108. 1847. Lám. 32, Fig. 4 (debe ser Fig. 2). NA.: *Asteriscium closii* (O. KUNTZE) MATHIAS ET CONSTAN-CE: basado en *Dipterygia closii* O. KUNZE en Rev. Gen. Plant. I: 267. 1891. Fam. Umbelíferas.
- Caesalpinia angulicaulis* CLOS en GAY, Bot. 2: 223. 1846. Lám. 19. NA.: El mismo. Fam. Leguminosas.
- Calandrinia splendens* BARNÉOUD en GAY, Bot. 2: 499. 1846. Lám. 28. NA.: El mismo. Fam. Portulacáceas.
- Caloptilium lagascae* HOOKER et ARNOTT en HOOKER'S, Companion to the Botanical Magazine I: 36. 1833; RÉMY en GAY, Bot. 3: 363. 1847. NA.: *Nassauvia lagascae* (HOOKER et ARNOTT) BENTHAM & HOOKER. Fam. Compuestas.
- Carex acutata* BOOTT en Proceedings of the Linnean Soc. of London XX: 124. 1846; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 217. 1853. Lám. 73, Fig. 16. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Carex aematorhyncha* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 224. 1853. Lám. 73, Fig. 22. NA.: *Carex aematorhyncha* EM. DESVAUX. Fam. Ciperáceas.

- Carex antucensis* KUNZE ex KUNTH en Enumeratio Plantarum... 2: 412. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 211. 1853. Lám. 73, Fig. 12. NA.: *Carex decidua* BOOTT en Proceed. Linn. Soc. XX: 119. 1846. Fam. Ciperáceas.
- Carex beecheyana* BOOTT ex EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 223. 1853. Lám. 73, Fig. 21; y en Illustrations of the genus *Carex* I: 67. 1858. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Carex berteroaana* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 198. Lám. 73, Fig. 1. NA.: *Carex setifolia* KUNZE var. *berteroaana* (DESVAUX) GUNCKEL (1954). Fam. Ciperáceas.
- Carex bracteosa* KUNZE ex KUNTH en Enumeratio Plant. 2: 376. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 207. Lám. 73, Fig. 8. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Carex brongniartii* KUNTH, en Enum. Plant. 2: 380. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 208. 1853. Lám. 73, Fig. 8. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Carex chilensis* BRONGNIART en Voyage autour du monde... sur la corvette Coquille..., Bot. Phanerog. I: 156. 1834; KUNTH, Enum. Plant... 2: 420. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 221. 1853. Lám. 73, Fig. 19. NA.: *Carex riparia* CURT var. *chilensis* (BRONGNIART) KUEKENTHAL. Fam. Ciperáceas.
- Carex excelsa* POEPPIG ex KUNTH, Enumeratio Plant. 2: 302. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 218. 1853. Lám. 73, Fig. 15. NA.: *Carex pseudo-cyperus* L. var. *haenkeana* (PRESL) KUEK. Fam. Ciperáceas.
- Carex fuscula* EM. DESVAUX [non D'Urville] en GAY, Bot. 6: 216. 1853. Lám. 73, Fig. 14. NA.: *Carex fuscula* D' URVILLE var. *distentia* (KUNZE ex KUNTH) KUEKENTHAL: basado en *Carex distenta* KUNZE ex KUNTH. Fam. Ciperáceas.
- Carex gaimardioides* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 202. 1853. Lám. 73, Fig. 2. NA.: *Scirpus deserticola* PHIL. (1860) y *Scirpus hieronymi* BOECKELER (1888). Fam. Ciperáceas.
- Carex gayana* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 205. 1853 Lám. 73, Fig. 3. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Carex hypoleucos* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 203. 1853. Lám. 73, Fig. 5. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Carex melanocystis* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 203. 1853. Lám. 73, Fig. 5. NA.: *Carex maritima* GUNNER var. *melanocystis* (EM. DESVAUX) GUNCKEL. Nov. Comb. Fam. Ciperáceas.
- Carex paleata* BOOTT en Carices species novae vel minus cognitae, Transactions of the Linnean Soc. XX: 127. 1846; HOOKER f., Flora Antarctica 2: 367. 1847; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 219. 1853. Lám. 73, Fig. 17. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Carex phalaroides* KUNTH en Enum. Plant. 2: 482. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 215. 1853. Lám. 73, Fig. 13. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Carex piptolepis* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 201. 1853. Lám. 73, Fig. 7. NA.: *Carex setifolia* KUNZE ex KUNTH var. *berteroaana* (EM. DESVAUX) GUNCKEL. Fam. Ciperáceas.
- Carex propinqua* NEES ab ESENBECK & MEYEN, en Meyen, Reise... 1: 116. 1834 (NOMEN) ex KS. KUNTH Enum. Plant. 2: 396. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 209. 1853. Lám. 73, Fig. 9. NA.: *Carex macloviana* D'URVILLE (1826). Fam. Ciperáceas.
- Carex pycnostachya* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 204. 1853. Lám. 73, Fig. 11. non KAR. & KIR. NA.: *Carex nebularium* R. A. PHILLIPPI (en AUCH 93: 493. 1896). Fam. Ciperáceas.
- Carex setifolia* KUNZE en Synops. Plant. Americ. austral. 26 ex KUNTH, Enumeratio Plant. 2: 422. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 200. 1853 Lám. 73, Fig. 16. NA.: *Carex setifolia* KZE. var. *berteroaana* (DES.) GUNCKEL. Fam. Ciperáceas.
- Carex trifida* CAVANILLES en Icones et Descriptiones plant... 5: 41, tab. 465. 1799; KUNTH, Enum. Plant. 2: 501. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 222. 1853. Lám. 73, Fig. 20. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Carex urvillaei* BRONGNIART en Voy. autour du monde... sur la corvette Coquille... Bot. Phanerog. I: 157. 1834; KUNTH, Enum. Plant. 2: 517. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 220. 1853. Lám. 73, Fig. 18. NA.: *Carex pumila* THUNBERG var. *urvillaei* (BRONGNIART) KUEKENTHAL. Fam. Ciperáceas.
- Carica pyriformis* WILLDENOW en LINNÉ, Species Plant. iv: 815. 1805 (non HOOKER ET ARNOTT) en GAY, Bot. 2: 413. 1846. Lám. 25. NA.: *Carica chilensis* Planchon en Annal. Sc. Nat., Ser. iv, 2: 259. 1854. Fam. Caricáceas.
- Carmelita formosa* C. GAY ex DE CANDOLLE, Prodromus... 7: 14. 1838; RÉMY en GAY, Bot. 3: 286. 1847. Lám. 37, Fig. 1. NA.: *Chatanthera villosa* D. DON (1832). Fam. Compuestas.
- Catabrosa tenuifolia* PRESL en Reliquiae Haenkeanae... I: 256. 1830; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 392. 1853. Lám. 81, Fig. 2. NA.: *Puccinellia tenuifolia* (PRESL) PARODI (en Notas Museo La Plata 2: 16. 1937). Fam. Gramíneas.

- Cissarobryon elegans* POEPPIG en Fragmentum Synopseos Plantarum phanerog. in Chile lectanum: 29. 1833; GAY, Bot. I: 404. 1845. Lám. 13. NA.: *Viviania elegans* (POEPPIG), REICHE, JOHNSON & FED. PHILIPPI, Fam. Geraniáceas.
- Closia cotula* RÉMY en GAY, Bot. 4: 120. 1849. Lám. 46, Fig. 2. NA.: *Perityle emeryi* TORREY var. *cotula* (RÉMY) GUNCKEL, Nov. Comb. Fam. Compuéstas.
- Colliguaya domeykoana* C. GAY en GAY, Bot. 5: 341. 1849. Lám. 61. non A JUSSIEU (1832). NA.: *Colliguaya salicifolia* GILLIES et HOOKER (Bot. Misc. I: 141. 1830). Fam. Euforbiáceas.
- Cruckshanksia montiana* CLOS en GAY, Bot. 3: 195. 1847. Lám. 33, Fig. 1. NA.: *Cruckshanksia montiana* CLOS. Fam. Rubiáceas. NOTA: el nombre específico exacto es *Montiana*: su autor lo dedicó al "ilustre y sabio ministro del interior de Chile, el joven Manuel Montt" (en GAY, Bot. 3: 196. 1847).
- Cruckshanksia pumila* CLOS en GAY, Bot. 3: 196. 1847. Lám. 33, Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Rubiáceas.
- Cunina sanjuentesi* CLOS en GAY, Bot. 3: 203. 1847. Lám. 34. NA.: *Nertera granadensis* (LINNEO fil.). DRUCE. Fam. Rubiáceas. NOTA: Véase R. A. PHILIPPI, Auch 41: 732. 1872; REICHE y FED. PHILIPPI, Auch 106: 975. 1900 y en Flora de Chile 3: 135. 1902; LINNEO fil., Supplement. :129. 1781 sub *Gomezia granadensis* MUTIS ex LINNEO fil.
- Cyperus grammicus* KUNZE ex KUNTH en Enumerato. Plant. 2: 6. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 162. 1853. Lám. 70, Fig. 1. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Cyphocarpus rigescens* MIERS en JOHN MIERS, Hooker's, The London Journal of Botany... 7: 62. 1848; GAY, Bot. 4: 336. 1849. Lám. 50. NA.: El mismo. Fam. Campanuláceas.
- Chabraea salina* RÉMY en GAY, Bot. 3: 393. 1847. Lám. 41, Fig. 2. NA.: *Leuceria salina* (RÉMY) REICHE et FED. PHILIPPI (en Auch 116: 196. 1905 y en Flora de Chile 4: 418. 1905). Fam. Compuéstas.
- Chaetanthera glandulosa* RÉMY en GAY, Bot. 3: 311. 1848. Lám. 35. Fig. 1. NA.: El mismo. Fam. Compuéstas.
- Chevreulia thouarsii* RÉMY en GAY, Bot. 3: 332. 1847. Lám. 37, Fig. 2. NA.: *Chevreulia sarmentosa* (PERSOON) BLAKE (1925): basado en *Tussilago sarmentosa* PERSOON (1807). Fam. Compuéstas.
- Chloraea densa* A. RICHARD en GAY, Bot. 5: 454. 1849. Lám. 64. NA.: *Chloraea membranaceae* LINDLEY (en Gen. et Spec. Orch. :401. 1840). Fam. Orquídeas.
- Chloraea gayana* A. RICHARD en GAY, Bot. 5: 439. 1849. Lám. 63. NA.: *Chloraea speciosa* POEPPIG (en Fragm. Synops. Plant. Phan. Chil. :14. 1833). Fam. Orquídeas.
- Chloraea odontoglossa* A. RICHARD en GAY, Bot. 5: 45. 1849. Lám. 65. NA.: El mismo, aunque C. REICHE en Orquídeas chilenas :60. 1910 la considera una especie problemática. Fam. Orquídeas.
- Chusquea culeou* E. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 450. 1853. Lám. 83. Fig. 2. NA.: *Chusquea rugi* (Molina) REBECA ACEVEDO. Fam. Gramíneas.
- Chusquea cumingii* NEES ab ESENBECK, en Linnaea IX: 487. 1834; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 448. 1853. Lám. 83, Fig. 1. NA.: El mismo. Fam. Gramíneas.
- Danthonia aureovulva* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 362. 1853. Lám. 80, Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Gramíneas.
- Danthonia chilensis* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 360. 1853. Lám. 80, Fig. 3. NA.: El mismo. Fam. Gramíneas.
- Danthonia violacea* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 365. 1853. Lám. 80, Fig. 1. NA.: El mismo. Fam. Gramíneas.
- Decostea ruscifolia* CLOS en GAY, Bot. 8: 395. 1852. Lám. 32 bis. NA.: *Griselinia ruscifolia* (CLOS) TAUBERT (1893). Fam. Cornáceas.
- Desfontainea spinosa* RÉMY en GAY, Bot. 5: 99. 1849. (NON *Desfontainea spinosa* RUIZ et PAVON). Lám. 56. NA.: *Desfontainea spinosa* RUIZ et PAVON var. *hookeri* (DUNAL) REICHE y FED. PHILIPPIS basado en *Desfontainia hookeri* DUNAL (en DC. Prodróm. 13 (a): 676. 1852) Fam. Loganiáceas. NOTA *Desfontainia* RUIZ et PAVON (1794); *Desfontainia* HUMBOLDT, BONPLAND et KUNTH (1825).
- Deyeuxia chrysostachya* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 323. 1853. Lám. 78, Fig. 2. NA.: *Calamagrostis chrysantha* (PRESL) STEUDEL (en Nomenclat. Bot., Edic. 2, I: 250. 1840): basado en *Deyeuxia chrysantha* PRESL en Reliq. Haenk I: 247. 1830. Fam. Gramíneas.
- Deyeuxia erythrostachya* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 324. 1853. Lám. 78, Fig. 1. NA.: *Calamagrostis erythrostachya* (EM. DESVAUX) HACKEL ex STUCKERT (en Anales Museo Nac. Buenos Aires, Ser. 3, 6: 476. 1906). Fam. Gramíneas.
- Dichromena atrosanguinea* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 190. 1853. Lám. 71, Fig. 5. NA.: *Scirpus californicus* (C. A. MEYER) STEUDEL var. *spoliatus* BARROS (en Lilloa I: 69. 1937). Fam. Ciperáceas.
- Dinemagonum gayanum* A. DE JUSSIEU en Monographie des Malpighiacées: 351.

- Dinandra glaberrima* ADRIEN DE JUSSIEU en Monographie des Malpighiacées: 329. 1843 (Arch. Mus. D'Histoire Nat., París, 3: 583. 1843); GAY Bot. I: 358. 1845. Lám. 9. NA.: El mismo. Fam. Malpigiáceas.
- Diposi bulbocastanum* DC. en Prodrómus 4: 668. 1830; CLOS en GAY, Bot. 3: 96. 1847. Lám. 31, Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Umbelíferas.
- Dolichogyne candollei* RÉMY en GAY, Bot. 4: 103. 1849. Lám. 45. NA.: *Nardophyllum lanatum* (MEYEN) CABRERA. Fam. Compuestas.
- Egania dioica* RÉMY en GAY, Bot. 3: 327. 1847. Lám. 36, Fig. 1. NA.: *Chaetanthera dioica* (RÉMY) ROBINSON (en Proceed. Americ. Acad. 49: 514. 1913).
- Eritrichium phacelooides* CLOS. Lám. 52 bis, Fig. 1.
- NOTA: La lámina indicada no corresponde a *E. phacelooides* CLOS sino a la especie que I. M. JOHNSTON denominó *Cryptantha gayi*, cuyo tipo herborizó CLAUDIO GAY en la provincia de Coquimbo: Arqueros [29° 49' - 70° 58'], en octubre de 1836 (Col. GAY: 1921). Fue descrita en Contribución from the Gray Herbarium of Harvard University N° 78 (A Revisión of the South American boraginoidae por I. M. JOHNSTON): 71. 1927. NA.: *Cryptantha gayi* I. M. JOHNSTON. Fam. Boragináceas.
- Eucryphia pinnafida* GAY en GAY, Bot. I: 352. 1845. Lám. 8. NA.: *Eucryphia glutinosa* (POEPPIG et ENDLICHER) FOCKE (en ENGLER und PRANTL, Naturl. Pflanzenfam. 3: 6. 1839: basado en *Fapus glutinosa* POEPPIG et ENDLICHER (1839). Fam. Euforbiáceas.
- Eutoca cumingii* BENTHAM en Transactions of the Linnean Society 17: 276. 1837; GAY, Bot. 4: 450. 1848. Lám. 53. Fig. 1. NA.: *Phacelia cumingii* (BENTHAM) A. GRAY (en Proceed. Americ. Acad. X: 327. 1875). Fam. Hidrofiláceas.
- Gayophytum humile* AD. DE JUSSIEU (en Annales des Sciences Naturelles, Sér. 1, 25: 18, tab.3. 1832); GAY, Bot. 2: 324. 1846. Lám. 22, Fig. 1. NA.: El mismo. Fam. Enoteráceas.
- Godetia gayana* SPECH (en Nouvelles Annales Museum d'histoire naturelle de París IV: 391. 1835; GAY, Bot. 2: 340. 1846. Lám. 23. NA.: *Godetia tenuifolia* (CAVANILLES) SPACH (1. c.: 4: 390. 1835): basado en *Oenothera tenuifolia* CAVANILLES (1797). Fam. Enoteráceas.
- Gruvelia pusilla* A. DC. (en Prodrómus x: 119. 1846); CLOS en GAY, Bot. 4: 482. 1849. Lám. 52 bis, Fig. 3. NA.: *Pectocarya pusilla* (A. DC.) A. GRAY (en Proceed. Americ. Acad. xii: 81. 1876). Fam. Boragináceas.
- Gymnophyton polycephalum* CLOS, GAY, Bot. 3: 103. 1847. Lám. 32, Fig. 1. NA.: *Gymnophyton polycephalum* (GILLIES et HOOKER (en Bot. Misc. I: 332, tab. 67 B. 1830). Fam. Umbelíferas.
- Gymnothrix chilensis* EM. DESVAUX en GAY, Bot. VI: 251. 1853. Lám. 74. NA.: *Pennisetum chilense* (EM. DESVAUX) JACKSON (en Nova Acta Regiae Soc. Scient. Upsaliensis IV (1): 172. 1905. Fam. Gramíneas.
- Heleocharis costulata* NEES ab ESENBECK et MEYEN (Linnaea IX: 294. 1834; KUNTH, Enum. Plant. 2: 142. 1837; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 173. 1853. Lám. 71, Fig. 2. NA.: *Eleocharis radicans* (POIRET) KUNTH (en Enumeratio Plantarum. 2: 142. 1837: basado en *Scirpus radicans* POIRET (1804). Fam. Ciperáceas.
- Heleocharis melanocephala* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 175. 1853. Lám. 71, Fig. 1. NA.: *Eleocharis albibracteata* NEES ab ESENBECK & MEYEN ex KUNTH (en KUNTH, Enumeratio Plant. 2: 143. 1837 y en Linnaea IX: 294. 1835). Fam. Ciperáceas.
- Heleocharis striatula* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 173. 1853. Lám. 71, Fig. 3. NA.: *Eleocharis bonariensis* NEES ab ESENBECK. Fam. Ciperáceas.
- Helosciadium gracile* CLOS en GAY, Bot. 3: 124. 1847. Lám. 31, Fig. 1. NA.: *Apium laciniatum* (DC) URBAN (en MARTIUS). Flora Bras. xi (1): 343. 1879: basado en *Helosciadium laciniatum* DC. (en Prodrómus iv: 105. 1830 y en Mém. Soc. Phys. Genev. iv: 495. 1828). Fam. Umbelíferas.
- Hexaptera cuneata* GILLIES et HOOKER (en Botanical Miscellany I: 352. 1830); BARNÉOUD en GAY, Bot. I: 178. 1845. Lám. 5, Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Crucíferas.
- Hexaptera linearis* BARNÉOUD en GAY, Bot. I: 176. 1845. Lám. 5, Fig. 3. NA.: El mismo. Fam. Crucíferas.
- Huidobria chilensis* GAY en GAY, Bot. I: 440. 1845. Lám. 26. NA.: *Loasa chilensis* (GAY) URBAN (en Berichte Deutsch. Bot. Ges. X: 222. 1892 y en Monographie Loasacearum: 258. 1900). Fam. Loasáceas.
- Infantea chilensis* RÉMY en GAY, Bot. 4: 259. 1849. Lám. 48, Fig. 1. NA.: *Amblyopappus pusillus* HOOKER et ARNOTT (en Journal of Botany 3: 321. 1841). Fam. Compuestas.
- Isolepis albescens* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 188. 1853. Lám. 70, Fig. 2. NA.: *Scirpus inundatus* (R. BROWN) POIRET (1817): basado en *Isolepis inundata* ROBERT BROWN (1810). Fam. Ciperáceas.
- Isolepis nigricans* HUMBOLDT, BONPLAND et KUNTH (en Nova Gen. et Spec. ...I: 220. 1815); EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 187. 1853. Lám. 70, Fig. 3. NA.: *Scirpus inundatus* (R. BROWN) POIRET. Fam. Ciperáceas.

- Lastarriaea chilensis* RÉMY en GAY, Bot. 5: 290. 1848. Lám. 58. Fig. 1. NA.: El mismo. Fam. Poligonáceas.
- Lepidoceras punctatum* CLOS en GAY, Bot. 3: 165. 1847. Lám. 32 bis 1, Fig. 1. NA.: *Eremolepis punctulata* (CLOS) GRISEBACH (en Abhandl. Königl. Ges. der Wissenschaften zu Goettingen VI: 124. 1854 (y en Systematische Bemerkungen...: 36. 1854). Fam. Lorantáceas.
- Lepidoceras squamifer* CLOS en GAY, Bot. 3: 166. 1847 (publicado en junio de 1848). Lám. 32 bis 1, Fig. 2. NA.: *Lepidoceras kingii* HOOKER fil., (en Flora Antarctica 2: 293. 1848). Véase: H. GUNCKEL L. Un curioso caso de hemiparasitismo vegetal y algunos datos sobre *Lepidoceras kingii* HOOKER f. en Rev. Univ. (U.C.) 24: 183-186. 1939. Fam. Lorantáceas.
- Leucocoryne purpurea* GAY en GAY, Bot. 6: 122. 1853. Lám. 69. NA.: *Leucoryne ixioides* LINDLEY var. *purpurea* (GAY) BAKER (en On Liliaceae in Journal of Linnean Soc., London, Botany, XI: 375. 1871). Fam. Liliáceas.
- Loasa multifida* RÉMY en GAY, Bot. 2.: 457. 1846. Lám. 27. Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Loasáceas.
- Loxodon chilensis* DC. (Prodromus... 7: 44. 1838); RÉMY en GAY, Bot. 3: 329. 1847. Lám. 36, Fig. 2. NA.: *Chaptalia excapa* (PERSOON) BAKER var. *chilensis* (DC) BURKART (en Darwiniana 6 (4): 538: 1944. Fam. Compuestas.
- Lagunoa glandulosa* WALPERS, Repertorium botanices systemáticæ 5: 421. 1845; GAY, Bot. I: 370. 1845. Lám. 11. NA.: El mismo. Fam. Sapindáceas.
- Malacochaete riparia* NEES ab ESENBECK ET MEYER (en Linnaea X: 184. 1836 y en Nova Acta Acad. Caes. Leopold. Carol. Naturae Curiorum... XIX, Suppl. I: 90. 1843); EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 176. 1853. Lám. 71. Fig. 4. NA.: *Scirpus californicus* (MEYER) STEUDEL (en Nomenclt. Bot., Edic. 2, 2: 538. 1841: basado en *Elystrospermum californicum* C. A. MEYER (1830). Fam. Ciperáceas.
- Malva belloa* GAY en GAY, Bot. I: 304. 1845. Lám. 7. NA.: *Sphaeralcea purpurata* (LINDLEY) KRAPOVICKAS (en Lilloa 17: 218. 1949: basado en *Malva purpurata* LINDLEY (en Bot. Reg., Tab. 1362. 1830). Fam. Malváceas.
- Miersia chilensis* LINDLEY (en JOHN MIERS, Travels in Chile and La Plata 2: 529. 1826 (Nomen) y en Botanical Register sub Tab. 992. 1826); GAY, Bot. 4: 100. 1849. Lám. 68. NA.: El mismo. Fam. Liliáceas.
- Mimulus nummularius* CLOS en GAY, Atlas Botánica Fanerogámica: Lam. 57. NA.: *Mimulus luteus* L. var. *nummularius* (CLOS). Fam. Escrofulariáceas.
- Molina chilensis* GAY, Bot. 5: 346. 1849. Lám. 62. NA.: *Dypsopsis glechomoides* (RICHARD) MUELLER - ARGOVIENTSIS (en DC. Prodrum. 15 (2): 949. 1862: basado en *Hydrocotyle glechomoides* RICHARD (1820). Fam. Euforbiáceas.
- Monandriaira berteroa* (KUNTH) EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 343. 1853. Lám. 79, Fig. 3. NA.: *Deschamsia berteroa* (KUNTH) TRINIUS (en Mém. Acad. St. peterb., ser. 6, 4: 10. 1838: basado en *Trisetum berteroa* KUNTH (en Rev. Gram.: 457, Tab. 142. 1829). Fam. Gramíneas.
- Monandriaira glauca* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 342. 1853. Lám. 79, Fig. 1. NA.: *Deschampsia glauca* (EM. DESVAUX) PARODT (1949). Fam. Gramíneas.
- Monttea chilensis* CLOS en GAY, Bot. 4: 416. 1849. Lám. 51. NA.: El mismo. Fam. Escrofulariáceas.
- Myosurus apetalus* GAY, en Bot. I: 31. 1845. Lám. 1, Fig. 1. NA.: El mismo. Fam. Ranunculáceas.
- Nassella pungens* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 258. 1853. Lám. 75, Fig. 1. NA.: El mismo. Fam. Gramíneas.
- Odontocarpa gayana* RÉMY en GAY, Atlas, Bot. Fanerogámica Lám. 44. En el texto en GAY, Bot. 4: 36. 1849 como *Brachyris gayana* RÉMY. NA.: *Gutierrezia gayana* (RÉMY) REICHE y FED. PHILIPPI (en AÜCh: Flora de Chile). Fam. Compuestas.
- Oxalis arbuscula* BARNÉOUD en GAY, Bot. I: 443. 1845. Lám. 14, Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Oxalidáceas.
- Oxalis berteroa* BARNÉOUD en GAY, Bot. I: 437. 1845. Lám. 14, Fig. 1. NA.: El mismo. Fam. Oxalidáceas.
- Panagyrum glomeratum* GILLIES ex D. DON (Descriptive catalogue o the Compositae contained in the Herbarium of Dr. Gillies... Philisophical Magazine XI: 390. 1832); RÉMY en GAY, Bot. 3: 367. 1847. Lám. 42. NA.: *Nassauvia glomerata* (GILLIES) WEDDELL (en Chloris Andina I: 53. 1855). Fam. Compuestas.
- Pectocarya chilensis* A. DE CANDOLLE (en Prodrum. x: 120. 1846); CLOS en GAY, Bot. 4: 48. 1849. Lám. 52 bis, Fig. 2. NA.: *Pectocarya linearis* (RUIZ et PAVON) DC. (Prodrum. x: 120. 1846): basado en *Cynoglossum lineare* RUIZ et PAVON (199). Fam. Borragináceas.
- Perreymondia brongniartii* BARNÉOUD (en Annales des Sciences Naturelles, Sér. 3, 3: 168. 1845); GAY, Bot. I: 149. 1845. Lám. 4. NA.: *Schizopetalum brongniartii* (BERNÉOUD) REICHE, JOHOW y FED. PHILIPPI. Fam. Crucíferas.
- Pintoa chilensis* GAY, Bot. I: 480. 1845. Lám. 16. NA.: El mismo. Fam. Zigoofiláceas.

- Piptochaetium panicoides* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 270. 1853. Lám. 75, Fig. 2. NA.: *Piptochaetium panicoides* (LAMARCK) EM. DESVAUX: basado en *Stipa panicoides* LAMARCK (1791). Fam. Gramíneas.
- Pleocarpus revolutus* D. DON (en Transactions of the Linnean Soc., London, Bot. xvi: 228. 1830) y RÉMY en GAY, Bot. 3: 427. 1847. Lám. 43. NA.: *Jungia revoluta* (D. DON) ROBINSON (en Proceed. Americ. Acad.). 41: 278. Fam. Compuestas.
- Polypogon linearis* TRINIUS (en Linnaea X: 301. 1836); EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 300. 1853. NA.: El mismo. Fam. Gramíneas.
- Psychophila andicola* GAY en Bot. I: 149. 1845. Lám. 2. NA.: *Caltha sagittata* CAVANILLES (1799). Fam. Ranunculáceas.
- Reyesia chilensis* CLOS en GAY, Bot. 4: 419. 1849. Lám. 52. NA.: *Salpiglossus chilensis* (CLOS) WETTSTEIN (1895). Fam. Solanáceas.
- Rhomboelytrum berteroaenum* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 387. 1853. Lám. 81, Fig. 1. NA.: *Gymnache koelerioides* (TRINIUS) L. R. PARODI (en Rev. Arg. de Agronomía 29 (1-2): 19. 1962: basado en *Poa koelerioides* TRINIUS (1839). Fam. Gramíneas.
- Rhomboelytrum rhomboideum* LINK en Hort. Berol. 2: 296. 1833; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 386. 1853. Lám. 81, Fig. 3. NA.: *Trodia filiformis* NEES ab ESENBECK ex STEUDEL (1855). Fam. Gramíneas.
- Saubinetia helianthoides* RÉMY en GAY, Bot. 6: 284. 1849. Lám. 49. NA.: *Verbesina saubinetia* KLATT (en Leopoldina xx: 92. 1884). Fam. Compuestas.
- Soliera pulchella* CLOS en GAY, Bot. 4: 489. 1849. Lám. 53, Fig. 2. NA.: *Kurzamra pulchella* (CLOS) O. KUNTZE (en Revisio Generum Plantarum 2: 521. 1891). Fam. Labiadas.
- Sphaerostigma divaricatum* GAY en GAY, Bot. 2: 328. 1846. Lám. 22, Fig. 2. NA.: *Oenothera contorta* DOUGLAS var. *divaricata* (GAY) MUNZ en Las Onagráceas de Chile en Rev. Univ. (U. C.) xxii (1): 271. 1937. Fam. Enoteráceas.
- Stipa chrysiphylla* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 278. 1853. Lám. 76, Fig. 2. NA.: El mismo. Fam. Gramíneas.
- Tristagma dimorphopetala* GAY, en Bot. 6: 126. 1853. Lám. 69 bis. NA.: El mismo. Fam. Liliáceas.
- Strongyloma axilare* DC. (en Prodrromus. . 7: 52. 1838); RÉMY en GAY, Bot. 3: 360. 1847. Lám. 40. NA.: *Stongyloma axillare* (LAGASCA) DC.: basado en *Triptilion axillare* LAGASCA ex SPRENGEL (Syst. Vegetab. 3: 506. 1826). Fam. Compuestas.
- Theresa valdiviana* CLOS en GAY, Bot. 4: 497. 1849. Lám. 54. NA.: El mismo. Fam. Labiadas.
- Triptilion (Triptilium) beneventii* RÉMY en GAY, Bot. 3: 357. 1847. Lám. 39. NA.: El mismo. Fam. Compuestas.
- Tylloma glabratum* DC. (en DC. Prodrrom. 7: 32. 1838); RÉMY en GAY, Bot. 3: 317. 1847. Lám. 35, Fig. 8. NA.: *Chaetanthera glabrata* (DC.) MEIGEN (en Bot. Jahrb. xxiii: 456. 1896). Fam. Compuestas.
- Uncinia erinacea* PERSOON (1807); EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 231. 1853. Lám. 72, Fig. 5. NA.: *Uncinia erinacea* (CAVANILLES) PERSOON basado en *Carex erinacea* CAVANILLES. Fam. Ciperáceas.
- Uncinia longifolia* EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 226. 1853. Lám. 72, Fig. 1 (non KUNTH. Ni C. A. MEYER). NA.: *Uncinia pleoides* (CAV.) PERSOON (1807): basado en *Carex phleoides* CAVANILLES (1799). Fam. Ciperáceas.
- Uncinia macrostachys* POEPPIG ex EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 229. 1853. Lám. 72, Fig. 2. NA.: *Uncinia multifaria* NEES ab ESENBECK var. *macrostachys* (POEPPIG ex EM. DESVAUX) KUEKENTHAL (1909). Fam. Ciperáceas.
- Uncinia multifaria* NEES ex BOOTT en HOOKER f., Flora Antarctica 2: 369. 1847; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 229. 1853. Lám. 73, Fig. 23. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Uncinia phleoides* PERSOON (Synops. Plant. 2: 534. 1807); EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 225. 1853. Lám. 72, Fig. 6. NA.: *Uncinia phleoides* (CAVANILLES) PERSOON (1807): basado en *Carex phleoides* CAVANILLES (1799). Fam. Ciperáceas.
- Uncinia tenuis* POEPPIG ex KUNTH 'en Enum. Plant. 2: 525. 1837); EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 232. 1853. Lám. 72, Fig. 4. NA.: El mismo. Fam. Ciperáceas.
- Uncinia trichocarpa* C. MEYER en Cyperacea Novae II: tab. 4. 1831 y en Mém. Acad. St. Pétersb. I: 205, tab. 4. 1831; EM. DESVAUX en GAY, Bot. 6: 227. 1853. Lám. 72, Fig. 3. NA.: *Uncinia phleoides* (CAV.) PERSOON var. *trichocarpa* (C. A. MEYER). C. B. CLARKE. Fam. Ciperáceas.
- Valdivia gayana* RÉMY en GAY, Bot. 3: 44. 1847. Lám. 29. NA.: El mismo. Fam. Saxifragáceas (Véase: H. GUNCKEL L. Contribución a la Flora Valdivia I: *Valdivia gayana* RÉMY en Revista Chilena de Hist. Nat. 34: 101-106. 1930; además H. GUNCKEL L. *Valdivia gayana* en Rev. Univ. (U. C.) 38: 20-23. con 1 lámina. 1934).
- Viola portalesia* GAY, Bot. I: 200. 1845. Lám. 6. NA.: *Viola caulescens* MOLINA (en Saggio. . . , edic. 2, 133. 1810). Fam. Violáceas.
- Viviania tenuicalis* BARNÉOUËD en GAY, Bot. I: 402. 1845. Lám. 12 (11). NA.: El mismo. Fam. Geraniáceas.
- Werneria pinnatifida* RÉMY en GAY, Bot. 4: 216. 1849. Lám. 47, Fig. 2. NA.: *Werneria heteroloba* WEDDELL forma *microcephala* ROCKHAUSEN (en Bot. Jahrb. 70: 283. 1939). Fam. Compuestas.
- Werneria rhizoma* RÉMY en GAY, Bot. 4: 215. 1849. Lam. 47, Fig. 1, NA.: *Werneria pygmaea* GILLIES ex HOOKER et ARNOTT (Hooker's, Journal of Botany 3: 348. 1841). Fam. Compuestas.



## DON CLAUDIO GAY, ZOOLOGO \*\*

LUCIANO E. CAMPOS S. (\*)

Se me ha asignado en esta velada, de la serie destinada a honrar el Centenario de la muerte del ilustre naturalista francés CLAUDIO GAY, desarrollar ante ustedes el tema "GAY, Zoólogo y Entomólogo".

Pero en la multifacética y sólida personalidad científica de GAY este campo de especialización es tal vez en el que menos autoridad sentía don CLAUDIO, ya que él era auténticamente un Naturalista, en la noble acepción en que esta denominación se empleaba en la Europa del siglo XIX.

Me permito también creer que el título del tema no es apropiado ni justo, porque GAY fue reconocidamente más un Botánico que un Zoólogo, y quizás si más acertado no sería titularlo "GAY, como Zoólogo y como Entomólogo", y es con esta aclaración y este significado que quisiera abordarlo esta tarde.

Conocemos bastante bien los antecedentes personales de GAY, gracias a BARROS ARANA, y a autores contemporáneos como CARLOS PORTER, GUILLERMO FELIÚ CRUZ, CARLOS STUARDO, CARLOS MUÑOZ PIZARRO, y otros, que conformarían lo que hoy día llamamos su *Curriculum Vitae*.

Su obra botánica y zoológica ha sido también analizada el siglo pasado por el Dr. RODOLFO AMANDO PHILIPPI en los Anales de la Universidad de Chile. Muchos otros especialistas en plantas, animales e insectos han estudiado o re-descrito sus especies en catálogos y monografías, destacando así lo grandioso y perdurable de su obra científica.

DON CLAUDIO GAY nació en Draguignan, Departamento de Var, en Provenza, en el sur de Francia, el 18 de marzo de 1800, haciendo sus primeros estudios en su ciudad natal y los de Ciencias naturales con varias célebres autoridades de la época y también en el Museo de París.

En diversas comisiones de estudio y de colecta, como coleccionista del Museo de París, recorre muy joven Grecia, Asia Menor e islas adyacentes, herborizando también en los Alpes Franceses. Contratado por el Botánico italiano Profesor BALBIS, colectó para él plantas en Italia, recorriendo la península hasta Carrara, célebre por sus mármoles, y que frecuentemente cita en sus informes.

Llegó a Valparaíso, tentado por las ofertas de su compatriota PEDRO CHAPUIS, el 8 de diciembre de 1828, de apenas 28 años de edad, es decir, en la irrefrenable iniciación de una vida activa y productiva. El Colegio de Santiago, para enseñar en el cual lo había contratado CHAPUIS, no existía, y el mismo CHAPUIS había desaparecido de Chile en condiciones bastante sospechosas, que confirmaban el fracaso de la empresa anunciada, pero no cumplida.

Analizando la vida de GAY, estas dos primeras y curiosas circunstancias parecen providenciales y determinantes para el resto de su vida: llegar de 28 años al último rincón del mundo, y haber sido virtualmente engañado para venir a Chile. ¡A los 28 años, en el comienzo de una impaciente juventud, sin trabajo ni medios de subsistencia, en un país lejano y todavía desorganizado! No puede caber dudas que estos acontecimientos, inicialmente desgraciados y lamentables, determinaron el futuro de la vida privada y científica de GAY.

Casi dos años estuvo don CLAUDIO en Santiago viviendo de la generosidad de los hogares patricios de la capital que lo recibían y lo atendían, y sin contar con otros recursos que los muy limitados que le propor-

(\*) Presidente de la Sociedad Chilena de Entomología.

(\*\*) Conferencia dada en el Museo Nacional de Historia Natural el 14 de diciembre de 1973.

cionaban en esos mismos y en otros hogares las clases que podía dictar a niños y jóvenes de las familias que lo acogían. Su ignorancia del español hacía más penosa esta situación, según él mismo lo confiesa.

Es oportuno recordar que dos de las personas que más generosamente lo favorecieron fueron don FRANCISCO GARCÍA HUIDOBRO, hijo del último Marqués de Casa Real, y don JOSÉ VICENTE BUSTILLOS, farmacéutico o boticario español de mucho prestigio en Santiago, y él mismo un experimentado botánico y droguista.

No está suficientemente aclarado cómo concibió GAY, u otro, la idea de hacer un estudio de la fauna y de la flora y de los recursos naturales del país. Según BARROS ARANA, ya en los gobiernos de O'HIGGINS y FREIRE existía esta vaga intención, aunque más orientada a estudiar la geografía, los ríos y los puertos de Chile. Hay antecedentes y decisiones que confirman estos propósitos anteriores al arribo de don CLAUDIO a Chile, que nunca se llegaron a ejecutar y que no tienen el sello de inventario biológico que GAY pudo dar a su monumental Historia.

Es razonable conjeturar entonces, para mayor mérito y prestigio de la obra gayana, que fue el propio Don CLAUDIO quien finalmente impuso este carácter a su empresa, por ser las Ciencias Naturales su reconocida especialidad, su vocación y su experiencia previa.

Sabemos eso sí que fue Don JOSÉ VICENTE BUSTILLOS quien lo aconsejó entrevistarse con el poderoso Ministro Don DIEGO PORTALES. Otra vez parece lógico conjeturar que el objeto de la entrevista era conseguir un empleo para GAY como Profesor de Ciencias Naturales en el Instituto Nacional, y aliviar así sus muchos problemas, y que la idea de elaborar un estudio de las riquezas del país fue gradualmente conformándose en sucesivas entrevistas y conversaciones.

Tiempo y paciencia costó a GAY poder ser recibido por el genial Ministro, que cruzaba frío e indiferente envuelto en su capa española, la antesala donde don CLAUDIO esperaba con ejemplar perseverancia ser escuchado. Debe haberlo finalmente conseguido entre julio y agosto de 1830, porque el 14 de septiembre de ese año se firmó el Contrato por el cual GAY se comprometía con el Gobierno de Chile a realizar una expedición

científica por todo el territorio, para elaborar posteriormente con sus hallazgos e informes una Historia de Chile, dedicada principalmente a las Ciencias Naturales.

El Decreto que autoriza el Contrato no deja de ser curioso en sus considerandos, objetivos y finalidades, y lleva la firma del Vice Presidente de Chile Don JOSÉ TOMÁS OVALLE. En el artículo 1º se le da un plazo de tres años y medio para cumplir la comisión. En la cláusula 5ª se le obliga a formar un Gabinete de Historia Natural que es el origen de nuestro Museo Nacional. En la cláusula 1ª del artículo 5º el Gobierno se compromete a pagar a Don CLAUDIO ciento veinticinco pesos mensuales por semestres adelantados durante tres años y medio, y la misma suma "pero no adelantados" por otros seis meses (después de los tres años y medio) mientras preparara su obra, una vez terminadas sus exploraciones. En la cláusula 4ª se le garantiza un premio de tres mil pesos "al menos" (mil libras esterlinas o 5.000 dólares de la época) "si cumple con lo que promete".

Por Decreto de 8 de octubre de 1830 el Vice Presidente OVALLE y el Ministro Don DIEGO PORTALES nombran una Comisión formada por Don JOSÉ ALEJO BEZANILLA, Don FRANCISCO GARCÍA HUIDOBRO y Don JOSÉ VICENTE BUSTILLOS para que vigilen y controlen el desarrollo de la magna empresa. A esta Comisión dirige GAY sus numerosos y detallados informes, felizmente publicados todos en El Araucano, y cuya lectura es hoy día renovada fuente de inspiración y de conocimientos.

Tanta era la impaciencia de Don CLAUDIO por iniciar sus actividades que ya a comienzos de noviembre lo vemos partir para explorar las actuales provincias de O'Higgins y Colchagua, con cartas de recomendación del Gobierno y de otras autoridades para Intendentes, Gobernadores, Párrocos y Jefes Militares, solicitando la mayor cooperación para el éxito de su dura y esforzada empresa. Sus primeros informes a la Comisión tienen fechas 20 de febrero y 17 de abril de 1831, dirigidas desde San Fernando y publicadas posteriormente en El Araucano.

En los meses de invierno de 1831 recorre el Departamento de Copiapó y el desierto de Atacama con resultados desalentadores por lo seco del año; en julio y agosto explora Valparaíso, Aconcagua y Santiago, y a fi-

nes de diciembre vuelve a Valparaíso, para embarcarse en enero de 1832 hacia las Islas de Juan Fernández que merecen uno de sus más luminosos e ilustrativos informes.

El 14 de marzo de 1832 se embarca en su primer viaje a Francia llevando gran cantidad de material biológico y mineralógico preservado, recogido en sus excursiones, que es indiscutiblemente el más grande aporte sistemáticamente recolectado y preparado salido de Chile para ser estudiado en Europa.

Dos años después, el 13 de mayo de 1834, regresa a Valparaíso, después de dejar establecidas en Francia las primeras conexiones para avanzar en su Historia. En junio recorre Melipilla, Casablanca y localidades de Santiago. En septiembre parte en su más extensa exploración, a las provincias de Valdivia y Osorno, sector del Lago Llanquihue, Seno de Reloncaví y provincia de Chiloé, regresando a Valparaíso a fines de abril de 1836. ¡Casi dos años recorriendo prolijamente nuestras provincias australes!

Durante un año, de septiembre de 1836 a septiembre de 1837 visita otra vez, pero detenidamente la provincia de Coquimbo, regresando a la capital para explorar en noviembre el resto de Santiago y Aconcagua.

Desde septiembre de 1838 a marzo de 1839, se dedica a explorar la costa de las provincias centrales, y las actuales provincias de Maule, Ñuble, Concepción y Arauco, y la cordillera de Bío-Bío.

El Ministro Don MARIANO EGAÑA le sugiere que viaje a Lima, para consultar los archivos del Virreinato del Perú, y en marzo de 1839 se embarca al norte, regresando a Valparaíso en abril de 1840. En el Perú conoce al General MANUEL BULNES, con quien inicia una cordial y sincera amistad. Entrevista varias veces en su destierro al General Don BERNARDO O'HIGGINS, y este hombre infatigable llega hasta Amuzco, conoce las fuentes originales del Amazonas, y recorre en coche y a caballo el sur del Perú.

A su regreso a Santiago en abril de 1840, se dedica más reposadamente a arreglar y preparar sus gigantescas colecciones, aunque se da tiempo para seguir recorriendo la provincia, el cajón del río Maipo, y sectores adyacentes de Valparaíso y Aconcagua.

El 24 de junio de 1842 se embarca en Valparaíso con destino a Francia, cargado con centenares de cajones con material de

toda clase, y para comenzar en su país natal la preparación de su magna Historia. Ya no volverá a Chile hasta 1863, veinte años más tarde, que también corresponden a la gestación de su obra.

Este hombre infatigable había tenido tiempo sin embargo para contraer matrimonio en París, en 1832, con Mlle. SONIER, que lo había ayudado en el Museo a preparar material y dibujar objetos. Su única hija TERESA, nace en Valdivia en 1835, y desgraciadamente muere en París en 1850, mientras GAY visitaba España, causándole un inmenso dolor que revela en sus cartas, ya que para Don CLAUDIO esta única hija era el auxilio y consuelo de su vejez, porque años antes se había separado de su esposa.

Inspirado por Don MARIANO EGAÑA y por el joven historiador Don BENJAMÍN VICUÑA MACKENNA, GAY se había decidido a agregar a su Historia una relación de la Historia Civil de Chile, para lo cual ya vimos que había revisado en Lima los archivos del Virreinato, y se había entrevistado en el exilio con Don BERNARDO O'HIGGINS. Apasionado por esta nueva derivación de su obra, permanece ocho meses en España, entre 1849 y 1850, para examinar los Archivos de Indias, donde descubre cinco cartas nunca publicadas del Conquistador Don PEDRO DE VALDIVIA a la Sacra Imperial Majestad de CARLOS V.

Mientras tanto, por Decreto de 15 de noviembre de 1841, del Presidente Don MANUEL BULNES y su Ministro Don MANUEL MONTT, se había otorgado a GAY la ciudadanía chilena, de que él se sentía tan legítimamente orgulloso, y se hizo efectivo y se duplicó el premio de tres mil pesos ofrecido en el contrato de 1830.

El 19 de junio de 1844 Don CLAUDIO GAY, entrega en París al plenipotenciario chileno Don FRANCISCO JAVIER ROSALES, el primer volumen de la Historia Civil de Chile, y es ésta la fecha oficial de nacimiento de la magna obra que sólo se completa en 1871, dos años antes de su lamentada muerte. Son 27 años empleados en preparar e imprimir la Historia Física y Política de Chile, sin contar otros 14 años, entre 1830 y 1844, dedicados a sus exploraciones y colectas, y a reunir antecedentes y realizar consultas.

En 1845 entrega el primer volumen de Flora, y en 1847 el primero de Zoología.

La Historia Física y Política de Chile de

Don CLAUDIO GAY, en 28 volúmenes 8º y dos grandes Atlas, fue financiada por medio de suscripciones anticipadas de particulares chilenos y también del Gobierno de la República. En esta forma pudo Don CLAUDIO asegurar 605 suscripciones de particulares y 400 del Gobierno de Chile, a las que después se agregaron otras 50 del mismo Gobierno, en edición de lujo en papel marquilla y empastadas en cuero y con los Atlas iluminados en colores. La edición original fue pues de 1.055 ejemplares de la obra, aunque Don CARLOS STUARDO habla de 1.080. Su costo, de acuerdo con las prolijas anotaciones de GAY fue de 50.000 pesos de la época, es decir, 25.000 libras esterlinas, sin incluir en esta suma los sueldos y gratificaciones, y los gastos de viajes de su autor.

La Botánica y la Zoología ocupan ocho volúmenes cada una; la Historia Civil otros ocho tomos; la Agricultura dos, y los Documentos otros dos. Cada volumen tiene un promedio de 500 páginas impresas, por lo cual la obra completa tiene una extensión de 15.000 páginas. Según el prolijo estudio de Don CARLOS STUARDO, los Atlas contienen en sus dos volúmenes 315 láminas, de las cuales 103 son de plantas, 135 de animales, y el resto de Geografía, costumbres, antigüedades, planos de ciudades y paisajes, muchos de estos últimos debidos al pincel de RUGENDAS.

Generalmente se estima que científicamente, la Botánica es mejor que la Zoología en la obra de GAY, y así lo repiten BARROS ARANA y GUALTERIO LOOSER. De ser ésto efectivo, podría atribuirse, ya sea a que Don CLAUDIO era mejor Botánico que Zoólogo, o que se interesó más por las plantas que por los animales; o también, porque buscó y pudo encontrar más prestigiosas autoridades para estudiar nuestros vegetales que nuestra fauna. Es difícil decidir una cuestión tan subjetiva sin ser simultáneamente autoridad en Botánica y en Zoología.

El volumen 1 de la Zoología está impreso en París en 1847, contiene 496 páginas, y trata de Vertebrados (mamíferos y aves). El volumen 2 es de 1848, contiene 372 páginas, y estudia los Reptiles y Peces. El volumen 3 aparece en 1849, está formado por 547 páginas y se refiere a Gusanos anulares, Crustáceos y Arácnidos. El volumen 4 es también de 1849, con una extensión de 511 páginas, y termina con los Arácnidos e ini-

cia los Miriápodos y los Insectos. El volumen 5 se imprime en 1851 y contiene sólo Insectos, en 563 páginas. Los volúmenes 6 (1851, 572 páginas), 7 (1852, 471 páginas) y 8 (1854, 499 páginas), tratan de varios Ordenes de Insectos, y el último, también de Moluscos y Zoófitos. Este volumen 8 contiene además en sus últimas páginas un Suplemento (474-476), Erratas y Adiciones (477), Índice de las Láminas (478) Concordancia de nombres vulgares y Científicos (479-486), y el Índice General de la Zoología (487-499). Un total de 4.031 páginas en 8 volúmenes, aparecidos entre 1847 y 1854.

En esta obra colosal se tratan 3.110 especies de animales, de las cuales 1.833 son especies de Insectos, es decir, el 60%.

Los Ordenes estudiados son 11, a pesar de que don CLAUDIO enumera por error sólo 9 en sus Índices: Thysanuros, Anopluros, Coleópteros, Ortópteros, Neurópteros, Thysanópteros, Himenópteros, Lepidópteros, Hemípteros, Afanípteros y Dípteros. Si se considera que modernamente los Ordenes aceptados de Insectos son 60, de acuerdo con COMSTOCK y BRUES & MELANDER, se podría pensar que GAY dejó sin tratar casi 50 importantes grupos de Insectos de esta categoría. Pero es preciso recordar que los Ordenes de Insectos de GAY están considerados en el lato sentido que se empleaba en el siglo XIX, como son por ejemplo los Ortópteros o los Neurópteros, que hoy día comprenden tres o cuatro Ordenes diferentes cada uno. Asimismo, como GAY lo advirtiera continuamente, fueron miles los ejemplares que no pudieron ser oportunamente estudiados, o que no encontraron quién los estudiara, por lo cual quedaron sin ser incluidos en la Zoología. En realidad, uno echa de menos en la obra docenas y docenas de familias comunes, de las cuales GAY debió haber colectado muchos ejemplares y que aparentemente no pudieron ser estudiados.

Los Ordenes con mayor número de especies son naturalmente los Coleópteros, los Himenópteros, los Lepidópteros y los Dípteros.

Los especialistas que estudiaron los diferentes grupos fueron: el Sr. NICOLET los Thysanuros; Sr. GERVAIS los insectos ápteros; el Capitán SOLIER la mayor parte de los Coleópteros; el Marqués de SPINOLA, de Génova, los Hemípteros (incluyendo Homop-

tera) y los Hymenópteros; mientras el joven EMILE BLANCHARD se hizo cargo de Ortopteros, Lepidópteros, Dípteros y otros Ordenes menores.

Llama la atención que estos especialistas, sobre todo SOLIER y BLANCHARD, fueran jóvenes sin gran experiencia ni autoridad, y que GAY no recurriera para los grupos que ellos estudiaron, a eminentes autoridades francesas, activas en esa época, como habrían sido para los Dípteros MACQUART o DESVOIDY. Esto podría explicarse porque don CLAUDIO tenía que pagar el trabajo de los especialistas que contrataba y que SOLIER y BLANCHARD le saldrían más baratos. En cambio, NICOLET, del Museo de Versailles; GERVAIS, de la Academia de Montpellier, y sobre todo el Marqués de SPINOLA, eran reputadas autoridades internacionales en esa época.

A todos ellos, igual que el mismo GAY, su colaboración científica en la Historia Física y Política de Chile dio renombre mundial y autoridad internacional, además de perpetuar sus nombres en las especies que describieron.

Por otra parte, el mismo Sr. GERVAIS, tomó también los Mamíferos y los Miriápodos; el Sr. DESMURS trató las Aves; M. GUCHENOT los Reptiles y los Peces; M. HUPPÉ las Conchas y los Moluscos; y M. NICOLET, además, los Arácnidos y los Crustáceos. Incidentalmente, la parte de Aves en la Historia de GAY, a cargo del Sr. DESMURS, fue una de las más criticadas en su tiempo, ya sea por lo incompleto de las especies incluidas o por lo deficiente de las descripciones.

No está bien claro si don CLAUDIO tuvo a su cargo y bajo su responsabilidad algún grupo de plantas o animales en su obra. Aparentemente no se debe personalmente a él ningún tratamiento taxonómico de organismos animales.

En parte esto es lógico y comprensible. Tener bajo su directa responsabilidad la de editar una obra de más de 15.000 páginas y 28 volúmenes, es ya una actividad abrumadora que elimina razonablemente cualquier otra preocupación. El mismo cuenta, según BARROS ARANA, que pasaba días y semanas en la Imprenta lidiando con los linotipistas por las láminas. ¡Y esto desde 1844 hasta 1871!

Agréguese la corrección de pruebas y de originales, que no siempre recibía conforme

a su propia planificación de la obra, como fue el caso de SPINOLA con los Hymenopteros, en que GAY tuvo que rehacer íntegros los manuscritos.

Don CLAUDIO recibía de sus colaboradores los originales, generalmente redactados en francés, y debía traducirlos él mismo, o sus traductores, al español. Al mismo tiempo, él deseaba iniciar el tratamiento de un grupo con generalidades y características comunes, ya fuera un Orden, una familia o un género. Esto parece que nunca lo logró de sus especialistas, y debió hacerlo él mismo. También las breves diagnosis en latín son obra personal suya.

No cabe sino que asombrarse que un hombre solo haya podido desarrollar esta abrumadora tarea cuando se trataba de describir casi 7.000 especies entre plantas y animales. Recordemos que este gigantesco trabajo había que hacerlo íntegramente a mano, escribiendo con pluma, o dictando a algún secretario!

Prescindiendo de la Botánica y de la Zoología, son obra exclusiva de GAY, los dos volúmenes de la Agricultura, los ocho de Historia Civil y los dos de recopilación de Documentos. Un gran número de láminas, principalmente de Costumbres, y planos de puertos y ciudades, son también debido a la maestría y facilidad que don CLAUDIO tenía para dibujar.

La Historia Física y Política de Chile fue criticada en su tiempo, con justicia o sin ella, por muchas autoridades europeas. Leyendo y releendo estas críticas, cien o más años después de publicadas, uno no puede menos que sonreír ante muchas innecesarias injusticias o excesos de perfeccionismo.

Incluso las críticas del Dr. RODOLFO AMANDO PHILIPPI, parecen ahora ingenuas o exageradas. Si GAY da un ave como "común en Copiapó", es una torpeza criticar que no se dijo que habita en todo Chile. Y si GAY habla que un árbol chileno mide 10 metros, es una innecesaria ingenuidad corregirle que llega también a 12 y 15.

Una crítica corriente a la Historia de GAY es su falta de claves para familias, géneros y especies. Juzgada modernamente, ésta podría ser una crítica justificada; pero es preciso recordar que esas claves no se usaban en los textos de la época, ya que los grandes grupos (órdenes, familias y géneros) tenían todavía el vasto sentido lineano,

en que era difícil equivocarse en la ubicación apropiada de un organismo. No había forma de errar con un Díptero que era un Tábano, un Sífido o una Musca. La falta de claves en la obra gayana se compensa por los caracteres generales que él mismo preparaba al iniciarse la exposición de un grupo. Lo concreto es que la Historia de GAY, en lo que se refiere a la Botánica y la Zoología, fue por más de 50 años el inventario más completo y el catálogo más actualizado de las especies de plantas y animales de Chile. Si no estaba en GAY, lo corriente era que se tratara de nuevas especies o de nuevos géneros.

Hay otras críticas que sí son fundadas y a menudo difíciles de explicarse. Por ejemplo, haber dejado de mencionar muchas especies anteriormente descritas sobre material chileno. Hay 10 especies de Coleópteros chilenos, descritas por el Conde CASTELNAU en 1840, que SOLIER ignoró o que dejó de incluir por olvido o negligencia en su tratamiento del Orden. En Dípteros hay muchos otros casos similares. El tratamiento de Hemípteros e Hymenópteros, a cargo del Marqués de SPINOLA, una de las grandes autoridades de la época en ambos grupos, recibió también fuertes y justificadas críticas. El estudio de las conchas y moluscos de Chile por HUPPÉ, es otro de los capítulos más criticados, especialmente por el doctor PHILIPPI.

Cabe observar, en descargo de GAY, que todas estas críticas debieran estar dirigidas al especialista que trató el grupo, y no al Editor de la Historia. Por lo menos moderadamente, esta sería la única forma lógica de juzgar una obra comprensiva como la Historia de GAY, realizada con la colaboración de más de 15 especialistas.

Donde GAY tuvo más activa participación es en la Sección de los Mamíferos en que sus notas sobre la vida y costumbres de numerosos animales chilenos, como el gato de mar, el chingue, el quique, el puma o león chileno, la chinchilla, la vizcacha y el coipo, el guanaco, el pudú y el huemul, el cóndor, las águilas, el tique y el trago, y muchísimas otras, se leen todavía con deleite y provecho. En ellas sin duda vació GAY su enorme experiencia personal, derivada de sus largos y detenidos viajes por todo Chile.

La obra está redactada en el sistema binominal lineano de nomenclatura, y con

breves descripciones en latín para beneficio de los naturalistas que no leyeran el español. La brevedad de estas descripciones en latín, es otra de las frecuentes críticas que en su época se hizo a la Historia de Chile, e incluso se añade que el latín de GAY ¡era bastante deficiente!

La prosa española de don CLAUDIO es asombrosamente simple, precisa y sencilla. Las frases son exactas, sin palabras que sobren ni palabras que falten. No usa adjetivos ni exageraciones, y las ideas y conceptos son siempre cabalmente expresados. Su español, sin embargo, no puede evitar la impresión de provenir de un francés.

Don CLAUDIO GAY vino a Chile por última vez en marzo de 1863, y regresó a Francia en diciembre del mismo año, admirado de los progresos de su patria de adopción, sobre todo caminos, ferrocarriles, estabilidad política y bienestar.

Durante estos ocho meses en Santiago y Valparaíso recibió los más conmovedores homenajes de gratitud y admiración de una comunidad que fue capaz de apreciar la autoridad del científico, la honestidad del hombre y el cariño del naturalista por su segunda patria. Desde el Presidente de la República al Ministro de Educación y al Rector de la Universidad de Chile, quisieron todos expresarle la gratitud del país y del Gobierno por su obra magistral. Sus buenos amigos los ex Presidentes don MANUEL BULNES y don MANUEL MONTT, así como don ANDRÉS BELLO y don BENJAMÍN VICUÑA MACKENNA, le exteriorizaron generosamente los mismos sentimientos. Fueron manifestaciones conmovedoras que el anciano conservó emocionado por el resto de su vida.

La pensión vitalicia concedida por el Gobierno le permitió a GAY llevar una vida cómoda y sin problemas, y según BARROS ARANA, "hasta opulenta". Falleció en Le Defreuds, el 29 de noviembre de 1873, dejando una modesta fortuna en forma de legados para obras de caridad en su ciudad natal de Draguignan.

Mientras tanto, su Historia de Chile, ya por terminarse, había traído a GAY y sus colaboradores, la fama y los honores. Francia lo hizo Caballero de la Legión de Honor y Miembro de la Academia de Ciencias del Instituto. Grandes autoridades extranjeras en Ciencias Naturales venían a verlo a París, no sólo por la fama que había alcanza-

do, sino que también por su vasto conocimiento de Chile, y sus plantas y animales. Las corporaciones sabias se disputaban por escucharlo y recibirlo. Tiene que viajar a Londres y otras ciudades extranjeras para disertar o ser objeto de merecidos honores.

Don CLAUDIO parece haber sido en sus últimos años una persona baja y gruesa. El óleo pintado en París por orden del Gobierno de Chile alrededor de 1845, y que se conserva en la Biblioteca de nuestro Museo Nacional, así lo demuestra en sus 45 años de edad. Posteriormente, la foto inédita y no conocida de GAY, traída de Francia por el Dr. FEDERICO PUGA BORNE y publicada por don CARLOS PORTER en su Revista Chilena de Historia Natural de 1925 nos muestra a un anciano grueso y con aspecto de cansado.

Al analizar la vida y la obra de GAY, a los 100 años de su muerte, hay rasgos que hacen meditar hondamente, y que acrecientan la admiración y la gratitud que Chile y los naturalistas chilenos deben sentir hacia el ilustre francés. Son coincidencias o resultados de circunstancias disímiles que providencialmente se unen para haber hecho posible la perdurable obra científica de GAY.

Al comienzo de esta disertación, hacíamos ver lo providencial que resulta que GAY hubiese encontrado un destino, un propósito, una finalidad a su vida, cuando apenas contaba 28 años de edad, en el último rincón del mundo, al que llegó engañado por las ofertas de CHAPUIS. En una nación recién nacida a la vida independiente, todavía organizándose y en el período de anarquía que siguió a la abdicación de O'HIGGINS, encuentra sin embargo GAY la razón y propósito para el resto de su vida.

La presencia en el Gobierno del Ministro don DIEGO PORTALES es otra circunstancia que yo llamaría providencial y decisiva para que se llegara a iniciar, preparar e imprimir la Historia Física y Política de Chile. Uno podría aventurarse a afirmar que sin PORTALES y su genial percepción esta magna obra tal vez nunca pudo haberse editado.

En seguida la modestia, sencillez y sólida formación científica de GAY, convencieron a todos de su honestidad y buenos propósitos, y consolidaron amistades poderosas para el resto de su vida y la seguridad de publicación de su Historia. Mencione-mos su honda y probada amistad con cua-

tro Presidentes de Chile, los generales JOAQUÍN PRIETO y MANUEL BULNES, y los mandatarios MANUEL MONTT y JOSÉ JOAQUÍN PÉREZ. Ellos jamás lo abandonaron, mantuvieron con GAY una útil y larga correspondencia, resolvieron todos sus problemas, y lo honraron en la forma que ya hemos visto. Añadamos a estos Presidente, la estrecha y sincera amistad que contrajo con don ANDRÉS BELLO, con el Ministro don MARIANO EGAÑA, y con VICUÑA MACKENNA y BARROS ARANA.

La magnitud misma de su obra es otro aspecto que admira e impresiona. El esfuerzo que durante 10 años le exigió recorrer Chile a caballo y recoger y preparar todos los materiales que llegaron a conformar la Historia de Chile, y la perseverancia con que soportó todas las molestias y dificultades de la empresa, es algo que hoy día nos cuesta entender y que muy pocos se atreverían a repetir. Añadamos a esta primera parte de preparación, una segunda de elaboración de los 28 volúmenes de la Historia, lidiando con colaboradores y tipógrafos, corrigiendo pruebas y rehaciendo manuscritos, y estar permanentemente preocupado de todos los detalles. ¡Fueron 17 años agotadores!

Es conveniente recordar que de las más de 1.000 suscripciones anticipadas que GAY se aseguró de parte del Gobierno de Chile, y de particulares, fueron muchos centenares los que desistieron de seguirla pagando, poco después que comenzó a aparecer en 1844, por lo cual tuvo GAY que quedarse con cientos de colecciones sin destino y sin financiamiento, que él felizmente distribuyó, casi siempre gratuitamente, entre Museos, universidades y sociedades científicas de Francia y de Europa. Esto naturalmente le acarreó nuevos problemas de recursos, preocupaciones y financiamiento.

Por último, es preciso reconocer la lealtad, generosidad y nobleza con que cuatro Gobiernos chilenos, de 1831 a 1871, lo acompañaron sin claudicaciones hasta ver publicada su obra.

No quisiera terminar esta exposición, sin releer a ustedes las nobles palabras de GAY, en el Prólogo del volumen 1 de la Zoología, que son como un mensaje para las futuras generaciones de naturalistas chilenos, de los que nosotros somos un grupo importante.

“Esperamos que esta Fauna así tratada, “satisfará los deseos de la distinguida protección que el ilustrado Gobierno de Chile nos acordó al encargarnos de este vasto trabajo; sin embargo, no ocultaremos que a pesar del cuidado que hemos puesto para completarla, quedan aún muchas adiciones y correcciones que hacer, especies que describir y costumbres que observar; pues los infinitos seres naturales no podrán perfectamente conocerse sino luego que los sabios del país hagan un especial estudio de ellos. Constituido este cuadro, que es la parte más difícil e importante, y el mayor número de especies agrupadas según el método natural, sólo nos queda el deseo de que la juventud chilena se dirija en busca de nuevos descubrimientos para aumentar, modificar y por último completar esta obra tan eminentemente nacional.

“Además, su estudio es digno de atraer toda atención, pues particularmente en la Naturaleza es donde se encuentran los ma-

“ravillosos fenómenos que elevan al hombre a altas contemplaciones, y le hacen distinguir y apreciar las sublimes armonías que tan elocuentemente manifiestan la sabiduría divina; por otra parte, como ramo de instrucción, no merece menos la protección de los Gobiernos y universidades, pues no hay duda que es la ciencia más atractiva y la más metódica, y por consiguiente la mejor para desarrollar en los jóvenes discípulos el gusto del trabajo y de la observación, inculcándoles un espíritu de orden y claridad que favorece singularmente las operaciones de la inteligencia, y les da una aptitud sumamente ventajosa para a todo dedicarse y todo simplificar”.

Dice HORACIO, el gran poeta romano, calificando sus propias Odas, que “ha levantado un monumento más duradero que el bronce” (*Exégi monuméntum aere perennius*). Con cuanta razón podríamos referir estas mismas palabras a la obra grandiosa e inmortal de CLAUDIO GAY.

# ANÁLISIS DE LA CUTÍCULA FOLIAR DE ESPECIES CHILENAS DEL GENERO *MAYTENUS* MOL.

(Celastraceae)

ELIZABETH BARRERA M. (\*)  
INÉS MEZA P. (\*)

## INTRODUCCION

Son pocos los estudios que se han hecho sobre cutículas de plantas actuales; la mayor parte de ellos se han realizado en plantas fósiles ZEILLER (1882), FLORÍN (1928), BANDULSKA (1923), HARRIS (1926, 1931, 1935, 1937, 1961, 1964). En plantas actuales tenemos los de MITCHELL (1937), CARR *et al.* (1971), VAN COTTHEM (1970); en Chile los de HERNANDEZ *et al.* (1975), AZCÁRATE *et al.* (1975), TRONCOSO *et al.* (1975) y VILLASEÑOR (1975), todos ellos sobre diferentes especies del género *Nothofagus*. A través de los estudios realizados se ha demostrado la estabilidad de algunas características cuticulares utilizables en la determinación de los diferentes taxa. Es posible reconocer caracteres de familia por la distribución de las células alrededor del estoma; de género, por la agrupación de los estomas; y específicos por detalles de las formas celulares y tamaño y densidad de los estomas. Estos resultados obtenidos no pueden generalizarse, ya que hay que conocer detalles de la cutícula de diferentes grupos para establecer relaciones y poder así determinar su valor real desde el punto de vista taxonómico.

La cutícula, constituida por cutina, sustancia de gran estabilidad química, puede conservarse sin alteración por largo tiempo. Esta circunstancia ha transformado su estudio en un valioso aporte a la paleobotánica, pues en este tipo de estudios generalmente se cuenta con material fragmentario (especialmente hojas), lo que constituye un

elemento que puede llevar a confusiones por la misma naturaleza del material de que se dispone. Pensamos que una real contribución en este sentido es el estudio de las cutículas de plantas actuales, lo que además implica la formación de colecciones que se constituirán en importante material de referencia. Esto permitirá, entre otras cosas, dar una mayor seguridad en la identificación de restos fósiles, al mismo tiempo que poder establecer relaciones entre floras existentes en la actualidad y floras fósiles.

Los estudios cuticulares también pueden utilizarse como índices de poliploidía. SAX, K. y J. SAX (1937), basándose en exámenes preliminares establecieron que el número de estomas puede ser usado para determinar la presencia de razas poliploides en ciertas especies y de especies poliploides en ciertos géneros.

El objetivo del presente trabajo es entregar una descripción de la cutícula foliar de las especies chilenas del género *Maytenus*, y analizar sus características con miras a indagar si sus particularidades son lo suficientemente estables y diferenciables a nivel específico y a la vez ir aportando antecedentes, que en el futuro, al continuar con este tipo de estudios, permitan entregar una visión global de las características cuticulares de diferentes grupos y poder así llegar a conclusiones cada vez más generales.

(\*) Sección Botánica, Museo Nacional de Historia Natural. Casilla 787, Santiago, Chile.

## CUADRO I

## CARACTERES MORFOMETRICOS DE LA CUTICULA FOLIAR DE LAS ESPECIES CHILENAS DE MAYTENUS.

variables	medidas	<i>M. boaria</i> promedio	rango	<i>M. chubutensis</i> promedio	rango	<i>M. disticha</i> promedio	rango	<i>M. magellanica</i> promedio	rango
células interreticulares	longitud ( $\mu$ )	45	28-68	55	36-79	58	36-76	63	43-104
	ancho ( $\mu$ )	25	18-36	31	18-43	35	22-43	40	25-56
	células epinervicas	longitud ( $\mu$ )	58	28-90	54	32-76	51	32-72	52
ancho ( $\mu$ )		23	14-36	19	14-32	37	18-54	37	22-58
pelos	longitud ( $\mu$ )			70	43-122				
	ancho ( $\mu$ )			33	22-58				
	densidad/mm <sup>2</sup>			50	28-85				
células interreticulares	longitud ( $\mu$ )	35,5	22-50	40	22-61	33,9	22-54	45	28-68
	ancho ( $\mu$ )	19	10-36	22	14-36	18	10-25	28	10-36
células epinervicas	longitud ( $\mu$ )	50	28-94	48	28-79	46	22-72	60	15-108
	ancho ( $\mu$ )	20	14-28	20	14-25	22	14-28	30	18-43
pelos	longitud ( $\mu$ )			84	54-115				
	ancho ( $\mu$ )			27	14-36				
	densidad/mm <sup>2</sup>			30	14-42				
estomas	longitud ( $\mu$ )	33,3	25-40	36	32-40	32	25-36	47,5	40-58
	ancho ( $\mu$ )	28	22-32	35	32-40	26,5	18-32	43,5	36-50
	densidad/mm <sup>2</sup>	224	160-300	194	120-290	218	90-300	143	100-210
células subsidiarias	porcentajes	con.	4 30%	con:	9 4%	con:	8 4%	con	2 2%
			5 35%		5 4%		5 24%		7 12%
			6 35%		8 20%		7 32%		4 20%
					6 32%		6 40%		6 30%
					7 40%				5 36%

## MATERIAL Y METODOS

El trabajo fue realizado con hojas de ejemplares conservados en el Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (SGO), los cuales fueron seleccionados procurando abarcar toda el área de distribución geográfica que presenta en Chile cada una de las especies.

El material se preparó, tratando primero las hojas con mezcla Schultze ( $\text{HNO}_3$ :  $\text{KClO}_3$  = 1:1) para oxidarlas; después con  $\text{NH}_3$  para detener la reacción; posteriormente se lavaron con agua corriente; se limpiaron con pincel fino bajo lupa; se tiñeron con safranina en medio acuoso y se montaron con gelatina-glicerina-safranina.

La observación se hizo en un dynazoom fotobinocular Bausch & Lomb con fase contrastada. Las medidas fueron hechas con micrómetro ocular incluido 6x; todos los promedios se obtuvieron sobre 40 medidas; la densidad de estomas y pelos se obtuvo midiendo sobre una superficie de  $0,14 \text{ mm}^2$  y llevando sus valores a  $1 \text{ mm}^2$ . En cada caso se tomaron 40 campos al azar.

Los caracteres considerados en cada especie fueron los siguientes: largo y ancho de: estomas, células interreticulares y células epinérvicas; número de células subsidiarias y densidad de estomas y pelos.

En las descripciones, las que van precedidas de algunas características macroscópicas de cada especie, se entregan sólo valores promedios, los cuales al encontrarse separados por x, corresponden el primero a la longitud y el segundo al ancho. En tabla aparte se dan fuera de los promedios, los rangos de cada uno de ellos y porcentajes en el caso de células subsidiarias.

En la descripción de los estomas se usó la nomenclatura indicada por VAN COTTHEM (1970a), y las descripciones macroscópicas fueron extractadas de LOURTEIG, A. y C. O'DONELL (1955).

Las preparaciones microscópicas quedan depositadas en la Sección Botánica del Museo Nacional de Historia Natural (SGO pm. Fan.).

## DESCRIPCION

Las especies chilenas del género *Maytenus* MOL. se caracterizan por tener hojas hi-

postomáticas, estomas faneróporos y complejos estomáticos ciclocíticos.

### *Maytenus boaria* MOL.

Arbol que alcanza hasta 15 m de alto, frondoso, con copa redondeada, completamente glabro. Ramitos leñosos. Flores axilares, en las axilas de las brácteas. Cápsula obovoídea o elipsoídea, aplanada, a veces asimétrica, superiormente truncada, emarginada y brevemente apiculada.

Hojas lanceoladas, ovado-lanceoladas a elípticas ( $1,8 \times 0,4-2 \text{ cm}$ ), membranosas a subcoriáceas, agudas a acuminadas, raro obtusas, bordes totalmente o sólo en la mitad superior serrados, con mucrones rojizos y caducos, nervaduras prominentes en ambas caras, base cuneada. (LOURTEIG, A. y C. O'DONELL, 1955 : 212).

En Chile se distribuye desde Arica ( $18^\circ 28'S$  -  $70^\circ 19'W$ ) a Magallanes ( $53^\circ S$  -  $72^\circ W$ ).

Descripción de la cutícula (Figs. 1, 5a-15a).

Cara adaxial: células interreticulares tetrahedrales de  $45\mu \times 25\mu$ , paredes levemente onduladas; células epinérvicas tetragonales de  $58\mu \times 23\mu$ , paredes rectas y ángulos bien definidos, distribuidas a lo ancho del nervio medio en número de 6.

Cara abaxial: células interreticulares de  $35,5\mu \times 19\mu$ , 4-7 lados, paredes generalmente rectas; células epinérvicas generalmente rectangulares de  $50\mu \times 20\mu$ , paredes lisas, distribuidas en número de 10 a lo ancho del nervio medio. Estomas de  $33,3\mu \times 28\mu$ , densidad  $224/\text{mm}^2$ , 4-6 células subsidiarias.

### Material estudiado:

SGO pm. Fan. 16, 17, 18 (SGO 79734, Quebrada de la Plata, Santiago); 25 (SGO 80753, Coquimbo); 26 (SGO 85269, Altos de Vilches, Talca).

### *Maytenus chubutensis* (SPEG.) LOURTEIG, O'DONELL et SLEUMER

Subarbusto, ramoso, leñoso. Ramitos cilíndricos o angulosos, tomentosos. Inflorescencias paucifloras, densifloras, axilares raro reducidas a flores solitarias. Cápsula obovoídea, comprimida, obtusa, superiormente emarginada y brevemente apiculadas.

Hojas dísticas, elípticas, subcoriáceas (4-18 x 2-13 mm), ovadas a suborbiculares, enteras o superiormente angulosas, a veces dentadas con un mucrón caduco en cada diente, nervadura media apenas impresa en el haz y prominente en el envés, las secundarias no notables, haz finamente pubescente con pelos cortos y rígidos, envés laxamente pubescente, glabrescente, bordes curvados hacia el envés, ápice obtuso, base redondeada a subcordada. (LOURTEIG, A. y C. O'DONELL, 1955 : 208).

Se distribuye en Chile desde Santiago (33°27'S - 70°40'W) a Aisén (46°S - 73°W).

Descripción de la cutícula (Figs. 2, 5b-15b)

Cara adaxial: células interreticulares de 55 $\mu$  x 31 $\mu$ , 4-8 lados, paredes y ángulos más o menos rectos; células epinérvicas de 54 $\mu$  x 19 $\mu$ , 4-6 lados, paredes rectas y ángulos bien definidos, distribuidas a lo ancho del nervio medio en número difícil de definir por su similitud con las células interreticulares. Pelos unicelulares simples, lineal-cónicos, de 70 $\mu$  de largo x 33 $\mu$  de ancho en la base, densidad de 50/mm<sup>2</sup>.

Cara abaxial: células interreticulares de 40 $\mu$  x 22 $\mu$ , 4-8 lados, paredes rectas y ángulos definidos; células epinérvicas de 48 $\mu$  x 20 $\mu$ , generalmente rectangulares, paredes lisas, distribuidas en número de 12 a lo ancho del nervio medio. Pelos de 84 $\mu$  de largo x 27 $\mu$  de ancho en la base, unicelulares sim-

ples, lineal-cónicos, densidad 30/mm<sup>2</sup>. Estomas de 36 $\mu$  x 35 $\mu$ , densidad 194/mm<sup>2</sup>, 6-8 células subsidiarias.

Material estudiado:

SGO pm. Fan. 14, 20, 22 (SGO 85268, Altos de Vilches, Talca); 28 (SGO 70309, Coyhaique); 29 (SGO 40845, Cordillera de Chillán).

*Maytenus disticha* (HOOK. f.) URBAN

Subarbusto o arbusto (dioico?) leñoso, ramificado. Ramitos cilíndricos o angulosos, tomentosos. Flores en glomérulos paucifloros, de flores solitarias en las axilas de las brácteas. Cápsula obovoidea, comprimida, a veces simétrica, ápice obtuso y emarginado, brevemente apiculada.

Hojas dísticas, coriáceas, elípticas u obovado-oblongas (3-15 x 2-6 mm.), obtusas, mucronadas, glabras o raramente laxamente pilosas en el haz, nervadura media prominente en ambas caras, bordes curvados hacia el envés, base atenuada en el pecíolo (LOURTEIG, A. y C. O'DONELL, 1955 : 206).

Se distribuye en Chile desde Longaví, Linares (36°08'S - 71°37'W) a Tierra del Fuego (53°28'S - 71°35'W).

Descripción de la cutícula (Figs. 3, 5c-15c)

Cara adaxial: células interreticulares de 58 $\mu$  x 35 $\mu$ , número variable de lados, paredes rectas o levemente curvas; células epinérvicas de 51 $\mu$  x 37 $\mu$ , rectangulares, pare-

Fig. 1

*Maytenus boaria*

- a — b. Cara abaxial: a) complejo estomático, b) células epinérvicas.  
c — d. Cara adaxial: c) células interreticulares, d) células epinérvicas.

Fig. 2

*Maytenus chubutensis*

- e — g. Cara abaxial: e) complejo estomático, f) células epinérvicas, g) pelo.  
h — i. Cara adaxial: h) células interreticulares, i) pelo.

Fig. 3

*Maytenus disticha*

- j — k. Cara abaxial: j) complejo estomático, k) células epinérvicas.  
l — m. Cara adaxial: l) células interreticulares, m) células epinérvicas.

Fig. 4

*Maytenus magellanica*

- n — ñ. Cara abaxial: n) complejo estomático, ñ) células epinérvicas.  
o — p. Cara adaxial: o) células interreticulares, p) células epinérvicas.

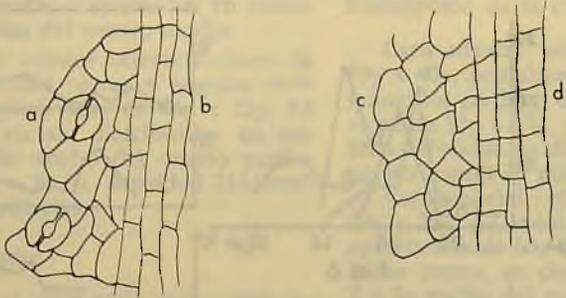


Fig. 1

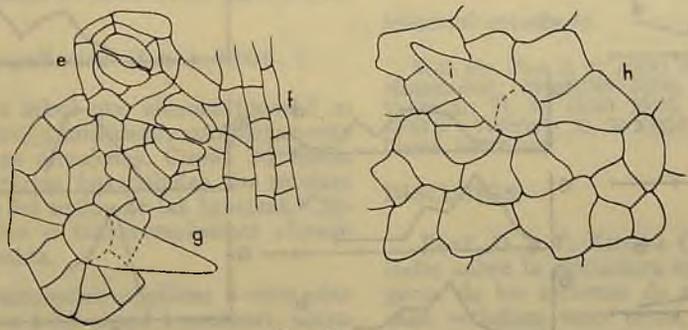


Fig. 2

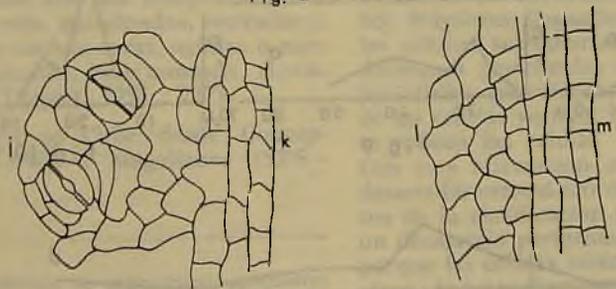


Fig. 3

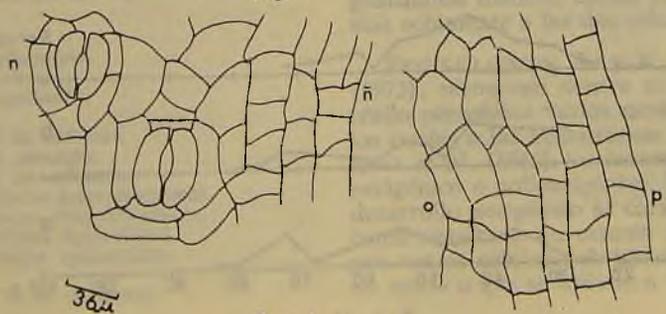


Fig. 4

30μ

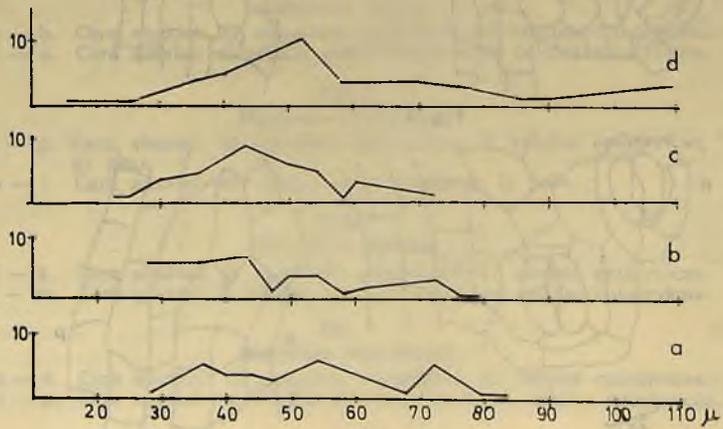
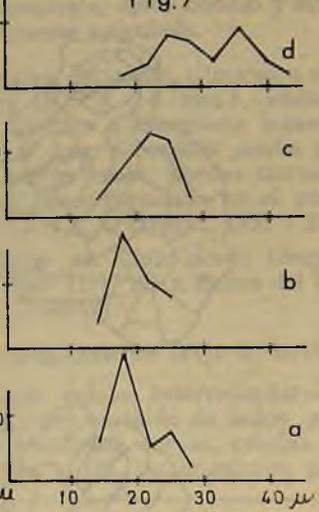
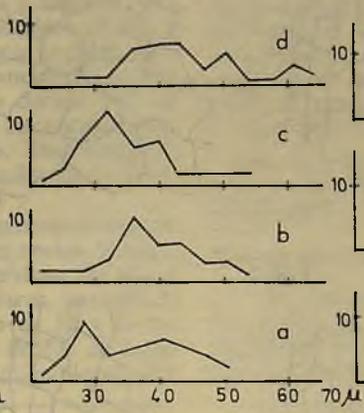
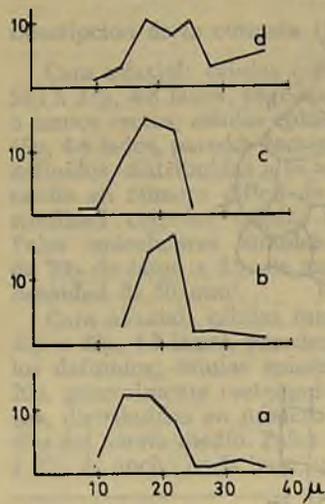
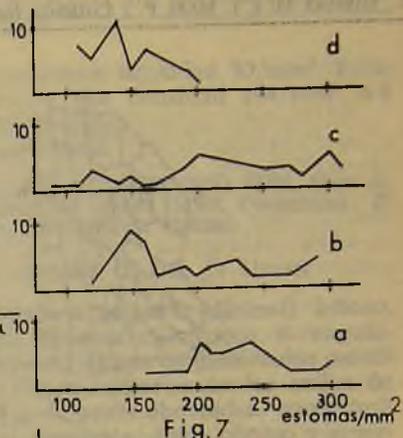
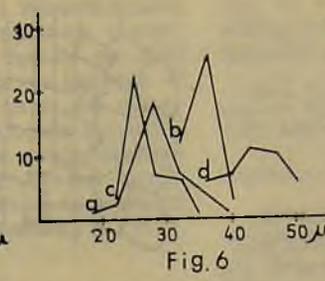
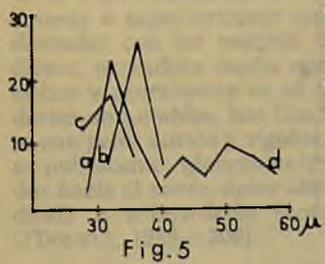


Fig. 11

des y ángulos rectos, distribuidas en número de 5 a lo ancho del nervio medio.

Cara abaxial: células interreticulares de  $33,9\mu \times 18\mu$ , paredes rectas y ángulos definidos; células epinérvicas de  $46\mu \times 22\mu$ , 4-6 lados, paredes rectas, distribuidas en número de 11 a lo ancho del nervio medio. Estomas de  $32\mu \times 26,5\mu$ , densidad  $218/\text{mm}^2$ , 5-8 células subsidiarias.

#### Material estudiado:

SGO pm. Fan. 13 (SGO 75783, Puerto Williams, Navarino I); 35 (SGO 78368, Cerro Paine, Magallanes); 36 (SGO 61067, Cerro Mocha, Ultima Esperanza, Magallanes); 37 (SGO 51785, Cordillera de Chillán).

#### *Maytenus magellanica* (LAM.) HOOK. f.

Arbusto o árbol que alcanza hasta 5 m de alto, dioico, ramificado, completamente glabro. Ramas angulosas. Cimas 2-3 floras o flores solitarias fasciculadas, en ramitas acortadas en las axilas de las brácteas. Cápsula obovoídea o transversalmente elipsoídea, comprimida.

Hojas lanceoladas, elípticas o raro obovadas ( $1,5-8 \times 1-3,5$  cms.), coriáceas, serradas, comúnmente con los márgenes doblados hacia el envés, marginadas, nervaduras prominentes en ambas caras, agudas o raro obtusas, mucronadas, base cuneada. (LOURTEIG, A. y C. O'DONELL, 1955 : 217).

Se distribuye en Chile desde Concepción ( $37^{\circ}\text{S} - 73^{\circ}\text{W}$ ) a Magallanes ( $53^{\circ}\text{S} - 72^{\circ}\text{W}$ ).

#### Descripción de la cutícula (Figs. 4, 5d-15d)

Cara adaxial: células interreticulares de  $63\mu \times 40\mu$ , pentahexagonales, paredes rectas y ángulos no bien definidos; células epinérvicas de  $52\mu \times 37\mu$ , paredes rectas y ángulos bien definidos, se distribuyen a lo ancho del nervio medio en número de 8.

Cara abaxial: células interreticulares de  $45\mu \times 28\mu$ , 4-7 lados, paredes rectas; células epinérvicas de  $60\mu \times 30\mu$ , tetragonales de paredes rectas, se distribuyen en número de 7 a lo ancho del nervio medio. Estomas de  $47,5\mu \times 43,5\mu$ , densidad de  $143/\text{mm}^2$ , 4-7 células subsidiarias.

#### Material estudiado:

SGO pm. Fan. 2, 11 (SGO 78444, Puerto Edén, Magallanes); 30 (SGO 40836, Cordillera Pelada, Valdivia); 31, 32 (SGO 78445, Glaciar Témpano,  $48^{\circ}43'\text{S} - 74^{\circ}05'\text{W}$ ); 33, 34 (SGO 75784, Puerto Williams, Navarino).

#### DISCUSION

PANT, D. y P. KIDWAI (1966), en su estudio sobre la estructura epidermal y ontogenia de los estomas de algunas Celastráceas, estudian, entre otras, dos especies de *Celastrus* (*C. europaeus* y *C. paniculatus*), hoy *Maytenus*, llegando a la conclusión que las células subsidiarias no se forman por divisiones periclinales de la membrana de las células guardianas, sino por divisiones de las células vecinas, las cuales inicialmente rodean las células guardianas madres. Con esta afirmación están incluyendo el desarrollo estomático de estas especies dentro de la clasificación ontogénica, como de un desarrollo perigénico, que se caracteriza porque las células vecinas y subsidiarias derivan independientemente de las células guardianas madres, dando origen estas últimas solamente a las dos células guardianas.

FRYNS-CLAESSEN, E. y W. VAN COTTHEM (1973), reconocen dentro del tipo de desarrollo perigénico varios modelos, dentro de los cuales a las Celastráceas estudiadas por PANT *et al.* (1966) les corresponde el cicloperigénico o poliperigénico. Este modelo de desarrollo perigénico se caracteriza por dar como resultado un estoma adulto rodeado por varias células subsidiarias que forman un anillo o que se ubican, a veces, en forma

Figs. 5 - 11. Biometría de estructuras cuticulares en cara abaxial de *Maytenus* Mol.

- a. *M. boaria*
- b. *M. chubutensis*
- c. *M. disticha*
- d. *M. magellanica*

- Fig. 5. Longitud de estomas.
- Fig. 6. Ancho de estomas.
- Fig. 7. Densidad de estomas.
- Fig. 8. Ancho células interreticulares.
- Fig. 9. Largo células interreticulares.
- Fig. 10. Ancho células epinérvicas.
- Fig. 11. Largo células epinérvicas.

X = variable; Y = N° de casos.

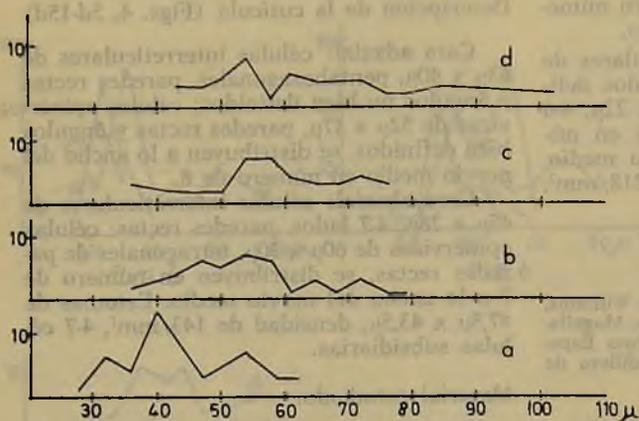


Fig. 12

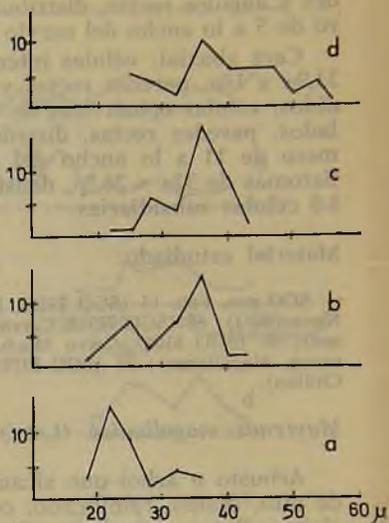


Fig. 13

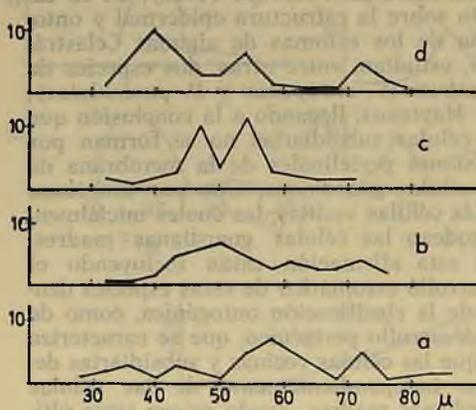


Fig. 14

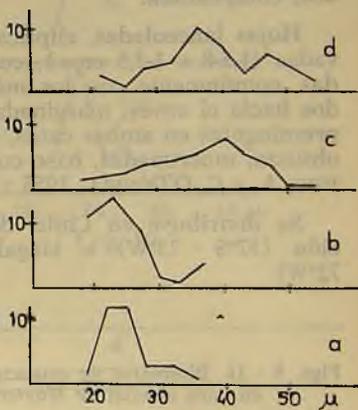


Fig. 15

Figs. 12 - 15. Biometría de estructuras cuticulares en cara adaxial de *Maytenus* Mol.

- a. *M. boaria*
- b. *M. chubutensis*
- c. *M. disticha*
- d. *M. magellanica*

Fig. 12. Largo células interreticulares.

Fig. 13. Ancho células interreticulares.

Fig. 14. Largo células epinervicas.

Fig. 15. Ancho células epinervicas.

X = variable; Y = N° de casos.

más o menos irregular alrededor de las células guardianas, características que corresponden dentro de la clasificación morfológica de VAN COTTHEM (1970a), a las de un estoma cicloclítico. Esto coincide con los resultados obtenidos en el presente trabajo, con lo cual podríamos inferir que el desarrollo ontogénico de los estomas de las especies chilenas del género *Maytenus*, correspondería al modelo ciclo o poliperigénico.

## CONCLUSIONES

Aparte del carácter cicloclítico de los estomas, que es común para todas las especies estudiadas, hay otras características morfológicas constantes:

- células epinérvicas rectangulares, de paredes rectas
- número de células subsidiarias
- células interreticulares de forma no definida.

Entre las características que permiten hacer una diferenciación a nivel específico están:

- densidad de estomas
- largo y ancho de estomas
- largo y ancho de células interreticulares
- presencia de pelos
- ordenación de células epinérvicas
- ordenación de estomas.

*Maytenus magellanica* se diferencia de las demás especies tanto por el tamaño de las células interreticulares como por el de los estomas que son marcadamente mayores; *M. chubutensis* se diferencia por la presencia de pelos en ambas caras de la cutícula; *M. boaria* y *M. disticha*, que son coincidentes en gran número de características, se diferencian en la ordenación de las células epinérvicas y distribución de los estomas. En *M. boaria* las células epinérvicas presentan una ordenación lineal y los estomas distribuidos al azar, mientras que en *M. disticha* las células epinérvicas no siguen una ordenación regular y los estomas presentan cierta ordenación lineal.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su reconocimiento a las siguientes personas: Sra. MÉLICA MUÑOZ S.; Prof. DANIEL FRASSINETTI, por sus interesantes sugerencias y revisión crítica del manuscrito; Prof. RODRIGO VILLASEÑOR, por sus sugerencias y oportuno envío de bibliografía.

## RESUMEN

Se describe la cutícula foliar de las especies chilenas del género *Maytenus* (Celastraceae): *M. boaria*, *M. chubutensis*, *M. disticha*, *M. magellanica*. Estas se caracterizan por tener hojas hipostomáticas, estomas faneróporos y complejos estomáticos cicloclíticos.

Se reconocieron como características estables para diferenciar las especies chilenas entre sí: densidad, ordenación y tamaño de los estomas; largo y ancho de células interreticulares; ordenación de células epinérvicas y presencia de pelos.

## ABSTRACT

The foliar cuticle of the Chilean species of the genus *Maytenus* (Celastraceae): *M. boaria*, *M. chubutensis*, *M. disticha*, *M. magellanica* are described; they are characterized by hypostomatic leaves, phaneropores stomata and cyclocytic stomatal complex. The authors consider that density, disposition and size of stomata, length and width of interreticular cells, ordenation of epinervic cells and presence of hairs are permanent characteristics usable to differentiate the Chilean species.

## REFERENCIAS

- FRYNS-CLAESSENS, E. and W. VAN COTTHEM  
1973 A new classification of the ontogenetic of stomata. *The Botanical Review*, 39 (1): 71-138.
- LOURTEIG, A. y C. A. O'DONELL  
1955 Las Celastráceas de Argentina y Chile. *Natura* 1 (2): 181 - 233, 12 lám.
- PANT DIVYA, DARSHAN and P. F. KIDWAI  
1966 Epidermal structure and stomatal ontogeny in some Celastraceae. *New Phytology*, 65 (3): 285-295.
- SAX, K. and H. J. SAX  
1937 Stomata size and distribution in diploid and polyploid plants. *Journal of the Arnold Arboretum*, XVIII: 164-173.
- TRONCOSO, A., V. AZCÁRATE y P. HERNÁNDEZ  
1975 The leaf cuticles of South American evergreen *Nothofagus* species. Inédito.
- VAN COTTHEM, W. R. J.  
1970a A classification of stomatal types. *Bot. J. Linn. Soc.*, 63: 235-246, 5 Figs.  
1970b Comparative morphological study of the stomata in the Filicopsida. *Bulletin du Jardin Botanique de Belgique*, 40 (2): 81-239.
- VILLASEÑOR, R.  
1975 La cutícula foliar de *Nothofagus glauca* (PHIL.) KRASSER. *An. Mus. Hist. Nat. Valpo.*, 8: 94-99.



## NOVEDADES BOTANICAS EN EL PARQUE NACIONAL PUYEHUE, PROVINCIA DE OSORNO.

MÉLICA MUÑOZ SCHICK (\*)

Al efectuar el estudio de la flora del Parque Nacional Puyehue, de próxima publicación, se encontraron algunas especies que no estaban mencionadas para el país.

Las hierbas *Agrostis buchtienii* y *Chevreulia lycopodioides*, estaban indicadas para Argentina e Islas Malvinas o Falkland, respectivamente; *Rumex angiocarpus*, *Rumex obtusifolius* e *Hieracium aurantiacum*, hierbas nativas del Viejo Mundo, se han naturalizado en nuestro país y por último, el arbusto *Sambucus nigra* cultivado cerca de las casas, principalmente por sus propiedades medicinales, se ha encontrado creciendo en forma silvestre.

Se da una descripción y dibujo esquemático de cada especie.

### *Agrostis buchtienii* HACK.

Hierba perenne, cespitosa, de 25-35 cm de alto.

Hojas lineares, escabrosas de 4-8.5 cm de largo por 1.4 mm de ancho; lígula algo escabrosa, hialina, anchamente lanceolada, dentada en el ápice, de 3.4 mm de largo.

Inflorescencia una panícula laxa, tenue, color purpúreo, de 9-14 cm de largo, acompañada por una hoja en la base o cerca de ella. Espiguillas finamente pediceladas; glumas iguales, ovadas, agudas, 1-nerviadas, aquilladas, quilla finamente escabrosa, de 3 mm de largo; glumela 5-nerviada, ápice dentado, de 2.2 mm de largo; callo algo peludo; pálea de ápice redondeado-dentado, de 1.0-1.2 mm de largo; ovario glabro; lodículas lanceolado-lineares de 0.8 mm de largo;

estambres de anteras lineares de 1 mm de largo.

Fruto un cariopsis.

Florece en febrero.

Especie descrita para el lago Nahuelhuapi, Argentina, indicada por primera vez para nuestro país. (Fig. 1).

Argentina: "762" Nord Patagonia litore lacus Nahuelhuapi pr. S. Carlos de Bariloche, 770 m s. m. Feb. 1905 Dr. OTTO BUCHTIEN (Tipo del HACKEL herb., Viena; obtenido por Chase, 1922) Clastótipo en colección particular, Prof. C. MUÑOZ PIZARRO.

Chile: provincia de Osorno, Parque Nacional Puyehue, Antillanca, borde cráter secundario volcán Casablanca. M. MUÑOZ S. y C. MUÑOZ P. N° 496, 13 - II - 1972, ± 1.200 m s. n. m. SGO 94298.

Parque Nacional Puyehue, Camino Internacional, límite con Argentina. M. MUÑOZ S. y C. MUÑOZ P. N° 555, 13 - II - 1972, ± 1.250 m s. n. m. SGO 94299.

### *Chevreulia lycopodioides* (D'Urv.) DC.

Planta perenne, pigmea, que forma céspedes bajos de 2.4 cm de alto.

Hojas muy apretadas, imbricadas, de entrenudos casi nulos, opuestas y unidas por sus bases, linear-lanceoladas, mucronadas en el ápice, algo lanuginosas y verde claro por la haz, blanco-lanosas por el envés, de 3.5 mm de largo por 0.5-1 mm de ancho.

Inflorescencia en capítulos solitarios, séviles en el ápice de las ramitas durante la floración y luego soportados por delicados

(\*) Sección Botánica, Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago, Chile.

pedúnculos tomentosos que se desarrollan rápidamente, hasta 4 cm.

Involucro cilíndrico de 4-5 mm de alto por 1.2-1.5 mm de diámetro; brácteas dispuestas en 3-4 series, ovadas a linear-lanceoladas, de base verdosa, hacia arriba rosado-purpúreas, las externas más cortas, de dorso lanoso, las intermedias subagudas y las internas glabras, obtusas y menores que las intermedias.

Flores de 2 formas: las marginales, más o menos 20, femeninas, con corola filiforme de 3 mm de largo, las del centro generalmente 3, hermafroditas, con corola tubulosa de 3 mm de largo; ovario ínfero, 5 estambres de anteras unidas, sagitadas en la base; estilo con 2 ramas bifidas, truncadas y papilosas en el ápice.

Frutos: aquenios lanceolados, comprimidos, color verde oliva, de 1.5 mm de largo con hileras de papilas cortas, contraídos hacia el ápice en rostro delgado; vilano de una fila de pelos blanquecinos, más o menos el doble del largo del aquenio.

Florece en febrero.

Especie endémica de las Islas Malvinas, colectada por primera vez en nuestro país; sólo observada en flor. (Fig. 3).

Provincia de Osorno: Parque Nacional Puyehue, cráter extinguido del volcán Casablanca, prado altoandino. M. Muñoz S. y C. Muñoz P. N° 780, 11 - II - 1973, ± 1.220 m s. n. m. SGO 94300.

Argentina: East Falkland, Goose Green, ca. 3 1/2 miles SE of Bodie Creek House D. M. Moore 622, 19 - I - 1964 (LP).

GAY (1847) indica esta especie como de las Islas Malvinas y del Estrecho de Magallanes; posteriormente REICHE (1905) la cita como especie problemática para Chile, ya que se conoce solamente de las Islas Malvinas.

Especie muy semejante a *C. diemii* CABR. de las vegas altoandinas de los montañas de Neuquén en Argentina y regiones limítrofes chilenas, de la que difiere principalmente por tener esta última, hojas densamente blanco-lanosas en ambas caras y los aquenios sin rostro.

#### *Hieracium aurantiacum* L.

Hierba estolonífera, de 20-35 cm de alto, con los tallos densamente cubiertos con

largos y horizontales pelos blancos, de base glandulosa negra, pelos glandulares y pelos estrellados hacia la inflorescencia.

Hojas basales arrosietadas, de láminas obovadas a elípticas, de 4-10 cm de largo por 13-20 mm de ancho angostándose hacia un corto peciolo, márgenes enteros, densamente cubiertas de estos pelos blancos. Escapos solitarios, generalmente con una sola hoja de menor tamaño que las basales y sésil.

Inflorescencia de 5-12 capítulos, dispuestos en cima corimbiforme densa.

Involucro acampanado de 6-8 mm de alto por 5-6 mm de diámetro, con las brácteas dispuestas en una sola serie, verdes, de ápice obtuso, purpúreo, cubiertas de pelos blancos y glándulas estipitadas.

Flores todas liguladas de color rojo escarlata, lígula de 7-8 mm de largo; 5 estambres de anteras unidas, sagitadas en la base, 1 estilo bifido.

Fruto un aquenio café-oscuro a negro, costado, truncado en el ápice, de 2.2 mm de largo; vilano de pelos simples blancos desiguales, del doble tamaño del aquenio.

Florece en febrero.

Planta nativa de Europa, colectada por primera vez en nuestro país; anteriormente había sido colectada en las Islas Malvinas, Argentina. (Fig. 4).

Provincia de Osorno: Parque Nacional Puyehue, Antillanca, cerca del Refugio, muy escasa. M. Muñoz S. y C. Muñoz P. N° 752, 11 - II - 1973, ± 1.000 m s. n. m. SGO 94301.

Argentina: East Falkland, Port Stanley, edge of Stanley Harbour. D. M. Moore 538, 12 - I - 1964 (LP).

#### *Rumex angiocarpus* MURBECK "romacilla"

Planta dioica, perenne de raíz larga que se extiende por estolones rastreros y forma champas, de 20-40 cm de alto.

Hojas principalmente hacia la base, glabras, largamente pecioladas, de formas muy variables, lanceoladas a lineares, generalmente hastadas, de 1-3 cm de largo por 3-7 mm de ancho, de color verde a rojizas, al-

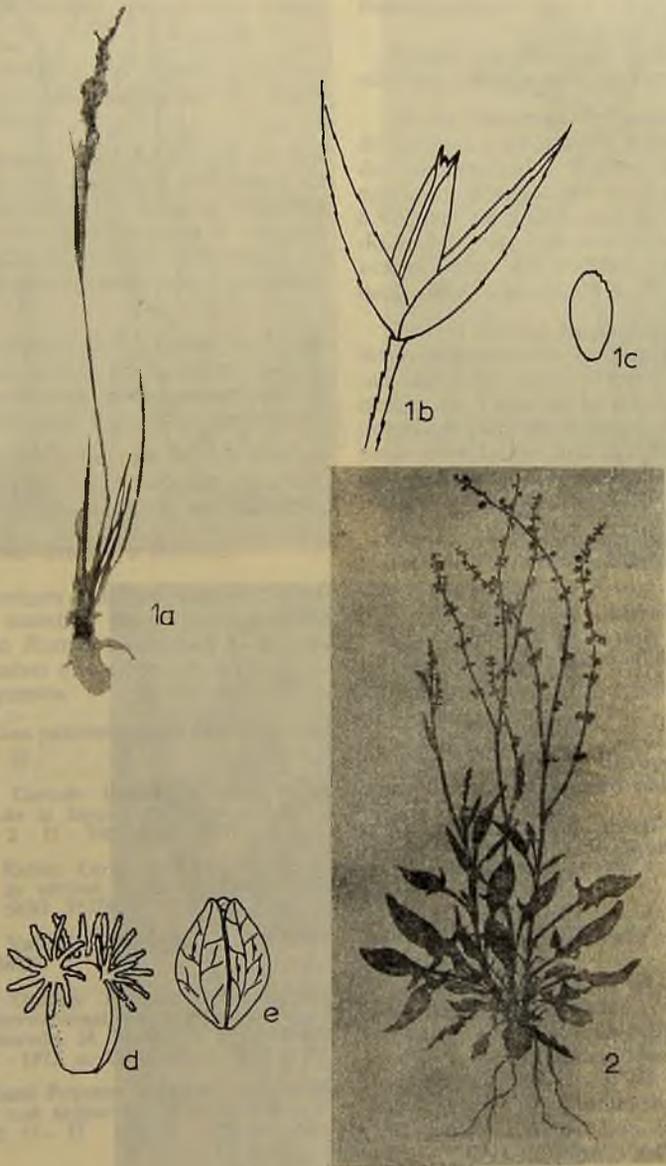


Fig. 1. *Agrostis buchtienii*. a. hábito reduc.; b. espiguilla x14; c. pálea x14.

Fig. 2. *Rumex angiocarpus*, de Tablas Geigy de malas hierbas, lám. 19.2 (como *R. acetosella*); d. flor femenina x20; e. fruto x10.  
 Detalles de ambas figuras dibujó M. Muñoz S.

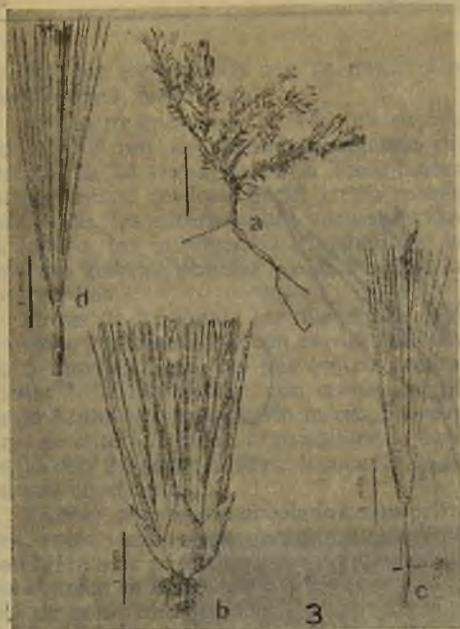


Fig. 3. *Chevreulia lycopodioides*, de CABRERA, Fl. Patag., Fig. 95, a. planta, b. capítulo, c. flor marginal, d. flor del disco.

Fig. 4. *Hieracium aurantiacum*, de CABRERA, Fl. Patag., Fig. 439, a. planta, b. bráctea involucral, c. flor, d. achenio.

Fig. 5. *Rumex obtusifolius* de Tablas Geigy de malas hierbas, lám. 19.3.

ternas y agrupadas, con los pecíolos rodeados por ócreas.

Flores unisexuales formando una panícula terminal suelta, desnuda, de color rojizo o amarillenta.

Flores femeninas de 1.3-1.5 mm de largo, pediceladas en grupitos rodeados de brácteas transparentes; 3 sépalos externos aquillados y más cortos que los 3 internos que rodean el ovario súpero, 1-locular, 3 estilos cortísimos divergentes, con 3 estigmas multifidos.

Flores masculinas de 1.8-2 mm de largo, de 6 sépalos dispuestos en la misma forma que en las femeninas, con 6 estambres de filamentos cortísimos y anteras alargadas.

Fruto un aquenio trígono de 1.5 mm de largo rodeado por los 3 sépalos internos, reticulados, connatos a él, de color rojizo.

Florece de noviembre a febrero.

Planta de origen europeo que se ha naturalizado en nuestro país; generalmente confundida con *Rumex acetosella* L. que es muy similar, salvo que tiene los sépalos no connatos al aquenio.

Vive desde las provincias de Curicó a Magallanes. (Fig. 2).

Provincia de Curicó: Dunas al norte de la desembocadura de la laguna de Llico. C. VILLAGRÁN y G. TAPIA. 2 - II - 1969, SGO 78931.

Provincia de Ñuble: Cerca de 5 km al este de Quillón; 150 m de altitud, P. C. HUTCHISON 210, 30 - XII - 1951. SGO 75376.

Provincia de Valdivia: Hueicolla, F. PHILIPPI, Feb. 1867. SGO 38729.

Provincia de Osorno: Parque Nacional Puyehue, Camino Internacional, entre Aduana Pajaritos y río El Colorado. M. MUÑOZ S. y C. MUÑOZ P. N° 375. 11 - II - 1972, ± 420 m s.n.m. SGO 94302.

Parque Nacional Puyehue, Camino Internacional en el límite con Argentina. M. MUÑOZ S. y C. MUÑOZ P. N° 548, 13 - II - 1972, ± 1.250 m s.n.m. SGO 94303.

Parque Nacional Puyehue, Camino Internacional entre puente 1 y puente 2 del río Golgol. MARYLYN W. PUTNEY N° 23, 2 - XII - 1969, ± 300 m s.n.m. SGO 94304.

Provincia de Magallanes: Puerto Edén, Isla Wellington; E. J. GODLEY N° 597; 3 - XII - 1958. SGO 84842.

### *Rumex obtusifolius* L.

Planta perenne, erecta de 0.50-1.20 m de alto con tallos surcados, huecos.

Hojas alternas largamente pecioladas, de láminas anchamente lanceolado-oblongas, de base cordada, bordes algo ondulados, agudas u obtusas, de 13-18 cm de largo por 6.5-10 cm de ancho, con la ócrea envolviendo el tallo en una extensión de más o menos el largo del peciolo; las superiores de base más redondeada y de menor tamaño.

Inflorescencia en panículas abiertas, con hojas pequeñas en la base de las flores; éstas formadas de 6 sépalos, 3 exteriores lineares de 3 mm de largo y 3 interiores ovados de 4 mm de largo, 6 estambres de anteras más largas que los filamentos; ovario súpero trígono, 3 estilos divergentes con los estigmas penicilados.

Fruto un aquenio trígono, rodeado por los sépalos internos o valvas, triangular-ovadas, reticuladas, de 5 mm de largo, con 3-5 dientes triangular-subulados en el margen y una sola valva con una callosidad en el dorso. Aquenio café brillante de 2.5 mm de largo, que contiene 1 semilla.

Florece en febrero.

Planta nativa de Europa, colectada por primera vez en nuestro país. (Fig. 5).

Provincia de Osorno: Parque Nacional Puyehue, sendero hacia Laguna El Encanto, común. M. MUÑOZ S. y C. MUÑOZ P. N° 688, 9 - II - 1973, ± 560 m s.n.m. SGO 94305.

### *Sambucus nigra* L. "sauco", "sauco europeo"

Arbusto de 1.5-2 m de alto, de ramillas fuertemente lenticeladas con médula blanca. Hojas compuestas, generalmente de 5 hojuelas cortamente pecioluladas, elípticas u ova-do-elípticas, de 4-9 cm de largo por 2.5-3 cm de ancho, agudamente serradas, apiculadas, verdes por encima, más claras a purpúreas, nervadas y algo vellosas por debajo, de olor desagradable al machacarlas. Inflorescencia en amplias cimas aplanadas terminales, de 5-7 rayos.

Flores de cáliz 5-dentado, corola blanca o amarillenta, con lóbulos ovados de 2 mm de largo, 5 estambres alternos con los pé-



Fig. 6. *Sambucus nigra* de Font Quer, Pl. Medic., pág. 753, a. hábito reducido, b. flor aumentada.

talos; ovario ínfero generalmente 3-locular, estilo muy corto, estigma 3-lobulado.

Fruto una drupa negra, elipsoide, de 6-8 mm de diámetro, coronada por los restos del cáliz; contiene generalmente 3 semillas.

Florece en primavera y verano.

Planta originaria de Europa, Asia y Norte de Africa, no colectada antes en nuestro país. (Fig. 6).

REICHE en su Flora de Chile (1902) cita otra especie *S. australis* CHAM. et SCHLECHT. originaria de Brasil como escapada de cultivo. Esta última se distingue de *S. nigra* por sus hojas de 7-13 hojuelas angostamente ovado-lanceoladas, las inflorescencias menos anchas y las flores subpolígamas.

Según PARODI (1959) y DIMITRI (1972), en Argentina *S. nigra* es cultivado en Patagonia y Tierra del Fuego, cerca de las casas, como ornamental, medicinal y por sus frutos comestibles con los que se elaboran mermeladas.

Provincia de Osorno: Parque Nacional Puyehue, Camino Internacional, cerca El Manzano. M. MUÑOZ S. y C. MUÑOZ P. N° 802, 12 - 11 - 1973, ± 280 m s.n.m. SGO. 94306.

#### AGRADECIMIENTOS

La autora agradece al Prof. CARLOS MUÑOZ PIZZARRO, su padre, quien le ayudó en la identificación de la Gramínea, al facilitarle su colección de clastótipos de dicha familia. A los Drs. A. L. CABRERA y E. M. ZARDINI, por el préstamo de material del Museo de La Plata, Argentina.

#### BIBLIOGRAFIA

- CABRERA, A. L.  
1942 Adiciones a las Compuestas del Parque Nacional del Nahuel Huapi. Notas Museo La Plata, Bot. 7: 114-117.
- 1971 Compositae en M. N. CORREA, Flora Patagónica. Col. Cient. INTA, 451 págs.
- DIMITRI, M. J.  
1972 La región de los bosques andino-patagónicos. Sinopsis general. Col. Cient. INTA, 381 págs.
- FONT QUER, P.  
1962 Plantas Medicinales. El Dioscórides renovado. Edit. Labor S. A. 1.033 págs.

- GAY, C.**  
1847 y 1849 Historia física y política de Chile. Imp. Fain y Thunot, Paris. 3: 1-484 y 5: 1-479.
- HACKEL, E.**  
1906 Gramineae novae. Fedde Repert. 2: 69-72.
- HÄFLIGER, E. y J. BRUN-HOOL**  
1968 - 1976. Tablas CIBA-GEIGY de malas hierbas. Documenta CIBA-GEIGY, Basle, Suiza.
- MOORE, D. M.**  
1968 The vascular flora of the Falkland Islands. British Antarctic Survey. Scient. Rep. N° 60. Plates 6. 202 págs.
- MUNZ, P. y D. KECK**  
1959 A California flora. Univ. of California Press. 1.681 págs.
- MUÑOZ P., C.**  
1941 Índice Bibliográfico de las Gramíneas Chilenas. Bol. Téc. Depto. Genética Fitotécnica 2: 1-88.
- 1966 Sinopsis de la flora chilena. Edic. Univ. Chile 2° ed. 248 lám., 500 págs.
- PARODI, L. R.**  
1959 Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Edit. ACME S.A.C.I. vol. I. 931 págs.
- REICHE, C.**  
1902, 1905, 1910. Flora de Chile. Imp. Cervantes 3: 1-427; 4: 1-489; 5: 1-463.



## EL GENERO *ENCOPE* EN EL PLIOCENO DEL NORTE DE CHILE.

(Echinodermata, Echinoidea)

VLADIMIR COVACEVICH C. (\*)  
DANIEL FRASSINETTI C. (\*\*)

### INTRODUCCION

La primera referencia que se tiene en Chile sobre erizos irregulares clypeasteroides del género *Encope* L. AGASSIZ, 1840 fue dada a conocer por R. A. PHILIPPI (1887) quién describe y figura un ejemplar procedente de Caldera (27° 4' S; 70° 49' O) como *E. chilensis* (1887: 223-224, Lám. 52, Fig. 1).

Posteriormente E. E. GIGOUX (1916: 80-82, Fig. 8) describió, en forma más bien somera, y figuró muy esquemáticamente un espécimen de los varios que recolectó en los alrededores de Punta Cabeza de Vaca (26° 52' 30" S; 70° 50' O), cerca de 20 km al norte de Caldera (Fig. 1). En su trabajo no identifica el holotipo ni el lugar en que habrían quedado depositados estos materiales, y al hacer la proposición de su nueva especie anota: "¿Podría significar un *Encope* o *Monophora caldenensis*?"

Debido a la problemática planteada por esta designación taxonómica inicial, mantenida por autores posteriores, es que, al contar con nuevas colecciones realizadas hace algunos años en la localidad tipo de GIGOUX (V. COVACEVICH, agosto de 1970 y 1975) nos proponemos tratar de aclarar la posición sistemática de esta interesante especie. Al mismo tiempo se entregan nuevas observaciones y figuras del tipo de *E. chilensis* PHILIPPI, ejemplar único con el que se compara y que se encuentra depositado en la Colección de Invertebrados Fósiles del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.

### PROCEDENCIA DEL MATERIAL, EDAD Y FAUNA ASOCIADA

Los ejemplares en estudio de *Encope calderensis* (GIGOUX) fueron recolectados en los niveles superiores del acantilado costero labrado en los sedimentos marinos del Terciario superior, inmediatamente al sur de Punta Cabeza de Vaca (26° 53' 30" S; 70° 48' 40" O). Ellos se encuentran incorporados con su cara oral hacia abajo, en una típica coquina de *Balanus* que correspondería según HERM (1969: 85) a un biotopo adlitoral propio de una costa expuesta, en asociación con diversas especies de *Chlamys* y *Nucella* (*Acanthinucella*).

Aun cuando HERM se refiere a estos erizos como *E. chilensis* PHIL., por proceder de la misma localidad (1969: 21-22, Figs. 8 y 9), se infiere que todos ellos corresponden en realidad a la especie de GIGOUX. Este último autor indica que los ejemplares por él recolectados provienen de un conglomerado y están cubiertos en su interior con arena y conchilla, que es el mismo tipo de sedimento en que se conservan nuestros ejemplares. *E. chilensis* en cambio, ha estado incluido en una arenisca de grano fino a medio según se deduce de la observación del holotipo.

(\*) Instituto de Investigaciones Geológicas, Casilla 10465. Santiago, Chile.

(\*\*) Museo Nacional de Historia Natural, Laboratorio de Paleontología, Casilla 787. Santiago, Chile.

HERM (1969: 21) ilustra un perfil al sur de Punta Cabeza de Vaca en el cual se presenta la asociación *Chlamys-Encope*, en una facie de arenas gruesas. El género *Chlamys*, caracterizado por las especies *calderensis* y *simpsoni*, permite a su vez, según este autor, atribuir la sección allí expuesta a la serie inferior del Plioceno. En ella, y separadas por no más de 10 m. de espesor, se encuentran las asociaciones de *Balanus-Pate-lla* y *Ostrea-Anomia*.

En el sedimento aislado de los erizos se reconocieron abundantes foraminíferos bentónicos pertenecientes a los géneros *Cibicides*, *Buccella*, *Discorbis*, *Nonion* y *Diocibicides*. En estado fragmentario se identificaron además los géneros *Choromytilus*, *Anomia*, *Semele*, *Protothaca*, *Chama* (Bivalvia) y *Acmaea*, *Scurria*, *Fissurella* y *Nucella* (Gastropoda) cuyos nombres específicos no

fueron posible precisar debido a su precaria conservación.

#### DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL GENERO ENCOPE

El género *Encope* L. AGASSIZ está representado por cerca de 36 especies diferentes distribuidas entre el Mioceno inferior y Reciente (DURHAM, 1966: U 485). En la actualidad 13 de ellas habitan la costa occidental americana entre la costa oeste de Baja California y el Golfo de California hasta la Bahía de Sechura, en el extremo noroeste del Perú, incluyendo además las islas Socorro y Clarión (México), isla Cocos (Costa Rica) y las islas Galápagos (Ecuador). En la costa atlántica americana 2 especies se reparten en forma discontinua entre Florida, el Golfo de México y el río de La Plata en Argentina (Fig. 2 y cuadro 1).

#### CUADRO 1

DISTRIBUCION GEOGRAFICA, EDAD Y REFERENCIAS NOTABLES PARA LAS ESPECIES DEL GENERO ENCOPE L. AGASSIZ, 1840.

ESPECIES RECIENTES	DISTRIBUCION	Pacífico-Atlántico	REFERENCIAS
1. <i>E. arcensis</i> DURHAM	Golfo de California.	X	DURHAM (1950)
2. <i>E. californica</i> VERRIL	Oeste de Baía California y Golfo de California.	X	CASO (1948)
3. <i>E. cocosi</i> H. L. CLARK	Isla Cocos (Costa Rica).	X	H. L. CLARK (1948)
4. <i>E. ecuadorensis</i> H. L. CLARK	Ecuador.	X	H. L. CLARK (1948)
5. <i>E. emarginata</i> (LESKE)	Colombia al Río de La Plata (Argentina).	X	BERNASCONI (1953)
6. <i>E. fragilis</i> H. L. CLARK	México (Guerrero).	X	H. L. CLARK (1948)
7. <i>E. galapagensis</i> H. L. CLARK	Islas Galápagos.	X	H. L. CLARK (1948)
8. <i>E. grandis</i> L. AGASSIZ	Golfo de California.	X	CASO (1948)
9. <i>E. insularis</i> H. L. CLARK	Islas Socorro y Clarión (México).	X	H. L. CLARK (1948)
10. <i>E. irregularis</i> H. L. CLARK	Costa Rica a Colombia.	X	H. L. CLARK (1948)
11. <i>E. laevis</i> H. L. CLARK	Nicaragua (Corinto).	X	H. L. CLARK (1948)
12. <i>E. michelini</i> L. AGASSIZ	Golfo de México (Florida a Yucatán).	X	CASO (1948)

ESPECIES RECIENTES		DISTRIBUCION	Pa- cí- fi- co	Atlán- ti- co	REFERENCIAS
13.	<i>E. micropora</i> L. AGASSIZ	Oeste Baja California a Ba. Sechura (Is. Galápagos?).	X		H. L. CLARK (1948) Caso (1948)
14.	<i>E. perspectiva</i> L.	Oeste Baja California a Costa Rica.	X		CASO (1948)
15.	<i>E. wetmorei</i> A. H. CLARK	México (Mazatlán) a Panamá.	X		H. L. CLARK (1948)
ESPECIES FOSILES					
16.	<i>E. annectans</i> JACKSON	Mioceno (Fm. Gatun, Zona del Canal de Panamá).		X	BRIGHTON (1927)
17.	<i>E. arcensis</i> DURHAM	Pleistoceno (Golfo de California).	X		DURHAM (1950)
18.	<i>E. calderensis</i> (GIGOUX)	Plioceno (Chile).	X		GIGOUX (1916)
19.	<i>E. californica</i> VERRIL	Plioceno inf. (Golfo de California).	X		DURHAM (1950)
20.	<i>E. carmenensis</i> DURHAM	Plioceno sup. (Golfo de California).	X		DURHAM (1950)
21.	<i>E. ciae</i> DE CARTÁZAR	Mioceno (Cuba).		X	DE CARTÁZAR (1880)
22.	<i>E. chaneyi</i> DURHAM	Plioceno inf. (Golfo de California).	X		DURHAM (1950)
23.	<i>E. chilensis</i> PHILIPPI	Plioceno (Chile).	X		PHILIPPI (1887)
24.	<i>E. gatunensis</i> TOULA	Mioceno (Fm. Gatun, Zona del Canal de Panamá).		X	BRIGHTON (1927)
25.	<i>E. grandis inezana</i> DURHAM	Pleistoceno (Golfo de California).	X		DURHAM (1950)
26.	<i>E. latus</i> JACKSON	Mioceno? (Puerto Rico).		X	BRIGHTON (1927)
27.	<i>E. loretoensis</i> DURHAM	Plioceno inf. (Golfo de California).	X		DURHAM (1950)
28.	<i>E. macrophora</i> (RAVENEL)	Mioceno sup. (Carolina del Sur), Plioceno (Florida).		X	W. B. CLARK y TWITCHELL (1915)
29.	<i>E. megatrema</i> JACKSON	Mioceno (Fm. Gatun, Zona del Canal de Panamá).		X	BRIGHTON (1927)
30.	<i>E. micropora</i> L. AGASSIZ	Pleistoceno (Golfo de California).	X		DURHAM (1950)
31.	<i>E. peruviana</i> BRIGHTON	Mioceno (Corrales, Perú).	X		BRIGHTON (1927) OLSSON (1932)
32.	<i>E. platytata</i> JACKSON	Mioceno (Fm. Gatun, Zona del Canal de Panamá).		X	BRIGHTON (1927)
33.	<i>E. sheperdi</i> DURHAM	Plioceno sup. (Golfo de California).	X		DURHAM (1950)
34.	<i>E. sverdrupi</i> DURHAM	Plioceno inf. (Golfo de California).	X		DURHAM (1950)
35.	<i>E. tateltaensis</i> BÖSE	Plioceno (México, Veracruz).		X	BÖSE (1906)
36.	<i>E. tenuis</i> KEW	Plioceno inferior Fm. Imperial, California).	X		KEW (1914) DURHAM (1950)

En la realización de esta tabla se ha tomado nota de las diferentes especies de *Encope* descritas o mencionadas en la literatura revisada por los autores, sin entrar a una discusión crítica de cada una de ellas.

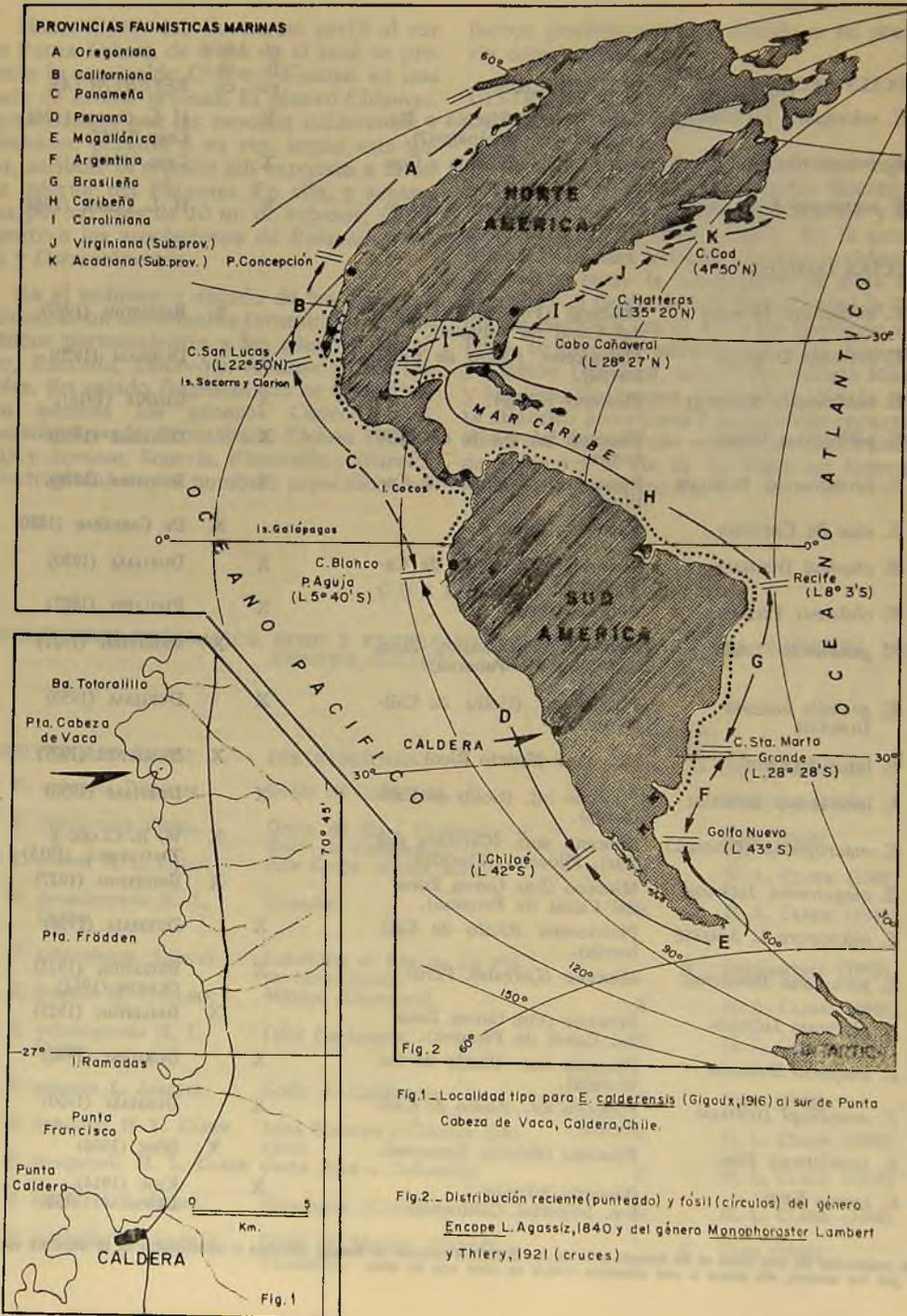


Fig. 1.-Localidad tipo para *E. calderensis* (Gigoux, 1916) al sur de Punta Cabeza de Vaca, Caldera, Chile.

Fig. 2.-Distribución reciente (punteado) y fósil (círculos) del género *Encope* L. Agassiz, 1840 y del género *Monophraster* Lambert y Thlery, 1921 (cruces)

Esta distribución corresponde fundamentalmente a la provincia litoral Panameña, con una extensión al extremo sur de la provincia Californiana en el Pacífico oriental y a las provincias litorales Caroliniana en el Golfo de México, Caribeña y Brasileña en el Mar Caribe y Atlántico occidental, alcanzando la porción septentrional de la provincia Argentina.

Las faunas de las provincias Panameña y Caribeña son típicamente tropicales a subtropicales, mientras que las de la Californiana y Argentina constituyen regiones de aguas menos temperadas a templado frías.

Las especies fósiles se presentan en el Mioceno de Cuba, Carolina del Sur, Perú, Canal de Panamá, Puerto Rico; en el Plioceno de Florida, México, California y Chile y en el Pleistoceno del Golfo de California. En el Plioceno del norte de Chile se presentan las especies *E. chilensis* PHIL., para la que se dispone sólo de la referencia original, y *E. calderensis* (GIGOUX), que ha motivado este trabajo.

La posición meridional anómala alcanzada por las especies chilenas durante el Plioceno plantea sin lugar a dudas un interesante problema paleobiogeográfico. Este puede ser explicado como consecuencia de la existencia de condiciones de temperaturas marinas superficiales más benignas que las que se presentan en nuestros días a igual latitud y que habrían permitido, en determinados momentos, la migración hacia el sur de algunas formas con afinidades subtropicales o más temperadas. Es el caso, en el área que nos preocupa, de *Anadara chilensis* (PHILIPPI), *Anomia atacamensis* HERM., *A. alternans* SOWERBY, *Isognomon gaudichaudi* (D'ORBIGNY), *Laevicardium procerum* (SOWERBY) y *Patella (Ancistromesus) fuenzalidai* HERM., algunas de las cuales alcanzan la latitud de Coquimbo (lat. 30° sur) y aún la de Santiago (lat. 33° sur).

En el Cuadro 1 se incluye una lista de las especies consideradas en esta revisión, sus respectivas edades, distribución geográfica y referencias notables para cada caso. Esta síntesis está basada fundamentalmente en las observaciones de BERNASCONI (1953), BÖSE (1906), CASO (1948), H. L. CLARK (1948), W. B. CLARK y TWITCHELL (1915), DURHAM (1950) y BRIGHTON (1927).

## DESCRIPCIONES SISTEMATICAS

Orden CLYPEASTEROIDA A. AGASSIZ, 1872.  
Suborden SCUTELLINA HÆCKEL, 1896.  
Familia MELLITIDAE STEFANINI, 1911.  
Género *Encope* L. AGASSIZ, 1840.  
Especie tipo: *Encope grandis* L. AGASSIZ, 1840.

El género *Encope* se caracteriza principalmente por su tamaño medio a grande y caparazón aplanado, con 5 escotaduras ambulacrales abiertas o lúnulas variablemente cerradas; una lúnula posterior interambulacral cerrada que sobrepasa hacia adelante más de la mitad de la línea que une los extremos distales de los pétalos posteriores; lúnulas de forma y tamaño variable; sistema apical algo anterior con 5 poros genitales; pétalos bien formados, casi cerrados; pétalos pares posteriores más largos; peristoma ligeramente anterior; surcos ambulacrales bifurcados; periprocto situado en la parte anterior de la pendiente o surco que llega a la lúnula posterior interna (Adaptado de DURHAM, 1955: 174; 1966: U 485).

Estas características que lo ubican en Mellitidae, permiten también su separación morfológica de los géneros afines *Mellita* L. AGASSIZ, 1841; *Leodia* GRAY, 1852 y *Mellitella* DUNCAN, 1889.

Así *Mellita* se reconoce por presentar 4 poros genitales y sólo las lúnulas pares ambulacrales; las lúnulas son angostas, alargadas y normalmente cerradas. *Leodia* se distingue por tener 4 poros genitales, 5 lúnulas ambulacrales angostas, alargadas y cerradas; pétalos pequeños y casi iguales y sistema apical ligeramente posterior. Son diferentes de *Mellitella* en que este grupo presenta una lúnula interambulacral posterior muy por debajo de los petaloides posteriores; sistema apical y peristoma ligeramente posterior y pétalos pares posteriores más cortos que los anteriores.

El género *Monophoraster* LAMBERT y THIÉRY, 1921 (Monophorasteridae LAHILLE, 1896) empleado para referirse a una de las especies chilenas, agrupa en cambio a *M. darwini* (DESOR), la especie tipo y a *M. duboisi* COTTEAU que provienen del Mioceno de Argentina. Este género es caracterizado por

DURHAM (1955: 170) como escutélidos aplanados, con una lúnula anal posterior pequeña; pétalos bastante grandes, parcialmente cerrados; pétalo anterior impar más largo; peristoma central; periprocto moderadamente pequeño en el medio de la parte posterior de la cara oral, unido por un surco débil a la lúnula posterior cercana; margen del esqueleto con amplias muescas correspondientes a las áreas ambulacrales, sin llegar a formar verdaderas lúnulas; surcos ambulacrales similares a *Encope*; áreas interambulacrales muy estrechadas al acercarse al ambitus en las superficies oral y aboral.

La comparación entre los géneros *Encope* y *Monophoraster* (pro *Monophora* DESOR, 1847) permite definir con claridad la ubicación de las especies que se comentan a continuación en el primero de ellos (Fig. 3).

*Encope chilensis* PHILIPPI, 1887.  
Lám. 1, Figs. a-c; Fig. text. 4a y 4b.

*Encope chilensis* PHILIPPI, 1887: 223-224, Lám. 52, Fig. 1. CAMACHO, 1966 y 1974: 570.

Non *E. chilensis* PHIL., HERM, 1969: 24, 85, 89.

### Descripción original

"*Testa orbicularis, valde depressa; incisurae ambulacrales parum profundae; interambulacris mutata in foramen lanceolatum, in medio inter os et marginem; anus paullo ante foramen situs. Longit. 115, latit. 110, altit. 16 mm.*"

### Materiales

El único ejemplar conocido de esta especie corresponde al holotipo (SGO.PI.856) depositado en la Colección PHILIPPI del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago. Se presenta casi completo, en buen estado de preservación, con parte de sus bordes y lúnulas destruídas.

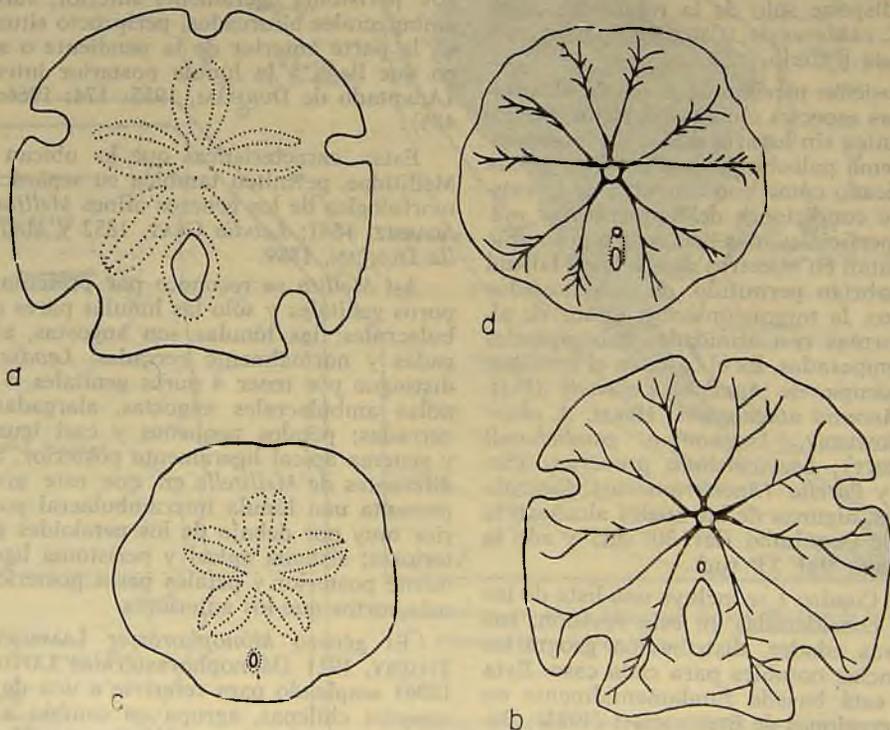


FIG. 3. Vistas comparativas para *Encope* L. AGASSIZ (a — b: *E. grandis*, x 0.5) y *Monophoraster* LAMBERT y THIÉRY (c — d: *M. darwini*, x 0.8) mostrando sus caras aboral y oral (Adaptado de DURHAM, 1966: U484 y U486).

## Medidas

Alto: 118 mm, ancho: cercano 115 mm, espesor máximo: 15 mm. Ver además Tabla de medidas que se entrega para *E. calderensis*.

## Descripción complementaria

El holotipo presenta un caparazón casi circular, aplanado, de bordes afilados, con un espesor mínimo de 1,2 mm en el margen posterior. De las 5 lúnulas originales se observa una lúnula lateral (I) abierta que no presenta la tendencia a cerrarse hacia el borde; el lugar de la lúnula impar anterior está señalado por una escotadura más bien profunda en forma de V abierta. La lúnula interior en el interambulacro 5 es alargada y angosta, sobrepasando levemente, hacia atrás, la línea que une los extremos distales de los pétalos posteriores (I y V); el alto y ancho de esta lúnula es mayor en la cara oral. En la superficie aboral su ancho máximo se mide en el tercio posterior; su alto es algo menor que 1/6 del alto total del caparazón.

La cara aboral es convexa con el máximo espesor del esqueleto en la parte media y posterior del petaloide ambulacral III. Ambulacros petaloídeos anteriores aproximadamente de igual tamaño, siendo el anterior impar levemente más corto; ambulacros petaloídeos anteriores pares (II y IV) en un ángulo cercano a 79° con respecto a la línea media del petaloide III (anterior impar); ambulacros petaloídeos posteriores más largos que los anteriores, no arqueados sino casi rectos; petaloídes en general semicerrados y redondeados en su extremo distal. Petaloide ambulacral I con 92-93 poros pares; el II con 82-83; el III con 70-72; el IV con 82-84 y el V con 92 poros pares. Sistema apical anterior ubicado a 56 mm del borde anterior y a 62 mm del borde posterior. Cinco poros genitales.

La cara oral es plana a ligeramente cóncava; peristoma anterior. Periprocto oval con una longitud de 6,8 mm y ancho de 4 mm, ubicado en una zona excavada de la pendiente anterior de la lúnula interambulacral. No se observan con claridad los surcos actinales.

## Observaciones

La asignación de este espécimen al género *Encope* AGASSIZ, 1840 hecha previamente por PHILIPPI, es sin lugar a dudas correcta dada la amplia concordancia con los caracteres diagnósticos señalados para el citado género.

No ha sido posible encontrar nuevos antecedentes con respecto a la edad y situación estratigráfica de *E. chilensis* PHIL., por lo que se debe aceptar la cita de este autor como del "terreno terciario de Caldera" (PHILIPPI, 1887: 224). En la etiqueta original, manuscrita por PHILIPPI, se indica sólo la localidad de "Caldera".

Cabe destacar además que existen diferencias entre las medidas anotadas por PHILIPPI (1887: 223-224) y las tomadas en esta oportunidad. De igual modo, el dibujo de la lámina 52 no se ajusta totalmente al ejemplar que se conserva.

*Encope calderensis* (GIGOUX, 1916) nom. corr.

Lám. 2, Figs. a-c; Figs. text. 4c — 4k.

¿*Encope* o *Monophora caldenensis*? GIGOUX, 1916: 80-82, Fig. 8.

*Monophoraster caldenensis* GIGOUX. MORTENSEN, Th., 1948: 419-420.

*Monophoraster caldenensis* GIGOUX. DURHAM, 1955: 170. CAMACHO, 1966 y 1974: 570.

*Encope chilensis* PHIL. HERM, 1969: 24, 85, 89.

## Materiales

Se dispone de 18 ejemplares completos además de numerosos fragmentos, la mayoría bastante comprimidos, con su superficie aboral lixiviada y con sedimento coquinoídeo fuertemente adherido a la cara oral que no fue expuesta a la meteorización superficial. De ellos se ha elegido como neotipo el ejemplar SGO. PI. 1591 en consideración a su buen estado de preservación, quedando el resto como material complementario (SGO. PI. 1592-1606; 3098, 3099), todos depositados en el Museo Nacional de Historia Natural.

En el Departamento de Geología de la Universidad de Chile (Santiago) se conservan además los ejemplares numerados bajo R 280, R 460, R 461 y R 462.

Los niveles portadores de esta especie se encuentran en sedimentos de la serie inferior del Plioceno que afloran inmediatamente al sur de Punta Cabeza de Vaca, 20 km

al norte de Caldera. Los especímenes en estudio proceden de la localidad tipo descrita por E. E. GIGOUX (1916: 80).

### Medidas

Neotipo. Alto: 90,5 mm, ancho: 87,5 mm, espesor máximo 14 mm (ver cuadro 2).

### Descripción

Neotipo. Se caracteriza por su forma circular a semicircular, aplanado, ligeramen-

te truncado posteriormente. Presenta 4 lúnulas laterales ovales que tienden a cerrarse hacia los bordes; las posteriores pares más profundas que las anteriores pares; no existe lúnula impar anterior frente al ambulacro III, advirtiéndose sólo una ligera escotadura en su lugar. La lúnula del interambulacro 5 es muy grande, algo más que en otras especies del género; tiene una forma oval a romboidal redondeada, con el extremo anterior aguzado y el posterior redondeado; su alto y ancho son mayores en la cara oral; su longitud aboral corresponde a 1/3 del alto total.

C U A D R O 2

DIFERENCIAS MORFOMETRICAS ENTRE *ENCOPE CHILENSIS* Y *E. CALDERENSIS* (GIGOUX)  
(MEDIDAS EN MM)

		<i>Encope chilensis</i>	<i>Encope calderensis</i>		<i>SGO. PI.</i>		<i>SGO. PI.</i>		<i>SGO. PI.</i>	
		Holotipo	Neotipo	SGO. PI. 1600	SGO. PI. 1603	SGO. PI. 1597	SGO. PI. 1606	SGO. PI. 1593	SGO. PI. 1605	SGO. PI. 1605
Alto		118	90,5	93	84	91,5	95,5	75,8	95	95
Ancho		115	87,5	92	80	90,7	91 *	82,2	93	93
Espesor máximo del caparazón en el borde		3	2,5	2	2	2,4*	—	1,5*	2,5	2,5
Espesor máximo del caparazón		15	14	14	10,5	12 *	—	—	13	13
Lúnulas anteriores pares	Profundidad	9	8	10,5	8	10,5	11,2	9,2	—	—
	Abertura	—	4	2	—	2,8	—	—	—	—
Lúnulas posteriores pares	Profundidad	10	11,5	12,5	—	14,4	14	11,5	—	—
	Abertura	6	2,5	2,5	—	1,8	4,8	5,8*	—	—
Lúnula interior, cara aboral	Alto	17	32	33	26	31,9	31	27,9	32	32
	Ancho	6	15	14,5	11	19,6	14	17	11	11
Lúnula interior, cara oral	Alto	31	35	36	28	—	38	—	37*	37*
	Ancho	13 *	18	19,5	15	—	19,5*	—	12*	12*
Largo ambulacos	III	35	22	23 *	21	—	—	—	25*	25*
	II y IV	36 *	27	—	25*	26,5*	27	25,4*	28*	28*
	I y V	40	39	37 *	35*	36,6*	37,7	33 *	38*	38*
Ancho máximo ambulacos	III	22	15	—	15*	—	15,4	—	14	14
	II y IV	21,5	13	—	14*	—	13,7	12,8*	12	12
	I y V	19,5	12,5	—	14*	—	13,1*	12 *	11*	11*
Ancho máximo hileras poros pares ambulacos	III	8	5	—	—	—	—	—	6*	6*
	II y IV	6	3	—	—	—	—	—	3,8*	3,8*
	I y V	4,5	2	—	—	—	—	—	—	—
Número poros pares ambulacos	III	70-72	57	—	—	—	—	—	—	—
	II y IV	82-84	68	—	—	—	—	—	—	—
	I y V	92-93	105 *	—	—	—	—	—	—	—

\* Medidas aproximadas

La cara aboral es convexa, con su máximo espesor en el sistema apical. Los ambulacros petaloideos II y IV forman un ángulo recto con la línea media del petaloide III, que es más corto; ambulacros petaloideos I y V más largos que los anteriores y arqueados en dirección a la lúnulas laterales posteriores; petaloideos semicerrados y redondeados en sus extremos distales. Petaloide ambulacral II con 68 poros pares, el III con 57 y por lo menos 105 poros pares en los ambulacros posteriores. Sistema apical anterior, a 1/3 del borde anterior, con 5 poros genitales; el poro central posterior, ubicado por sobre la lúnula interambulacral, aparece un poco desplazado hacia la derecha.

La sección de la cara oral es ligeramente cóncava, con el peristoma ubicado en el tercio anterior, a la misma altura del sistema apical. Periprocto ubicado en la pendiente anterior de la lúnula interambulacral. Surcos actinales sin ramificaciones, casi paralelos a corto trecho de la abertura oral para luego hacerse divergentes y lograr su ancho máximo poco antes de alcanzar las lúnulas laterales, donde tienden a cerrarse envolviéndolas.

### Observaciones

La especie creada por GIGOUX (1916) e identificada dubitativamente por su autor como "*Monophora* o *Encope*", fue considerada por MORTENSEN (1948: 419-420) dentro del género *Monophoraster* LAMBERT y THIÉRY, al que le asigna una edad miocena, sin indicar la edad de la especie chilena. Para ella agrega la acotación "not figured", dando a entender que no dispuso del esquema entregado por GIGOUX. Aquí nace, por lo tanto, la determinación genérica errónea, con todas sus consecuencias, ya que autores posteriores como DURHAM (1955: 170) y CAMACHO (1966 y 1974: 570) la designan como *Monophoraster caldensis* GIGOUX.

Los rasgos morfológicos esenciales señalados por GIGOUX (1916) en la descripción de su especie de *Encope*, los del neotipo aquí designado y de los materiales complementarios concuerdan ampliamente con los caracteres ya entregados para este género; estos mismos, permiten a su vez la separación de esta forma de los restantes géneros citados para Mellitidae de acuerdo

con el esquema sistemático de DURHAM (1966).

*Encope chilensis* PHIL., la otra especie de este género citada para Chile, ha sido comparada con nuestros materiales pudiendo apreciarse diferencias significativas. GIGOUX (1916) destaca para esta especie "las lúnulas laterales abiertas; el vértice al centro; la lúnula del área interambulacral mucho más reducida y los ambulacros simétricos". A esto podemos agregar que en *E. chilensis* la lúnula interambulacral es alargada y angosta, de tamaño mediano; el sistema apical y peristoma sólo ligeramente anteriores y una diferencia entre la longitud de los petaloideos no muy grande.

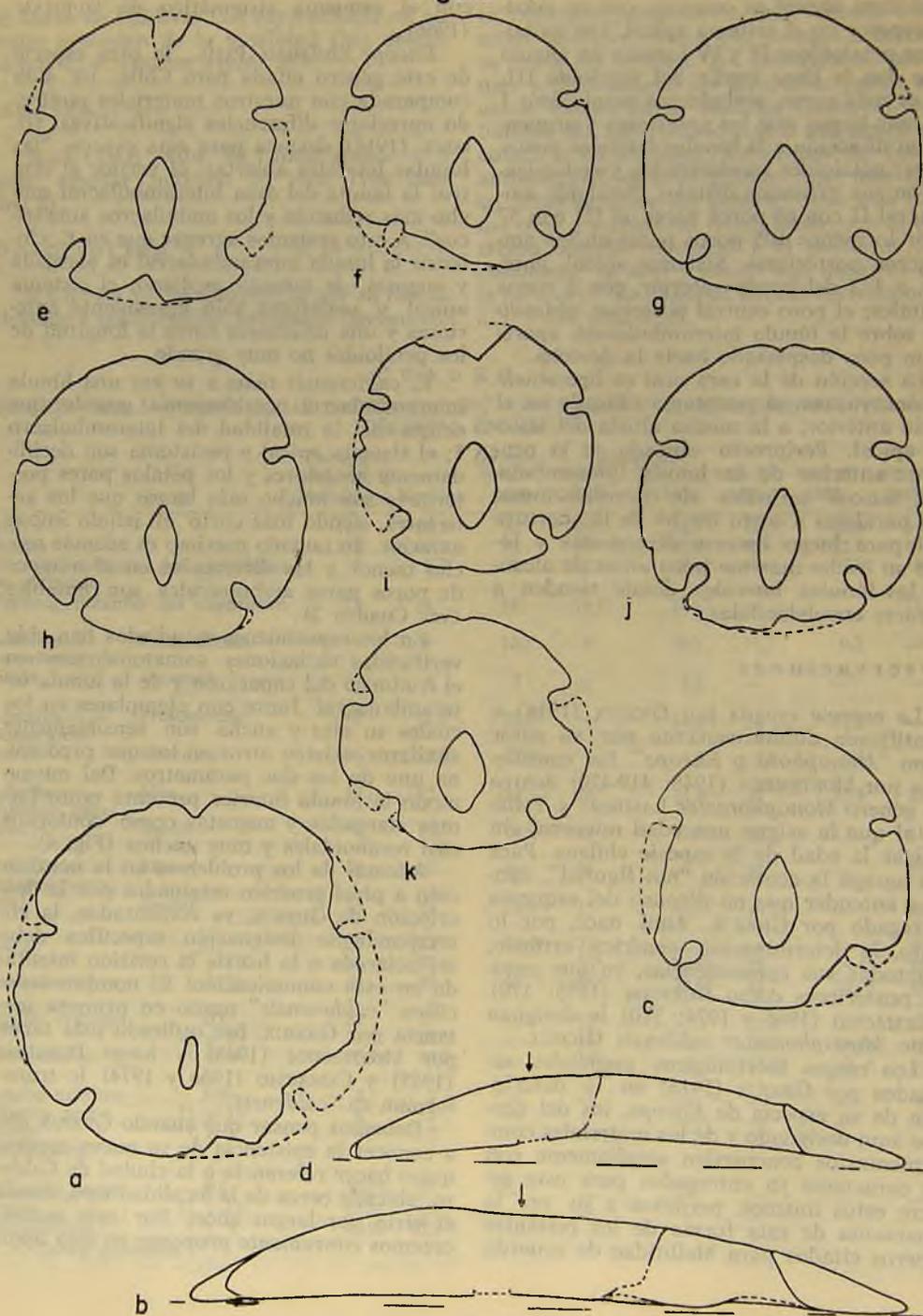
*E. calderensis* tiene a su vez una lúnula interambulacral notablemente grande, que ocupa casi la totalidad del interambulacro 5; el sistema apical y peristoma son decididamente anteriores y los pétalos pares posteriores son mucho más largos que los anteriores, siendo más corto el pétalo impar anterior. Su tamaño máximo es además mucho menor y las diferencias en el número de poros pares ambulacrales son notables (ver Cuadro 2).

En los especímenes estudiados han sido verificadas variaciones somatométricas en el contorno del caparazón y de la lúnula interambulacral. Junto con ejemplares en los cuales su alto y ancho son sensiblemente similares, existen otros en los que predomina uno de los dos parámetros. Del mismo modo la lúnula interior presenta tanto formas alargadas y angostas como contornos casi romboidales y muy anchos (Fig. 4).

Además de los problemas en la nominación a nivel genérico originados por la descripción de GIGOUX, ya comentados, la correspondiente designación específica debe ser aclarada a la luz de la revisión intentada en esta comunicación. El nombre específico "*caldensis*" usado en primera instancia por GIGOUX, fue utilizado más tarde por MORTENSEN (1948) y luego DURHAM (1955) y CAMACHO (1966 y 1974) lo transforman en "*caldensis*".

Debemos pensar que cuando GIGOUX dio a conocer la existencia de su nueva especie quiso hacer referencia a la ciudad de Caldera, ubicada cerca de la localidad tipo, donde él vivió por largos años. Por este motivo creemos conveniente proponer en esta oportu-

Figura 4



tunidad la enmienda del nombre original "*caldenensis*" por "*calderensis*", por lo que el nombre definitivo de esta especie corresponde a *Encope calderensis* (GIGOUX).

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Instituto de Investigaciones Geológicas y al Museo Nacional de Historia Natural, instituciones que brindaron el apoyo necesario para llevar a su término la presente contribución.

A los Profesores M. CODOCEO y N. BAHAMONDE, del Museo Nacional de Historia Natural, por sus valiosas sugerencias en la lectura de los manuscritos e informaciones generales sobre el tema de este trabajo.

Al Dr. D. HERM, de la Universidad de München, por confirmar (comun. escrita, 14-6-77) nuestra clasificación de los especímenes por él estudiados de Punta Cabeza de Vaca. A los Doctores J. W. DURHAM, Universidad de California, Berkeley, y H. H. CAMACHO, Universidad de Buenos Aires, por el envío de diversos antecedentes bibliográficos.

El Dr. J. CORVALÁN, Universidad de Chile, facilitó para su estudio los materiales existentes en la Colección de Referencia de la Sección Paleontología de Invertebrados del Departamento de Geología de dicha universidad. Al Profesor R. MARTÍNEZ, Universidad de Chile, por la colaboración prestada en la determinación del material micropaleontológico. A L. GÓMEZ, Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, por su labor fotográfica del material tipo.

#### RESUMEN

Se estudian y describen nuevos materiales del género *Encope* L. AGASSIZ, 1840, procedentes de los alrededores de Caldera, Chile (lat. 27° 4' S.; long. 70° 49' O.). Ellos pertenecen a la especie creada por GIGOUX (1916) —de la misma localidad tipo— y determinada erróneamente como "*Monophoras-*

*ter caldenensis o caldensis*" por autores posteriores. Se rectifica el nombre genérico bajo una nueva combinación: *Encope calderensis* (GIGOUX) y se designa un neotipo. Esta especie es referida a la serie basal del Plioceno de Caldera.

La comparación con *Encope chilensis* PHILIPPI, 1887, permite confirmar la validez de ambas formas.

Se vuelve a figurar, agregando una descripción complementaria, medidas y otros antecedentes de interés para el holotipo de *E. chilensis* PHIL.

#### ABSTRACT

New specimens of the genus *Encope* L. AGASSIZ, 1840, from Caldera, Chile (lat. 27° 4' S.; long. 70° 49' W.) are described. They belong to the same species recorded by GIGOUX (1916) —from his type locality— and reported mistakable as "*Monophoraster caldenensis or caldensis*", by posterior authors.

Generic name is rectified under a new combination: *Encope calderensis* (GIGOUX) and a neotype is assigned. Previous stratigraphic studies allow to assign this form to the lower part of the marine Pliocene deposits of Caldera.

This species has been compared with *Encope chilensis* PHILIPPI, 1887, concluding that both forms are valid.

The holotype of *E. chilensis* PHIL. is again figured and a complementary description, measures and general observations are also given.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BERNASCONI, I.

1953 Monografía de los Equinoideos argentinos An. Mus. Hist. Nat. Montevideo, 2ª serie, o (2), 58 pp., 32 láms.

BÖSE, E.

1906 Sobre algunas faunas terciarias de México, II Parte. Bol. Inst. Geol. México, 22, 96 pp., 12 láms.

BRIGHTON, A. G.

1927 A new Miocene Echinoid from N. W. Perú. Geological Magazine, 63: 61-69.

CAMACHO, H. H.

1966 Invertebrados Fósiles. Cap. XVIII, Echinodermata: 535-583. Ed. Universitaria, Buenos Aires. Ibid., 1974.

Fig. 4

a — b. *Encope chilensis* PHILIPPI, 1887. Vista aboral y sección longitudinal del holotipo (SGO. PI. 856; x 0,5 y x 1, respectivamente).

c — k. *Encope calderensis* (GIGOUX, 1916).

c — d. Vista aboral y sección longitudinal del neotipo (SGO. PI. 1591; x 0,5 y x 1, respectivamente).

e — k. Vistas aborales esquemáticas mostrando la variación en el contorno del caparazón y en la forma y tamaño de la lúnula interambulacral (e: SGO. PI. 1606; f: 3099; g: 1597; h: 1604; i: 3098; j: 1600; k: 1593; todos x 0,5).

CASO, M. E.

- 1948 Contribución al conocimiento de los Equinoideos de México. II Algunas especies de Equinoideos litorales. An. Inst. Biol. México, 19 (1): 183-231, 24 figs.

CLARK, H. L.

- 1948 A Report of the Echini of the warmer eastern Pacific, based on the collection of the Vele-ro III. Allan Hancock Pacific Exped., 8 (5): xii + 225-352.

CLARK, W. B. y M. W. TWITCHELL

- 1915 The Mesozoic and Cenozoic Echinodermata of the United States. Part II: The Cenozoic Echinodermata. U. S. Geol. Survey, Mon., 54: 101-227.

DE CARTAZAR

- 1880 Descripción de un nuevo Equinodermo de la Isla de Cuba. *Encope Ciae* n. sp. Bol. Comisión Mapa Geol. España, 7: 227-232, 2 láms.

DURHAM, J. W.

- 1950 1940. E. W. Scripps cruise to the Gulf of California. Part II. Megascopic Paleontology and marine stratigraphy. Geol. Soc. Am. Mem., 43, pt. II: i-viii, +216 pp., pls. 1-48.
- 1955 Classification of Clypeasteroid Echinoids. Univ. California Publ. Geol. Sci., 31 (4): 73-198, láms. 3-4, 38 figs.

- 1966 Clypeasteroids. In: MOORE, R. C., ed., Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U, Echinodermata, 3 (2): U 450-U 491. figs. 335-377. Geol. Soc. America. Univ. Kansas Press.

GIGOUX, E. E.

- 1916 Un escutelídeo Terciario de Caldera. Rev. Chilena Hist. Nat., 20: 80-82, lám. 8.

HERM. D.

- 1969 Marines Pliozän und Pleistozän in Nord-und Mittel-Chile unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. Zitteliana, 2, 159 pp., 18 láms.

KEW, W. S. W.,

- 1914 Tertiary Echinoids of the Carrizo Creek region in the Colorado Desert. Univ. California Publ., Bull. Dept. Geol. 8: 39-60, 5 láms.

MORTENSEN, TH.,

- 1948 A Monograph of the Echinoidea. Clypeasteroidea. 4: (2), 471 pp., 258 Figs., 72 láms.

OLSSON, A.,

- 1932 Contributions to the Tertiary Paleontology of northern Perú: Part 5. The Peruvian Miocene. Bull. of Am. Paleont., 19 (68), 272 pp., pls. 1-24.

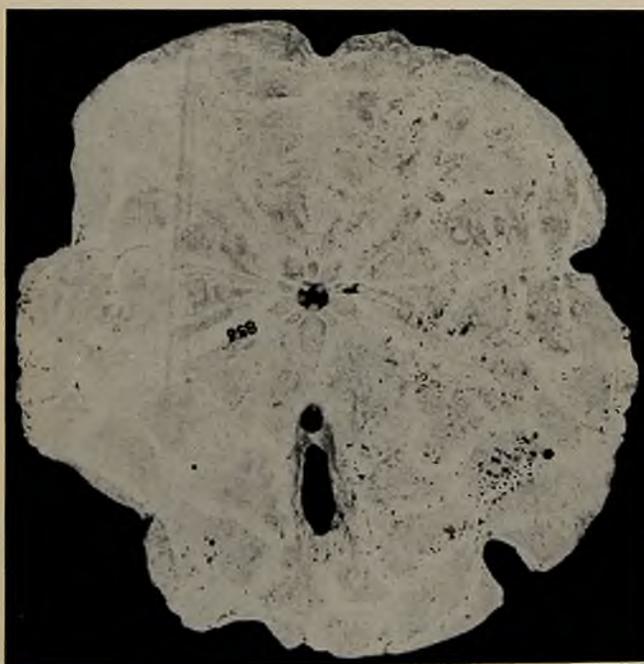
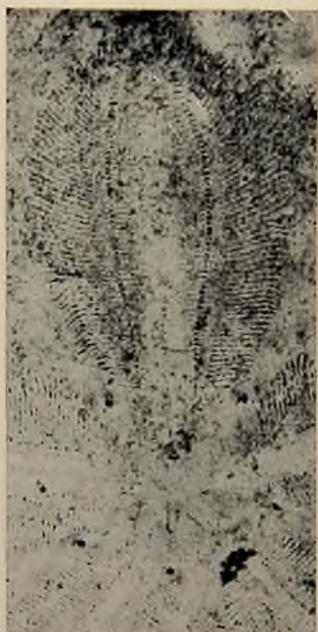
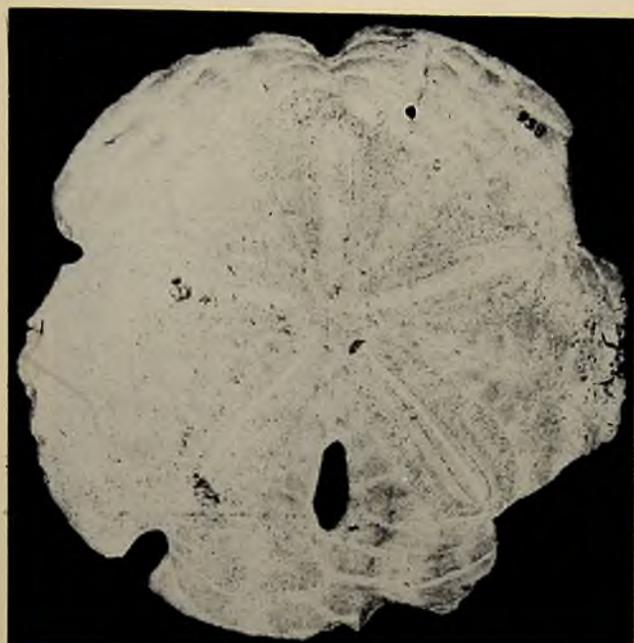
PHILIPPI, R. A.,

- 1887 Los Fósiles Terciarios i Cuartarios de Chile. 256 pp., 58 láms. F. A. Brockhaus, Leipzig.

## ADDENDA

Estando en prensa este trabajo se recibió la contribución de KIER, P. M. y M. H. LAWSON (1978, Index of Living and Fossil Echinoids 1924-1970. Smithsonian Contrib. to Paleobiology, 34, 182 pp.) que incluye otras especies que no aparecen en el Cuadro 1. Ellas son:

- E. homala* ARNOLD y H. L. CLARK, 1934; Terciario, Jamaica.  
*E. secoensis* COOKE, 1961; Plioceno, Venezuela.  
*E. kugleri* JEANNET, 1928; Mioceno, Venezuela.  
*E. vonderschmitti* JEANNET, 1928; Mioceno, Venezuela.  
*E. wiedenmayeri* JEANNET, 1928; Mioceno, Venezuela.



LAMINA 1

*Encope chilensis* PHILIPPI, 1887.  
SGO. PI. 856, holotipo.

Fig. a. Cara aboral.

Fig. b. Cara oral.

Fig. c. Detalle del sistema  
apical.







## ANALISIS QUIMICO DE PINTURAS CERAMICAS PREHISPANICAS DE CHILE CENTRAL

RUBÉN STEHBERG L. (\*)

### INTRODUCCION

Dentro del Proyecto de Investigación Arqueológica de Chile Central que la Sección de Antropología del Museo Nacional de Historia Natural está realizando, se consideró importante analizar la composición química de los engobes y pinturas cerámicas de diferentes culturas prehispánicas de la zona, con el objeto de profundizar en los conocimientos tecnológicos y estéticos de estos pueblos y a la vez contar con datos de mayor certeza y confiabilidad.

Es frecuente la descripción de fragmentos o piezas cerámicas sobre la base de ciertos atributos (por ej.: antiplástico de arena fina y mediana; cocción oxidante dispareja, etc.) o por sus características aparentes (color, forma, decoración, etc.) todas, peculiaridades que dependen de la apreciación personal del investigador.

En los fragmentos decorados se ha puesto énfasis en el modo de aplicación de la sustancia colorante (pintado o engobado) y en su color (rojo, blanco, etc.), especificando en algunos casos si la aplicación se ha realizado sobre una superficie cerámica previamente alisada o pulida. Sin embargo, este tipo de descripción ha dejado de lado el problema de la preparación previa de dicha materia colorante. Es de suponer que el alfarero debió seleccionar los pigmentos adecuados, tanto en color como resistencia al calor de la cocción, molerlos y suspenderlos en algún líquido idóneo, que facilitara su aplicación y coadura. Luego tuvo que regular la cocción a fin de controlar los cambios químicos que experimentaba

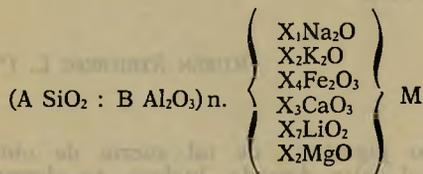
dicho pigmento, de tal suerte de obtener el color deseado. Incluso, en algunos casos debió pulir la pintura con el fin de darle un brillo especial. Creemos que parte de estos conocimientos técnicos es posible inferirlos del análisis de la composición química de estas pinturas. Además, es seguro que a través del tiempo estas técnicas han experimentado algunos cambios o modificaciones susceptibles de ser detectadas mediante pruebas químicas a pinturas de diferentes períodos culturales. Incluso ciertos problemas concretos, tales como: utilización de una o varias canteras en la obtención de las materias primas; existencia o ausencia de especialistas alfareros dentro de un grupo social; diferencias tecnológicas en la obtención del negro y otros, pueden ser dilucidados a través de este tipo de investigación.

En los últimos años se ha enfatizado en las determinaciones químicas (ALVAREZ y otros 1967:5-32) y petrográficas de cerámicas arqueológicas (CORTALEZZI 1976:65-66). Sin embargo, son escasas las investigaciones que han extendido estas determinaciones a las materias colorantes que cubren las cerámicas y sirven de base a la decoración. En este sentido cabe destacar la labor del taller artesanal del Depto. de Artes y Letras de la Universidad de Chile de La Serena, dirigido por RAFAEL PAREDES R. (1975: 6-110) que está experimentando con diferentes pinturas cerámicas a fin de lo-

(\*) Laboratorio de Antropología. Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787. Santiago, Chile.

gar una aproximación al conocimiento de las técnicas indígenas.

Técnicamente podemos considerar las pinturas cerámicas como arcillas coloreadas constituidas por una serie de compuestos con sílice, alúmina, metales alcalinos y alcalino-térreos y compuestos ferromagnesianos con el siguiente tipo de fórmula general:



Por consiguiente, nuestro análisis químico cuantitativo se centrará en la determinación de la sílice ( $\text{SiO}_2$ ) y alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) presentes, como además en la búsqueda de los óxidos metálicos colorantes ( $\text{Fe}$ ,  $\text{Cu}$ ); de los elementos fundentes y cohesionantes ( $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ) y de los óxidos alcalino-térreos ( $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$ ).

Con el fin de extraer la mayor cantidad de información del menor número de muestras, se seleccionó un conjunto de 11 pinturas cerámicas provenientes de tiosos alfareros de 4 sitios arqueológicos de Chile Central y que abarcan gran parte del período agroalfarero prehispánico de la zona. Estos yacimientos son:

a. CHACAYES. Cementerio alfarero temprano, localizado a 5 km al N del Romeral, camino al embalse de El Yeso, en la margen S del curso superior del río Volcán ( $33^\circ 49' \text{ S} - 70^\circ 06' \text{ W}$ ) Su contexto permitió afiliarlo culturalmente a la fase más avanzada del Complejo Molle (STEHBURG, 1976c). Entre los artefactos encontrados destacan los tiosos de cerámica negra y roja pulida, jarros con gollete y asa puente, algunos decorados en técnica de pintura negativa. Una reciente datación radiocarbónica le asignó al cementerio una antigüedad de  $430 \pm 90$  años D.C. (STEHBURG, 1977). Sin embargo, existen yacimientos con cerámica mucho más antigua (v. gr. Radio Estación Naval en Santiago, datado en  $2130 \pm 80$  A.P.) que no fueron considerados por carecer de decoración pintada.

b. MARÍA PINTO. Cementerio alfarero medio, localizado a 2 km al N de María Pinto, comuna de Melipilla, en la margen N del río Puangue ( $33^\circ 31' - 71^\circ 08'$ ). Se caracteriza por ser un cementerio de túmulos con esqueletos braquioides enterrados en posición decúbito dorsal o lateral derecha y ajuar consistente en escudillas con decoración tricroma (Aconcagua Salmón), en el interior de las cuales se hallaron restos de ofrendas alimenticias (choritos de río-diplodón— y ratones silvestres diurnos—degú). Está afiliado culturalmente al denominado horizonte Aconcagua Salmón, conocido también como Bellavista negro sobre naranja y que corresponde a la expresión cultural de una de las etnias regionales que alcanzaron cierto desarrollo cultural propio. El fechado radiocarbónico de uno de sus esqueletos permitió datar el cementerio en  $990 \pm 80$  años D.C. (*Ibid* 1977).

c. QUILICURA. Cementerio alfarero tardío, localizado en calle Guardiamarina Riquelme de la ciudad de Quilicura ( $33^\circ 23' - 70^\circ 45'$ ), que presentó osamentas humanas enterradas a 180 cm de profundidad, en posición extendida, junto a un ajuar consistente en platos, ollas y aribaloides, que lo vinculan a la ocupación incaica de Chile Central, emprendida desde 1480 hasta 1520 D.C. aproximadamente. (DURÁN 1976:3-5 y STEHBURG 1976 b: 5-13).

d. Nos. Cementerio alfarero tardío. Se localiza en el embalse Los Valientes de la localidad de Nos ( $33^\circ 38' - 70^\circ 43'$ ) y por presentar características similares al sitio de Quilicura, lo vinculamos a la misma ocupación incaica. (STEHBURG 1976 a: 23-29).

#### OBTENCION DE LA MUESTRA

La capa colorante fue separada de la superficie cerámica mediante la técnica del raspado, utilizando una espátula de modelado suficientemente afilada. La muestra así obtenida en forma de polvo fino, se recogió en un trozo de plástico hasta enterar aproximadamente 0,5 grs., cantidad necesaria para su posterior análisis. En nuestro caso bastó con superficies raspadas de 10 a 15  $\text{cm}^2$ , para lograr la cantidad de muestra indicada. (La magnitud de esta superficie depende del espesor de la capa).

El raspado fue suspendido en el momento de llegar a la superficie cerámica original, lo que fue detectado por el cambio en tonalidad del polvo recogido.

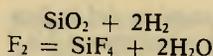
Con el objeto de reducir el daño de piezas arqueológicas se eligieron ceramios fragmentados, por lo general de los tipos más abundantes, que además son los más representativos. En el caso de las muestras de pintura negativa, dada su escasez en el área, se efectuó el análisis con menos de 0,25 grs.

## LA MARCHA ANALITICA

### Determinación de Silice (SiO<sub>2</sub>):

La muestra (menos de un gramo, en el caso presente) se pasó a un crisol de platino, donde se juntó con una mezcla sodopotásica (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) aproximadamente 10 veces su peso, revolviéndose íntegramente con espátula de platino. Luego se sometió a temperatura (850-900°C) por el tiempo suficiente para conseguir una buena disgregación. Los productos obtenidos —Silicatos de Sodio + carbonatos básicos— se disolvieron en agua adicionadas de ácido clorhídrico (HCl) suficiente para disolver las bases, sobresecándose en estufa termoestática. La evaporación final de la masa humedecida en este ácido, se llevó cuidadosamente a sequedad absoluta repitiendo 3 veces este proceso. Por último, se hirvió la solución con 50 cc de agua y 20 cc de ácido clorhídrico concentrado, insolubilizándose así el ácido silícico hidratado a silice (SiO<sub>2</sub>), la cual, se filtró y lavó adecuadamente sobre papel Whatmann N° 32 de 9 cm de diámetro, para separarlo de los cloruros de las bases. Este residuo de ácido silícico se calcinó en crisol de platino tratado a temperatura de 950 a 1000°C (enfriándosele posteriormente en desecador con cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>)). Después de 30 minutos de enfriamiento —hasta adquirir igual temperatura que la del interior de la balanza— se pesó exactamente registrando el resultado.

Al crisol de platino que contenía la silice bruta se agregaron 3 ó 4 gotas de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) al 50%, unos 2 ml de agua destilada y un exceso de ácido fluorhídrico (HF) y se puso a entibiar, consiguiéndose al cabo de algunos minutos la disolución del residuo de acuerdo a la siguiente fórmula:



El silano (SiF<sub>4</sub>), gas que se desprende con el calor, se llevó hasta humos blancos de sulfúrico y éste se evaporó suavemente hasta total sequedad. Se calcinó fuertemente para obtener los óxidos iniciales del tercer grupo y se pesó el producto. La diferencia de estas pesadas es igual a la silice químicamente pura presente.

Cualquier residuo de óxidos en el crisol se funde con una pequeña cantidad sodopotásica cuya solución se agrega al filtrado de la silice bruta.

### Determinación de Hierro y Aluminio (Fe y Al):

El filtrado adicionado de 3 gr de cloruro de Amonio (NH<sub>4</sub>Cl) se llevó a un matraz aforado de 250 ml., del cual se tomaron 2 alícuotas de 50 ml., una para determinar el Hierro por valoración y la otra, Aluminio, por gravimetría.

#### Valoración del Hierro:

Se evaporó al estado pastoso, reduciendo el hierro férrico a hierro ferroso con solución de cloruro estanoico hidratado (SnCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O) al 5%, agregado gota a gota hasta desaparecer el amarillo del ión férrico. Luego se diluyó a 150 cc más 10 ml de ácido ortofosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) y 10 ml de solución saturada de cloruro mercurioso (HgCl<sub>2</sub>). Al haber exceso de cloruro estanoico precipita mercurio metálico negro y hay que repetir el análisis; en cambio, si la cantidad de cloruro estanoico era la necesaria, su pequeño exceso provocará un precipitado sedoso de cloruro mercurioso, que se valora con cromato de potasio (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) en presencia de 4 gotas de solución sulfonato difenil amina de Sodio (2 gr x lt).

La presencia de una leve coloración azul permanente indicó el término de la valoración.

#### Gravimetría del Aluminio (Al):

A la parte alícuota correspondiente se agregaron 2 gotas de metil orange y amo-

níaco 1 : 1 hasta un leve cambio del indicador; instante en el cual se adicionaron 2 a 3 ml en exceso que precipitaron hidróxido de fierro y aluminio ( $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$ ). Se hirvió hasta total eliminación de amoniaco filtrándose en conjunto los hidróxidos que se lavaron con agua amoniacal al 3% caliente. Estos hidróxidos se colocaron en crisol de porcelana previamente pesado, introduciéndose en la estufa hasta su total desecación y calcinado. Se pesó el  $\text{R}_2\text{O}_3$  del cual se descontó el fierro calculado como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Esta diferencia constituye  $\text{Al}_2\text{O}_3$  siempre que no existan otros elementos precipitables con amoniaco.

El resto de la solución —Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Litio (Li)— se destinó a espectrofotometría de absorción atómica, salvo Sodio y Potasio que, por agregarse anteriormente, no se pudo determinar.

Para el caso del cobre se ocupó el método electrolítico.

#### SELECCION DE LAS MUESTRAS Y SU OBJETIVO CONCRETO

En la elección de muestras prevaleció el criterio de selección de pinturas representativas del mundo cultural al que pertenecen, prefiriéndose las provenientes de los tipos decorativos cerámicos más comunes y repetidos, que, en última instancia, representan los patrones pictóricos aceptados mayoritariamente por el grupo. Es el caso —por ejemplo— de la elección dentro del horizonte Aconcagua Salmón de muestras de pinturas negras provenientes del motivo denominado "trinacrio".

Hubiera sido nuestro interés estudiar un mayor número de muestras, a fin de detectar microvariantes dentro de un mismo tipo de pintura decorativa. Sin embargo, el alto costo del análisis nos llevó a seleccionar sólo 14 muestras. Su descripción se detalla a continuación:

Muestra 1: Pintura roja de un fragmento cerámico del cementerio Molle de Chacayes.

Muestra 2: Pintura roja proveniente de fragmentos con decoración negativa negro-rojo del cementerio Molle de Chacayes.

Muestra 3: Pintura negra negativa proveniente del mismo fragmento anterior.

Muestra 4: Pintura negra extraída del motivo "trinacrio" de un plato quebrado del cementerio de María Pinto (Aconcagua Salmón).

Muestra 5: Pintura negra (decolorada a café) de un aríbalo quebrado del cementerio incaico de Quilicura.

Muestra 6: Pintura roja de fragmentos de un plato sin decoración, exhumado del cementerio de María Pinto (Aconcagua Salmón).

Muestra 7: Pintura roja de aribaloide del cementerio incaico de Quilicura.

Muestra 8: Pintura roja de aribaloide quebrado del cementerio incaico de Quilicura.

Muestra 9: Engobe rojo de un plato quebrado del cementerio incaico de Quilicura.

Muestra 10: Pintura blanca de un fragmento de plato hondo proveniente del cementerio incaico de Nos.

Muestra 11: Pintura blanca de un aribaloide quebrado del cementerio incaico de Quilicura.

Muestra 12: Greda (pasta y antiplástico) de un plato del cementerio de túmulos de María Pinto (Aconcagua Salmón).

Muestra 13: Greda (pasta y antiplástico) de un plato del cementerio de túmulos de Til-Til (Aconcagua Salmón).

Muestra 14: Greda (pasta y antiplástico) de un plato Aconcagua Salmón, exhumado del cementerio incaico de Quilicura.

El principal objeto de esta investigación, es ampliar los conocimientos acerca de las técnicas y procedimientos alfareros emplea-

dos por los pueblos prehispánicos. Con este fin seleccionamos un grupo de problemas arqueológicos, susceptibles de ser verificados por medio del análisis químico en referencia. A continuación se enumeran e indican las muestras que servirán para comprobarlos:

**Problema 1:** Desde el período alfarero temprano, el ceramista ha recubierto y decorado la superficie de sus tiestos con pinturas de diferentes colores. A fin de conocer las características de estas pinturas y constatar posibles cambios a través del tiempo, se eligió una muestra de pintura roja temprana (M-1) y se la comparó con pinturas rojas posteriores (M-6, M-7 y M-8).

**Problema 2:** La alfarería temprana de la zona central, especialmente la vinculada al horizonte molle, presenta a menudo una decoración negro-rojo preparada a base de la técnica de pintura negativa. Con el objeto de averiguar si la pintura roja negativa requirió de una preparación especial se analizó la M-2 y se la comparó con la M-1.

Más interesante aún, es verificar la hipótesis en relación a que, las pinturas negra y roja negativa que decoran el ceramio, proceden de una misma pintura base y que a través de cierto procedimiento se logró conferir a cada una de ellas su color definitivo. Para corroborar esta hipótesis se extrajo de un ceramio con esta decoración, muestras de pinturas roja (M-2) y negra (M-3) y se la comparó entre sí.

**Problema 3:** Siempre ha llamado la atención la excelente calidad y tonalidad intensamente oscura de la pintura negra perteneciente a la variedad monocroma o Bellavista negro sobre naranja de esta zona, a diferencia de algunas pinturas negras de períodos posteriores, de tonalidades grises, que fácilmente decoloran a café. Para determinar las características de estas pinturas en tiempos preincaicos e incaicos y conocer sus diferencias, se analizó la M-4 (María Pinto) y se la comparó con la M-5 (Quilicura).

**Problema 4:** De comprobarse la suposición anterior, en términos de una mejor preparación de pinturas negras en tiempos preincaicos que en períodos posteriores, es de

suponer que las pinturas rojas del mismo período deberían presentar un avance similar. A fin de verificar esta hipótesis se seleccionó una muestra de pintura roja (M-6) del cementerio de María Pinto (tradición Aconcagua Salmón) y se la comparó con pinturas de la misma tonalidad del período incaico (M-7, M-8 y M-9).

**Problema 5:** Con el objeto de comprobar si dentro de un cementerio, las pinturas de un mismo color presentan similar composición química, por elaborarse de acuerdo a un patrón tecnológico, se analizaron pinturas rojas procedentes de dos aribaloides del cementerio incaico de Quilicura (M-7 y M-8).

Además, se supone que los engobes rojos\* presentes en algunos platos de este cementerio, no se diferencian de las pinturas, más que en la forma de su aplicación. Para confirmar esta suposición se comparó la muestra de engobe (M-9) con las pinturas rojas (M-7 y M-8).

**Problema 6:** Para determinar las semejanzas o diferencias en la preparación de pinturas blancas entre sitios distantes pero pertenecientes a un mismo horizonte cultural, se analizaron las muestras M-10 y M-11 procedentes de los cementerios incaicos de Nos y Quilicura y se las comparó entre sí.

**Problema 7:** Dentro de la tradición Aconcagua Salmón o Bellavista negro sobre naranja, existe una cerámica de igual consistencia y tonalidad, en sitios a menudo bastante distantes entre sí. Justamente estas características de la greda confirieron el nombre a la tradición. Con el propósito de determinar si todas estas pastas vienen de una misma cantera, se analizaron 3 muestras procedentes de los sitios de María Pinto, Til-Til y Quilicura (M-12, M-13 y M-14).

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos del análisis químico cuantitativo de las sustancias colo-

\* Se entiende por engobe, una forma de aplicación de la sustancia colorante, consistente en sumergir la pieza en un baño de arcilla.

rantes cerámicas y gredas pertenecientes al horizonte Aconcagua Salmón, se han resumido en el Cuadro 1.

De la observación del Cuadro 1, se desprende que alrededor del 50% de cada muestra corresponde a Sílice ( $\text{SiO}_2$ ). El menor porcentaje (45,42%) lo registró la pintura negra de María Pinto (M-4), mientras que el mayor, la pintura blanca de Quilicura (M-11), con 64,99%. El promedio arrojado fue de 53,53% para las 11 pinturas estudiadas. En el caso de las muestras de gredas, constituyentes de la cerámica Aconcagua Salmón (M-12, M-13 y M-14), lógicamente el promedio fue mucho mayor (64,97%), que entre las pinturas.

La cantidad de óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) presente en las muestras es también muy significativo, registrando la pintura roja de María Pinto (M-6), el menor porcentaje con 15,98%, mientras que la negra negativa de Chacayes (M-3) registra el mayor porcentaje con 27,17%. La cantidad promedio de 22,71% de óxido de aluminio presente en las pinturas, es parecido al promedio de 22,46% registrado en las gredas Aconcagua Salmón (M-12, M-13 y M-14).

El contenido del hierro total ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), varió desde un mínimo de 2,27% en la pintura blanca de Quilicura (M-11), hasta 21,91% para la pintura roja de María Pinto (M-6), con un promedio de 11,69%. Las gredas Aconcagua Salmón presentaron un contenido en óxido férrico bajo, que osciló entre 4,50% (M-12) y 7,01% (M-14), con un promedio de 5,36%. La abundancia de Sílice ( $\text{SiO}_2$ ), óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) en las muestras permiten señalar que las materias colorantes investigadas corresponden a sustancias arcillosas coloreadas ricas en alúmina (Óxido de aluminio). En todos los casos analizados es el hierro el responsable de la coloración de las pinturas, según se presente en estado oxidado (rojo) o reducido (negro). Con arcillas pobres en óxidos, especialmente férricos o ferrosos, se obtienen tonalidades blanquecinas.

El contenido de óxidos de calcio ( $\text{CaO}$ ) y Magnesio ( $\text{MgO}$ ) es bastante uniforme en las muestras. El menor porcentaje de calcio ( $\text{CaO}$ ), lo presentó la pintura blanca de Quilicura (M-11) y greda de Til-Til (M-13) con 0,73%, mientras que el mayor correspondió a la pintura negra de María Pinto (M-4), con 2,16%, y un promedio de 1,23% para las 14 muestras investigadas. El magnesio

( $\text{MgO}$ ), en cambio, presentó su mínimo de 0,64% en las pinturas roja y blanca de Quilicura (M-8 y M-11) y un máximo de 1,60% en la greda de Til-Til (M-13), con un promedio de 1,08%.

El óxido cúprico ( $\text{CuO}$ ) sólo se detectó en cantidades significativas en las pinturas negras de María Pinto (M-4) con 10,06% y de Quilicura (M-5) con 3,91%. Su presencia, permitió reforzar la coloración negra, puesto que adopta dicho color en estado oxidado.

Curiosamente ninguna muestra presentó trazas de óxido de Litio ( $\text{Li}_2\text{O}$ ), a pesar que en su búsqueda se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica de gran sensibilidad. Sin embargo, las muestras poseen óxidos de Sodio y Potasio ( $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ ), que actúan como elementos fundentes o cohesionantes, pero no pudieron ser analizados, porque en la disgregación de la sílice se utilizó compuestos con estos elementos, que las contaminaron.

Conviene señalar que, salvo los casos de los óxidos de hierro y cobre, el resto ( $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) no afecta la coloración final de la pintura, ya que, frente a un óxido metálico coloreado, adopta tonalidades blancas o incoloras.

## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Hemos visto que las pinturas o engobes cerámicos prehispánicos eran arcillas coloreadas, donde el hierro es el elemento que proporciona la coloración: oxidado a óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), genera rojo; reducido a óxido ferroso ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$  y  $\text{FeO}$ ) produce negro y en su ausencia (caolín) da tonalidades blanquecinas. En algunos casos, la coloración gris o negra se ha visto reforzada por la presencia, seguramente casual, de óxido cúprico en la arcilla.

El pigmento, finamente molido, se mantuvo en una suspensión acuosa, aceitosa o grasosa, según el color que se quisiera obtener. En el caso de las tonalidades rojas, el pigmento debió mantenerse en una suspensión acuosa, de manera que, durante la cocción, el hierro se oxidará a óxido férrico. Para obtener colores grises o negros, el pigmento se introdujo en una suspensión aceitosa, grasosa, e incluso cera de abeja, a fin de reducir parte del hierro a óxido ferroso,

RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO CUANTITATIVO DE PINTURAS CERAMICAS  
PREHISPANICAS

Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14
Pesada Inicial (grs.)	0.5037	0.4856	0.2042	0.2365	0.3522	0.5123	0.5025	0.5153	0.4968	0.5144	0.5423	0.4994	0.4997	0.5098
Silice (SiO <sub>2</sub> )	49,85	48,03	46,83	45,42	58,25	53,01	48,32	57,12	53,66	63,37	64,99	63,49	66,87	67,57 (%)
Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	22,27	24,70	27,17	20,93	22,03	15,98	23,10	20,69	22,45	26,00	24,54	23,64	22,70	21,05 (%)
Oxido Férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	13,70	11,60	10,15	18,99	7,06	21,91	14,64	10,27	13,53	4,52	2,27	4,50	4,58	7,01 (%)
Oxido de Calcio	0,98	1,49	1,49	2,16	1,46	1,17	1,34	1,01	1,01	0,97	0,73	1,92	0,73	0,87 (%)
Oxido de Magnesio (MgO)	1,15	1,07	1,22	1,59	0,85	1,45	0,75	0,64	1,13	0,73	0,64	1,08	1,60	1,30 (%)
Oxido Cúprico (CuO)	—	—	—	10,06	3,91	—	—	—	—	—	—	—	—	— (%)
Oxido de Litio (LiO <sub>2</sub> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 (%)
Total	87,95	86,89	86,86	99,15	93,56	93,52	88,15	89,73	91,78	95,59	93,17	94,63	96,48	97,80 (%)

Error de la medida  $\pm 0,02$ .

— No se analizó.

Stambología: M-1. Pintura roja de Chacayes	M-6. Pintura roja de María Pinto	M-11. Pintura blanca de Quilicura
M-2. Pintura roja negativa de Chacayes	M-7. Pintura roja de Quilicura	M-12. Greda de María Pinto
M-3. Pintura negra negativa de Chacayes	M-8. Pintura roja de Quilicura	M-13. Greda de Til-Til
M-4. Pintura negra de María Pinto	M-10. Pintura blanca de Nos	M-14. Greda de Quilicura
M-5. Pintura negra de Quilicura	M-9. Engobe rojo de Quilicura	

dado que la materia orgánica, frente a la alta temperatura producida por la cocción, tiende a generar carbón y simultáneamente una serie de gases combustibles que producen una atmósfera reductora, con ausencia de oxígeno. Tal reducción es mayor en la superficie de la pintura y va disminuyendo hacia el interior.

Sin embargo, ésta no es necesariamente la única manera de lograr tal reducción. En el caso de las técnicas alfareras tempranas, en especial las de pintura negativa, bastó con cubrir durante la cochura la superficie a reducir, impidiendo de esta forma la entrada de oxígeno.

Dado que todas las arcillas contienen hierro, es dudoso que necesitaran agregarlo ex profeso. Lo más probable es que hayan seleccionado las canteras más ricas en arcillas coloreadas a través de la observación empírica. Es el caso —por ejemplo— de las pinturas negras del horizonte Aconcagua Sal-món, que se destacan por su alto contenido en hierro y cobre.

Esta limitación tecnológica que consiste en el manejo del hierro como único metal, explicaría la escasa variabilidad cromática alcanzada en la preparación de pinturas cerámicas, limitada a los colores negro, rojo y blanco —con sus respectivas variantes— que los arqueólogos han designado como tradiciones mono, bi o tricromas. Es oportuno recordar que en la decoración cerámica no podían utilizar pigmentos de origen animal o vegetal, como en el caso de los textiles o cestería, puesto que al someterse la greda a cocción, la alta temperatura destruía todo vestigio orgánico. Esta regla no es válida para pinturas post-cocción puesto que los ceramistas consideran que "cualquier otra pintura que se emplee, que no sea sometida, junto con la pieza a la acción del fuego, no corresponde rigurosamente hablando a la cerámica propiamente tal" (PAREDES ROJAS, 1975:85).

A fin de obtener otros colores, los indígenas habrían debido conocer las propiedades químicas de algunos óxidos, tales como el óxido de cobalto para el azul; el óxido crómico para el verde y óxido de manganeso o hematita para el violeta.

Respecto de la verificación de problemas concretos podemos afirmar:

Problema 1: La pintura roja de Chacayes, perteneciente al período Molle Avanzado, no se diferencia sustancialmente de las pinturas rojas de períodos posteriores (véase M-1, M-6 y M-7). Frente a María Pinto del período medio, presenta un contenido en hierro bastante menor, lo que implicaría un menor énfasis en la búsqueda o selección de depósitos arcillosos ricos en hierro, motivado quizás por el carácter temporal de su estada en el valle del Maipo (STEBBERG, 1976 c), situación que también podría hacerse extensiva a la pintura incaica roja de Quilicura (M-7 y M-8).

Problema 2: Al no observarse diferencias sustanciales entre la pintura roja de Chacayes (M-1) y la pintura roja negativa del mismo sitio (M-2), podemos suponer que las pinturas sometidas a esta última técnica no requerían de una preparación especial.

Más interesante es constatar que la suspensión arcillosa que sirvió de base para confeccionar la decoración en pintura negativa es la misma para los colores rojo y negro. En el Cuadro 1, se puede observar, que la sumatoria de los óxidos analizados arrojaron 86,89% para la pintura roja (M-2) y 86,86% para la negra (M-3), idénticas si se considera que el margen de error de las mediciones alcanza un 0,02%. Por lo demás, las variaciones entre las cantidades de Sílice ( $\text{SiO}_2$ ) y Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) entre una y otra muestra son sólo aparentes, ya que la cantidad de 11,60% de óxido férrico (M-2), se redujo a 10,15% en la pintura negra (M-3), lo que implicó un cambio en los porcentajes en peso relativo del aluminio y sílice. Lo interesante es que los ceramistas del pueblo molle de Chacayes lograron esta reducción del hierro por medio del uso de la técnica temprana de pintura negativa, consistente en el recubrimiento mediante una sustancia desechable \* de la superficie a decorar.

(\*) RAFAEL PAREDES, Jefe del Taller artesanal de Artes y Letras de la Universidad de Chile, La Serena, que ha experimentado en técnicas cerámicas parecidas, manifestó (comunicación personal, 1976) que se puede obtener buenos resultados utilizando como elemento recubridor, caolines o arcillas purificadas de punto de fusión mayor que la temperatura de cocción de la cerámica y pintura, de manera que al enfriarse se desprende con facilidad.

Posiblemente aún no estaba en su conocimiento la técnica de la suspensión del pigmento en un vehículo aceitoso o grasoso que arrojaría un resultado parecido.

Problema 3: La pintura negra de María Pinto (M-4) es verdaderamente excepcional, puesto que reúne la doble cualidad de ser rica en hierro (18,99%) y en óxido cúprico (10,06%), de tal modo que la coloración negra, producto de la reducción de parte del hierro a óxido ferroso, se reforzó por la presencia de óxido cúprico de igual tonalidad, generándose una pintura negra homogénea y concentrada de excelente calidad. En este sentido creemos poco probable que hayan conocido estos óxidos en forma aislada y lo hayan agregado a la suspensión arcillosa. Sin duda, un largo período de observación empírica, transmitida durante varias generaciones, los llevó a seleccionar depósitos arcillosos de estas características.

La pintura negra incaica de Quilicura, en cambio, es más pobre en estos óxidos. La reducción de hierro a óxido ferroso fue sólo parcial, de manera que sólo la superficie externa de la capa de pintura es gris o negra, mientras que las capas más interiores, van adquiriendo tonalidades cada vez más rojizas. Con el tiempo estas pinturas tienden, por oxidación parcial, a adquirir tonalidades café o grises. Probablemente la corta ocupación incaica de la zona, les impidió seleccionar arcillas colorantes de mejor calidad.

En los períodos medio y tardío, se abandona la técnica temprana de pintura negativa para la obtención de tonalidades grises u oscuras, prefiriéndose suspender el pigmento en una sustancia aceitosa, grasosa o de cera; suspensión tal que durante la cocción genere carbón y —por consiguiente— una serie de gases combustibles que producirán una atmósfera propicia a la reducción de los óxidos férricos presentes. Esta última técnica, de gran simplicidad y fácil aplicación, tiene la ventaja, por sobre la anterior, de permitir un decorado más definido y regular. Incluso la gradación gris-negro se puede controlar de acuerdo al tipo de vehículo utilizado. Por su alto contenido de materia orgánica, la cera de abeja produciría una máxima reducción.

Problema 4: La pintura roja de María Pinto, M-6 (Aconcagua Salmón), presenta el mayor porcentaje de hierro de todas las muestras investigadas y a diferencia de la pintura negra del mismo sitio; ausencia de óxido cúprico. Estas características vienen a confirmar lo que hemos postulado para este horizonte, en el sentido que un largo desarrollo cultural regional los llevó a seleccionar excelentes arcillas coloreadas. La observación empírica les sugirió utilizar arcillas ricas en hierro para la obtención del rojo y abundantes en hierro y cobre para las tonalidades negras. Así, las canteras de donde estas arcillas eran extraídas fueron elegidas de acuerdo con el color que se quisiera obtener, lo que implica cierto grado de especialización, más propia de grupos artesanos alfareros.

Problema 5: Las pinturas y engobes rojos del cementerio incaico de Quilicura (M-7, M-8 y M-9) presentan un contenido en hierro normal, que oscila entre 10,27 y 14,64% en las pinturas y 13,53% para el engobe, lo que descarta posibles diferencias en la preparación previa de una u otra. Estos porcentajes en hierro son notoriamente inferiores a los obtenidos en el análisis de las pinturas rojas Aconcagua Salmón (M-6), lo que está indicando un menor énfasis en la selección de las canteras, motivada quizás por su corta ocupación de la región.

Problema 6: Las pinturas blancas (M-10 y M-11) confirman lo que ya habíamos adelantado, en el sentido que corresponden a arcillas pobres en hierro, seguramente caolines (silicatos de alúmina hidratados). Las variaciones químicas registradas entre las pinturas de uno y otro sitio permiten señalar que no provienen de la misma cantera.

Problema 7: Los resultados obtenidos en el análisis de gredas pertenecientes al horizonte Aconcagua Salmón (M-12, M-13, y M-14), a pesar de provenir de sitios bastante distantes entre sí, presentan un escaso margen de variación en su composición química, lo que permite postular que siempre se las extrajo de una misma cantera y que a través de un similar patrón tecnológico de cochura se logró conferirle su característica coloración anaranjada. Esta cantera habría permanecido en explotación hasta tiempos

incaicos, puesto que comúnmente se las encuentra asociadas. Tal es el caso de la muestra 14 consistente en cerámica Aconcagua Salmón, proveniente del cementerio incaico de Quilicura. Las pequeñas variaciones en la composición química de estas gredas resultarían de las diferentes concentraciones existentes en la cantera. De cualquier manera, creemos que para la elaboración de esta cerámica fue necesario el uso de un mismo patrón tecnológico, que —sumado a la alta selectividad en la elección de sus canteras— nos conduce a pensar en la existencia de grupos de artesanos especializados en la elaboración de estos tiestos cerámicos.

## CONCLUSIONES

El análisis químico de pinturas alfareras prehispánicas, constituye una eficaz herramienta de investigación ceramológica, que gracias a su precisión y exactitud, permite un importante avance en el conocimiento de las técnicas pictóricas de pueblos ya desaparecidos.

La selección de 11 muestras de pinturas cerámicas pertenecientes a tres momentos alfareros diferentes de la zona central chilena, permitió comprobar que corresponden a arcillas coloreadas, donde el óxido de hierro es el elemento que proporciona la coloración. Su exclusivo manejo explicó la escasa variabilidad cromática (negro, rojo, blanco) alcanzada por la alfarería indígena, a diferencia de otras artesanías (textiles, cestería), donde el uso de pigmentos de origen animal o vegetal, amplió considerablemente la gama de colores. Se explicó oportunamente que la cocción de la greda a alta temperatura produce la pirólisis del pigmento orgánico. Se dedujo además, que la preparación de pinturas exigió de distintas técnicas según fuera el color que se quisiera obtener. Así los tonos rojos se lograron introduciendo el pigmento en una suspensión acuosa de manera que durante la cocción se generase óxido férrico. Los matices grises o negros, se obtuvieron recubriendo con una sustancia desechable, la superficie a decorar, durante todo el tiempo que duró la cocción (técnica temprana de pintura negativa), o bien, se suspendió el pigmento en un líquido graso o aceitoso, que produjo durante la cochura un ambiente reductor pro-

picio a la formación de óxidos ferrosos (técnicas más tardías). En la obtención de pinturas blancas, se recurrió al caolín, arcilla pobre en óxidos, especialmente de hierro.

Por otra parte, la solución de 7 problemas arqueológicos concretos amplió considerablemente el campo de aplicación de este tipo de análisis. Permitted detectar cambios en la elaboración de pinturas a través del tiempo, e identificó a los pueblos que alcanzaron un mayor desarrollo ceramológico. Es así como, para la zona central, la cultura Aconcagua Salmón produjo las gredas y pinturas de mejor calidad, gracias a una selección rigurosa de sus canteras y depósitos de materias primas.

El análisis químico, surge así, como un método auxiliar de la ceramología y arqueología, posibilitando con su exactitud, la ampliación de nuestros conocimientos tecnológicos prehispánicos.

## AGRADECIMIENTOS

Comprometen mi gratitud los siguientes investigadores:

Dra. GRETE MOSTNY G., Conservador del Museo Nacional de Historia Natural.

Sra. ELIANA DURÁN, Investigador-Jefe Sección Antropología del mismo museo.

Sr. SALVADOR IMPERATORE, Ingeniero Civil Químico de Sorena.

Ing. SERGIO ALBIZÚ, Jefe de Investigación del Departamento Físico-Químico del IDIC.

Ing. HANS NIEMEYER, profesor de Arqueología. Universidad de Chile.

Sra. GLORIA LIBERMAN, alumna avanzada Pedagogía Historia y Geografía.

En forma muy especial quiero agradecer a mi profesor y amigo HÉCTOR CLAUDET, Jefe Laboratorio Químico de SORENA y Profesor (J) de Química Analítica Cuantitativa y Análisis Instrumental, U. T.E. Santiago; quien tuvo a su cargo el análisis químico de las muestras y parte de su interpretación. Aunque su modestia lo llevó a borrarse como coautor de este trabajo, en gran parte le pertenece.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ DE LA CADENA, LAURA y otros  
1967 Análisis químico de cerámicas arqueológicas. *Ins. de Antrop. e Historia. Tecnología I*: 5-35, México.
- CORTALEZZI, C.  
1976 Informe sobre el estudio petrográfico de muestras de San Pedro de Atacama. *Univ. del Norte, Estudios Atacameños* 4: 65-66, San Pedro de Atacama, Chile.

DURÁN S., ELIANA

- 1976 Antecedentes geográficos e históricos de Quilicura. Mus. Nac. Hist. Nat. Not. Mensual 234: 3-5, Santiago, Chile.

MOSTNY G., GRETE

- 1971 Prehistoria de Chile. Colección Imagen de Chile. Edit. Universitaria. Santiago, Chile. 184 págs.

PAREDES R., R.

- 1975 Técnica y apreciación de la cerámica. Depto. de Artes y Letras de la Univ. de Chile. La Serena. Chile. 113 págs.

STEHBERG L., R.

- 1976a La fortaleza de Chena y su relación con la ocupación incaica de Chile Central. Mus. Nac. Hist. Nat. Public. Ocasional 23: 3-37. Santiago, Chile.

- 1976b Notas arqueológicas del cementerio incaico de Quilicura, Santiago. Chile. Mus. Nac. Hist. Nat. Not. Mensual 234: 5-13. Santiago, Chile.

- 1976c El cementerio alfarero temprano de Chacayes. Interior del Cajón del Maipo, Chile. Mus. Hist. Nat. Actas del IV Congreso Nac. de Arqueología Argentina, San Rafael, Argentina. (En Prensa).

- 1977 Primeros fechados RC-14 de los pueblos portadores de cerámica de Chile Central. Revista Chilena de Antropología 1. Univ. de Chile. Santiago. (En prensa).



## AUTOTOMIA EVASIVA INDUCIDA, EN *BACTERIA GRANULICOLLIS* BLANCHARD

(Phasmida, Phasmidae)

SERGIO ZAPATA C. (\*)

ARIEL CAMOUSSEIGHT M. (\*\*)

### INTRODUCCION

El fenómeno de regeneración que ahora nos ocupa, es la propiedad de algunos de los insectos de poder recuperar miembros perdidos. Existen dos formas de regeneración: una directa, basada en el restablecimiento de órganos cuya separación no corresponde al fenómeno de autotomía, y la regeneración indirecta que obedecería a la sustitución de un órgano autotomizado.

Se entiende por autotomía, según CHOPARD (1938): "a la amputación en apariencia espontánea, pero que resulta de una excitación en relación con ciertos segmentos del miembro". En el caso de los fásmidos, se trataría de un fenómeno defensivo, dadas las adaptaciones morfológicas que presentan sus patas. Todas ellas carecen de articulación entre el trocánter y el fémur, no obstante que exteriormente presentan un surco. Este corresponde a una particularísima estructura, privativa de este Orden de insectos, consistente en un diafragma anular interior, que impediría el vaciamiento de hemolinfa y el posible desgarramiento muscular consiguiente a la mutilación.

La capacidad de regeneración es un fenómeno común a fásmidos, ortópteros, mántidos y dermápteros, pero varía aún entre especies muy próximas. En ella influyen el estado fisiológico del animal, su edad, el sexo y algunas condiciones ambientales como temperatura y humedad.

En esta oportunidad presentamos una serie de experiencias realizadas en *Bacteria granulicollis* BLANCHARD, orientadas hacia la determinación de su capacidad rege-

nerativa y probabilidad de supervivencia.

Las primeras observaciones se iniciaron al criar la especie y notar que después de la eclosión, un número crecido de ninfas quedaban atrapadas de un apéndice a la ooteca. Pasadas algunas horas, el insecto se liberaba por ruptura del apéndice comprometido. Llamó también nuestra atención, el número de ninfas que presentaban graves problemas al mudar. En varios casos uno o dos apéndices quedaban pegados a la exuvia. Aunque el insecto trataba durante un tiempo de librarse de ella, pronto se desprendía de los apéndices pegados y continuaba su desarrollo sin mayores dificultades. Este último caso podría corresponder a la "autotomía exuvial" de BORDAGE (CHOPARD, 1938). Además, pudimos constatar que aquellos individuos que habían sufrido autotomía, presentaban apéndices normales y/o reducidos.

Apoiados en estas y otras observaciones comenzamos las experiencias de autotomía evasiva inducida.

### METODOLOGIA

Nuestras primeras crianzas instaladas en el laboratorio con el propósito de hacer un estudio de la biología de *Bacteria granulicollis* BLANCHARD (ZAPATA 1970), han sido mantenidas hasta la actualidad. Estando perfectamente adaptada a las condiciones de laboratorio y conociendo su desarro-

(\*) Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653 Santiago.

(\*\*) Sección Entomología, Museo Nacional Historia Natural, Casilá a 797 Santiago.

llo y comportamiento, la hemos considerado una buena base para la realización del presente trabajo.

### 1. Amputación experimental:

La amputación se realizó en individuos recién nacidos. Para obtenerlos se colocaba en una caja de crianza una gran cantidad de ootecas. Todos los días se controlaba el nacimiento y se procedía a la amputación. Los ejemplares eran anestesiados, y con tijera fina y bajo la lupa, se cortaba el apéndice que se deseaba estudiar. Esta técnica, creemos, no es la mejor, puesto que manaba mucha hemolinfa de la herida, provocando la muerte de los ejemplares que quedaban pegados al fondo de las cajas donde eran colocados.

### 2. Autotomía experimental:

La autotomía se indujo a ejemplares recién nacidos. Con un estilete de goma se apretaba el apéndice contra una superficie plana y dura. Al tratar de liberarse el ejemplar se autocorta el apéndice. La ventaja del método está en que de la herida no mana hemolinfa. Después de esta operación los ejemplares eran colocados en cajas de crianza en grupos de 20 y luego controlados periódicamente.

#### 2.1. Autotomía de un apéndice:

A 60 ejemplares se les provocó autotomía de la primera pata derecha (Grupo 1). Se mantuvieron en cajas especiales colocadas en salas de crianza y con los cuidados necesarios.

#### 2.2. Autotomía de dos apéndices:

A 60 ejemplares se les provocó la autotomía de dos apéndices: la primera pata derecha y la tercera pata izquierda (Grupo 2), de tal modo que mantuvieran el equilibrio. Se siguieron las técnicas anteriormente descritas.

En general las condiciones de laboratorio fueron las siguientes: la temperatura ambiental en verano variaba entre 18 y 25 °C, en invierno fue mantenida con estufas eléctricas entre 18 y 22 °C. La humedad ambiental, en verano, se conseguía con el agua de los frascos del alimento. En invierno sobre las estufas se colocaban bandejas con agua que permitían una evaporación constante. La luminosidad se consiguió gracias a grandes ventanales cuyos vidrios siempre estaban descubiertos. La alimentación de estos insectos monófagos es exclusivamente de hojas de *Muehlenbeckia hastulata*, una planta común en Chile Central.

C U A D R O 1

	Grupo 1					Grupo 2				
	1ª pata derecha autotomizada					1ª pata derecha y 3ª izquierda autotomizada				
	$f_1$	$f_2$	$f_3$	F	%	$f_1$	$f_2$	$f_3$	F	%
regeneración normal	3	3	1	7	11.6	1	0	1	2	3.3
regeneración miniaturizada	2	2	2	6	10.0	1	1	1	3	5.0
regeneración teratológica	7	8	8	23	38.3	6	7	5	18	30.0
sin regeneración	4	4	4	12	20.0	6	5	7	18	30.0
muecidos	4	3	5	12	20.0	6	7	6	19	31.6
total de ejemplares	20	20	20	60	99.9	20	20	20	60	99.9

(La frecuencia de cada atributo, del grupo 2, está dada por el número de individuos con resultados semejantes en ambas extremidades).

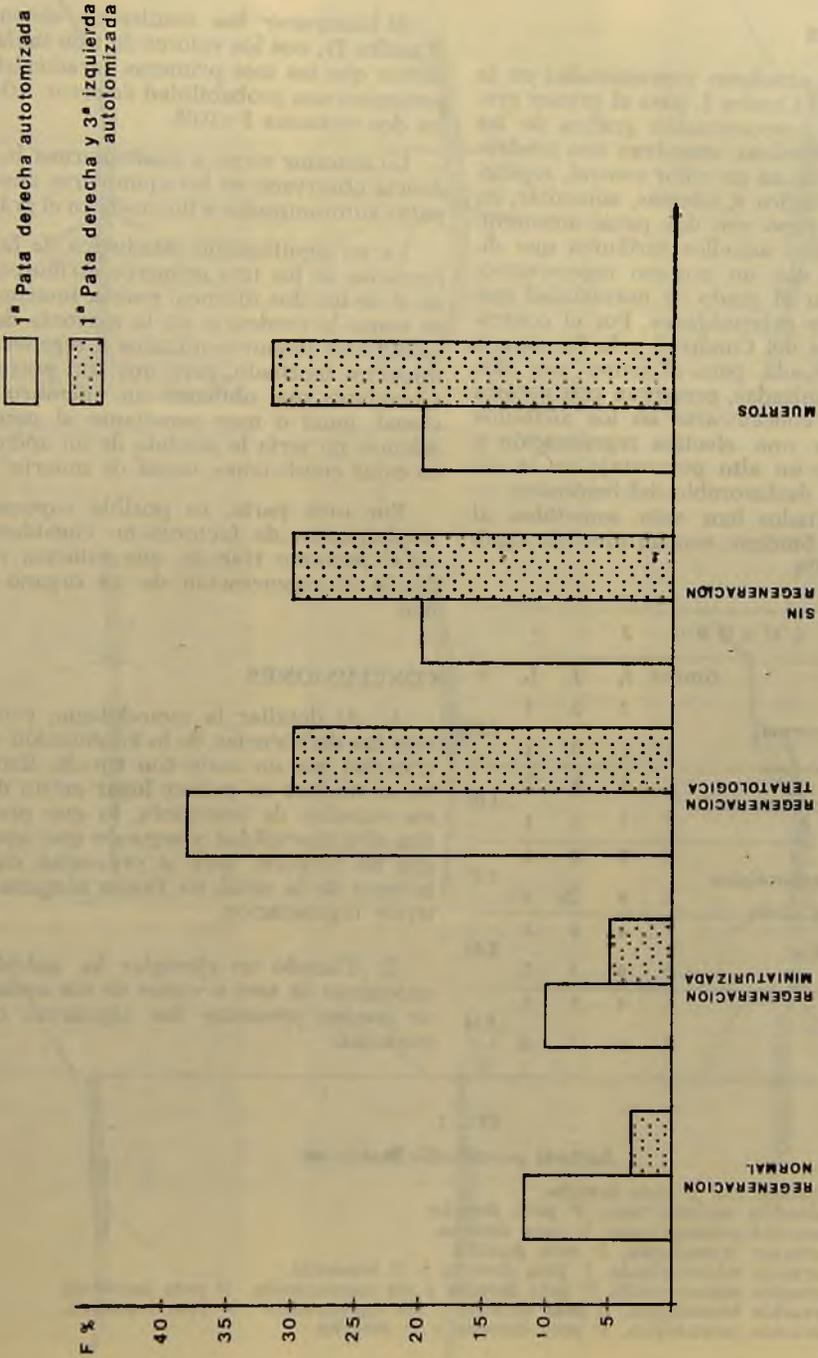


Gráfico 1: atributos medidos en los dos grupos experimentales vs. frecuencias relativas. (F).

## RESULTADOS

Las cifras absolutas representadas en la columna F del Cuadro 1, para el primer grupo, como la representación gráfica de las frecuencias relativas, muestran una tendencia a agruparse en un valor central, regeneración teratológica y, además, aumentar, en relación al grupo con dos patas autotomizadas, en todos aquellos atributos que dicen relación con un proceso regenerativo, sin considerar el grado de normalidad que presenten sus extremidades. Por el contrario, las cifras del Cuadro 1 y la frecuencia relativa graficada, para el grupo con dos patas autotomizadas, presentan una notoria tendencia a concentrarse en los atributos contrarios a una efectiva regeneración y manteniendo un alto porcentaje en la expresión más desfavorable del fenómeno.

Los resultados han sido sometidos al test de t de Student, con un nivel de significación de 5%.

CUADRO 2

	Grupos	$f_1$	$f_2$	$f_3$	t
regeneración normal	1	3	3	1	2.29
	2	1	0	1	
regeneración miniaturizada	1	2	2	2	1.00
	2	1	1	1	
regeneración teratológica	1	7	8	8	2.37
	2	6	7	5	
sin regeneración	1	4	4	4	3.44
	2	6	5	7	
muertos	1	4	3	5	3.44
	2	6	7	6	

Al comparar los resultados obtenidos (Cuadro 2), con los valores de t de tabla, tenemos que las tres primeras características presentan una probabilidad de error  $>0.05$  y las dos restantes  $P < 0.05$ .

Lo anterior viene a confirmarnos la tendencia observada en los ejemplares con dos patas autotomizadas e ilustrada en el gráfico.

La no significación estadística de las diferencias de los tres primeros atributos, pero sí de los dos últimos, podría interpretarse como la tendencia de la mayoría de los ejemplares uniautotomizados a regenerar el miembro mutilado, pero que son pocos los ejemplares que obtienen un miembro funcional, igual o muy semejante al perdido. Además no sería la pérdida de un apéndice, en estas condiciones, causa de muerte.

Por otra parte, es posible suponer la participación de factores no considerados en el presente trabajo, que estarían retardando la regeneración de un órgano normal.

## CONCLUSIONES

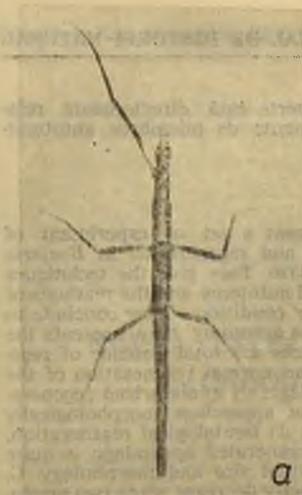
1. Al detallar la metodología, expresamos las deficiencias de la amputación experimental por un corte con tijeras. Este daño se traduce en primer lugar en un derrame excesivo de hemolinfa, lo que provoca una alta mortalidad y segundo que aquellos que no perecen, pero sí presentan dañada la zona de la coxa, no tienen ninguna posterior regeneración.

2. Cuando un ejemplar ha sufrido la autotomía de uno o varios de sus apéndices se pueden presentar las siguientes consecuencias:

FIG. 1

*Bacteria granulicollis* BLANCHARD

- a Sin regeneración, 1ª pata derecha.
- b Regeneración miniaturizada, 1ª pata derecha.
- c Regeneración miniaturizada, 1ª pata derecha.
- d Regeneración teratológica, 1ª pata derecha.
- e Regeneración miniaturizada, 1ª pata derecha y 3ª izquierda.
- f Regeneración miniaturizada, 1ª pata derecha y sin regeneración. 3ª pata izquierda.
- g Regeneración teratológica, 1ª pata derecha y sin regeneración. 3ª pata izquierda.
- h Regeneración teratológica, 1ª pata derecha y 2ª derecha.



a



d



g



b



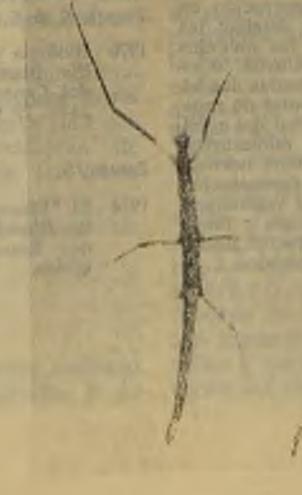
e



h



c



f

a. Que el apéndice autotomizado no presente ningún síntoma de regeneración y que el individuo llegue al estado adulto sin ese apéndice.

b. Que el apéndice autotomizado sea regenerado progresivamente hasta llegar a sustituir el apéndice cortado con todas sus partes y su mismo tamaño. Este caso lo hemos llamado "regeneración normal".

c. Que el apéndice autotomizado sea regenerado con todas sus partes, pero de un tamaño notoriamente menor que el normal. A este caso lo hemos llamado "regeneración miniaturizada".

d. Que el apéndice autotomizado sea regenerado por un apéndice totalmente distinto al anterior, por lo general de mucho menor tamaño y de una morfología muy variada y diferente a lo normal. Esto lo hemos llamado "regeneración teratológica".

3. La probabilidad de regenerar miembros autotomizados, es mayor en el caso de perder un miembro que dos. Dicho proceso se ve entrabado por factores que no ha sido posible determinar, que parecieran impedir el desarrollo del proceso de reposición.

4. La pérdida de un miembro no sería causa de muerte en la especie estudiada, pero sí lo es cuando la autotomía afecta a un número superior de apéndices.

## RESUMEN

Los autores presentan una serie de experiencias de autotomía provocada y regeneración en *Bacteria granulicollis* BLANCHARD. Se detallan las técnicas de autotomía provocada y los métodos de crianza en el laboratorio. Y concluyen lo siguiente: A. la autotomía puede presentar las siguientes consecuencias: a) ausencia total de regeneración; b) regeneración total y normal del apéndice autotomizado; c) regeneración miniaturizada, o sea, un apéndice morfológicamente normal, pero de tamaño mucho menor; d) regeneración teratológica, en este caso el apéndice regenerado se aparta notoriamente de la morfología y tamaño normal. B. la capacidad de regeneración disminuye al ser dos los miembros autotomizados. C. la

probabilidad de muerte está directamente relacionada con el aumento de miembros autotomizados.

## ABSTRACT

The authors present a set of experiment of provoked autotomy and regeneration in *Bacteria granulicollis* BLANCHARD. They give the techniques used in the provoked autotomy and the methods of rearing in laboratory conditions. They conclude to the following: A. The autotomy may presents the following consequences a:) total absence of regeneration; b) total and normal regeneration of the autotomized appendage; c) miniaturized regeneration, this means, an appendage morphologically normal, but smaller; d) teratological regeneration, in this event the regenerated appendage is quite different of the normal size and morphology. C. the regenerated capacity decrease when two appendages are autotomized. D. the death probability is directly related with the increase of the autotomized appendages.

## BIBLIOGRAFIA

BONILLA, J. A.

1976 Bioestadística. Fascículo II, Parte 2. 79 págs. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales.

CHOPARD, L.

1938 La biologie des Orthopteres. 541 págs., 453 figs., 4 lám. Paul Lechevalier, Editeur.

ROEDER, K.

1953 Insect Physiology. 1.100 págs., 257 figs. John Wiley & Sons, Inc., New York.

ZAPATA, S. & E. TORRES

1970 Biología y Morfología de *Bacteria granulicollis* Blanchard. (Phasmida). Publicaciones del Centro de Estudios Entomológicos 10: 23-41, 29 figs.

ZAPATA, S.

1974 El "Efecto de grupo en *Bacteria granulicollis* Blanchard, 1851. (Phasmida). Publicaciones Entomológicas 11: 53-57, 3 gráficos, 2 tablas.

NUEVA ESPECIE DE *GYRINUS* EN CHILE: *GYRINUS*  
(*OREOGRINUS*) *SUBCOSTULATUS* n. sp.

(Coleoptera, Gyrinidae)

JUAN MORONI B.

ANTECEDENTES

Revisando el material de coleópteros acuáticos de la familia Gyrinidae, del Museo Nacional de Historia Natural, hemos encontrado un ejemplar perteneciente al género *Gyrinus* GEOFFROY 1762, que es claramente distinto de *Gyrinus chiliensis* AUBE, 1838, hasta ahora única especie conocida de Chile. Se trata de una hembra, de la localidad de Quirihue VI-1897 (provincia de Ñuble), con la observación manuscrita de PHILIBERT GERMAIN: *G. subcostulatus*, inédito, P. G., Chile austral, Nº 1836 en rojo (este correspondería a la numeración última de los insectos del "Catálogo de los coleópteros chilenos del Museo Nacional" (1911), de PH. GERMAIN, pero que sin embargo no aparece mencionada). Posee además un papelito de color azul que indica su origen de la colección CALVERT y una etiqueta reciente de F. GUIGNOT que indica: *Gyrinus* sp. 1953.

Por otra parte, el ejemplar es mencionado en un comentario que hace GEORGE OCHS en su trabajo "Die Gyriniden Perus und der übrigen sudamerikanischen Kordilleren" de las informaciones obtenidas de E. VARAS ARANGUA.

Hemos mantenido el nombre sugerido por GERMAIN para la especie.

DIAGNOSIS

Cuerpo ovalado y suavemente convexo por el dorso, mucho menos convexo y de

mayor tamaño que *G. chiliensis*. Tegumento dorsal, en general brillante, negro verdoso con visos metálicos. Pronoto liso, con rugosidades apenas perceptibles, las que son más notables en la otra especie. Elitros suavemente microareolados, con el ápice muy levemente truncado. Región ventral con tegumento liso, brillante y de color café ne-gruzco.

DESCRIPCION DEL HOLOTIPO

Hembra: Longitud del cuerpo: 7.0 mm.; ancho máximo: 3.0 mm. Ovalado, con el extremo anterior suavemente agudo.

C a b e z a : forma trapezoidal, muy convexa en el vértice y más suave en la frente, con notables rebordes laterales. Largo algo menor que el ancho máximo. Tegumento dorsal brillante, liso, de color negro verdoso con visos metálicos; con dos suaves depresiones interoculares apenas notables en la frente y bordes interoculares y más marcadas cerca del borde epistomial y zonas laterales de la cabeza. Distancia interocular lateral algo mayor que la mitad de la distancia interocular superior.

Largo del clipeo poco menos de 1/3 el ancho. Tegumento con micropunteado separado, presentando notables rugosidades cortas, contiguas que no alcanzan el margen anterior que es suavemente sinuado, con un reborde liso y solevantado. Labro convexo, con tegumento de color negro con brillo metálico y micropunteado como el reborde anterior del clipeo. Largo igual a 1/3 el ancho.

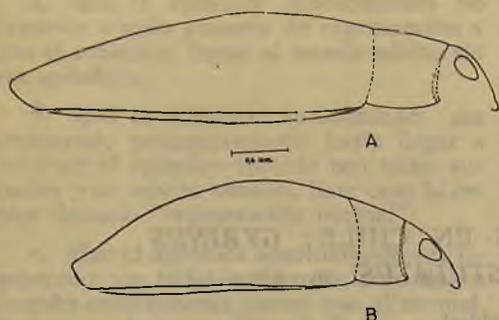


Fig. 1. A. Perfil de *G. subcostulatus* n. sp. (masc.).  
B. Perfil de *G. chiliensis* AUBÉ (masc.).

**Pronoto:** notablemente convexo, de forma trapezoidal; borde anterior y posterior suavemente sinuados; bordes laterales suavemente convexos, con un reborde laminar horizontal. Largo máximo algo mayor que  $1/3$  el ancho máximo. Tegumento dorsal liso, brillante, de color negro verdoso con visos metálicos, presentando un surco transversal, medio, algo menos marcado, pero que no pierde su continuidad en el disco, aunque se esfuma algo y dos depresiones transversales laterales cerca del borde posterior. Entre estos surcos y depresiones, el tegumento se presenta elevado, dando el aspecto de grandes pliegues transversales. Disco con una pequeña depresión circular.

**Escudete:** de suave convexidad, en comparación con *G. chiliensis*. Ancho de cada élitro igual a  $1/3$  el largo máximo. Tegumento dorsal brillante, de color negro verdoso con visos metálicos, presentando un suave microareolado homogéneo. Borde interno (sutural) acordonado. Margen externo con un reborde como en el pronoto, que queda interrumpido antes de llegar al ápice, que es convexo aparentemente truncado pero, con los ángulos internos y externos redondeados. Cada élitro con una notable depresión elipsoidal, dispuesta oblicuamente en la zona apical y una suave depresión contigua al ángulo apical externo, y con diez líneas longitudinales de puntos fuertemente excavados y separados por una distancia igual al diámetro de los puntos. Las líneas de puntos tercera y cuarta, contando desde la sutura elitral, convergen formando una punta, a la altura del tercio posterior. Los



Fig. 2. Apice del sexto esterno abdominal de *G. subcostulatus* n. sp.

espacios entre las líneas se presentan ligeramente convexos.

**Región ventral:** tegumento liso, brillante, en general de color café a café negruzco. Lígula más ancha que larga, de color café rojizo; mentón y gula café negruzcos, ésta última con dos surcos transversales profundos, subparalelos al borde anterior, que se prolongan desde el borde lateral hasta terminar cada uno en una excavación circular profunda cerca de la zona media, donde existe una tercera excavación. Palpos maxilares y labiales de color café amarillento.

Tegumento del prosterno y episterno protorácico de coloración café negruzca. Carina prosternal laminar. Mesosterno café rojizo; mesoepimeron, metasterno, metaepimeron y alas metasternales café negruzcos. Largo del mesosterno menos que el doble de la longitud del metasterno. Esternos abdominales con tegumento brillante, de color café negruzco, con excepción del 5° y 6° que son café rojizos como el mesosterno. El sexto esterno con el ápice irregularmente truncado y los bordes laterales sinuados y provistos de una banda de apretadas y finas cerdas amarillentas, que son de mayor longitud hacia el ápice. (Fig. 2).

Patas, en general de color café amarillento. Patas protorácicas con fémur esbelto. Largo de la tibia aproximadamente  $3/4$  la longitud del fémur. Tarso simple, de cinco artejos, el 5° de mayor longitud y con un par de uñas de color café rojizo y de casi igual largo que el artejo. Ancho del tarso

igual a 1/4 su longitud e igual a 1/3 el ancho del fémur.

Patas meso y metatorácicas laminares. Fémures aproximadamente de igual longitud. Ancho del fémur metatorácico igual a la mitad del largo máximo de la tibia de la misma pata. Bordes de las tibias, de ambas patas, provistos de una corrida serrada de pequeñas espinitas.

Macho: desconocido.

**H o l o t i p o :** hembra, Quirihue (Provincia de Ñuble), junio de 1897, sin indicaciones de colector. Proveniente de la ex-Colección CALVERT.

Tipo depositado en la Colección Nacional del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago .

**L o c a l i d a d - T i p o :** Quirihue (Provincia de Ñuble), junio, de 1897.

## DISCUSION

Describimos esta nueva especie basados en un solo ejemplar, dado que los especímenes del género *Gyrinus* GEOFFROY, en Chile son muy escasos y casi no están representados en las colecciones. Además, por su innegable diferencia y por provenir de una región más meridional y por lo tanto de condiciones bióticas distintas respecto de *G. chiliensis* AUBE.

En una comparación de ambas especies resaltan las siguientes diferencias:

<i>Gyrinus chiliensis</i> AUBE	<i>Gyrinus subcostulatus</i> n. sp.
1. Talla más pequeña (4.5-5.5 mm.).	1. Más grande (7.0 mms.).
2. Pronoto con abundantes rugosidades suaves, irregulares, apenas marcadas.	2. Con pocas rugosidades.
3. Cuerpo dorsalmente muy convexo.	3. Suavemente convexo (fig. 1 A).
4. Apice elitral truncado, con el ángulo externo acentuado y el interno redondo (fig. 1 B).	4. Apice aparentemente truncado, con los ángulos externo e interno redondeados (fig. 1 A).
5. Tegumento ventral casi negro.	5. Tegumento ventral café a café negruzco.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BLACKWELDER, R.

- 1944 Checklist of the colepterous insects of Mexico, Central America, The West Indies, and South America. U. S. Nat. Mus. Bull. 185 (1): 80-82.

GERMAIN, PH.

- 1911 Catálogo de los coleópteros chilenos del Museo Nacional. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. 3 (1).

GUIGNOT, F.

- 1947 Coléoptères Hydrocanthares. Faune de France 48: 250-253.

LAGAR MASCARO, A.

- 1967 Los Gyrinidae (Coleoptera) de Cataluña. Miscelánea Zoológica 2 (2): 75-80.

LEECH, H.

- 1948 Contributions toward a knowledge of the Insect Fauna of Lower California. Proc. California Acad. Sci. 24 (11): 420-421.

OCHS, G.

- 1954 Die Gyriniden Perus und der übrigen sudamerikanischen Kordilleren. In Titschack, Beiträge zur Fauna Perus 4: 117-120, 124-126.

REGIMBART, M.

- 1883 Essai monographique de la famille des Gyrinidae. Ann. Soc. Ent. France 3 (6): 121-124, 141, 178-179.
- 1902 Les Gyrinidae du Chili. Rev. chilena Hist. Nat. 6: 258-261.
- 1907 Essai monographique que de la famille des Gyrinidae. Ann. Soc. Ent. France 76: 180.



## SOLENOPSIS GAYI (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) EN LA DIETA DE PITIUS PITIUS (AVES, PICIDAE).

JUAN MORONI B. (\*)

Son pocos los trabajos realizados en Chile, que se refieren a los insectos de que se alimentan algunas aves silvestres. En general, sólo se conocen datos aislados, no existiendo análisis sistemáticos de excrementos o estómagos.

Respecto del "Pitigüe común", *Pitius pitius* (MOLINA), existen algunos datos sobre su alimentación, dados especialmente por CARLOS S., REED, RODOLFO A., PHILIPPI B. y TOMÁS CEKALOVIC.

REED (1904: 21-23) indica, refiriéndose en general a los "pájaros carpinteros": "como los carpinteros son aves muy chicas i sus alimentos principales son insectos que apenas alcanzan cuando muy grandes el tamaño de un grano de maíz, es fácil imaginarse qué enorme cantidad necesitaría cada ave adulta de esta especie para alimentarse diariamente". En otro de sus trabajos explica que el pitigüe se alimenta de: "hormigas, i en general de todos los insectos imperfectos que no sean de mayor tamaño que un grano de trigo" y refiriéndose al examen de estómago establece que se han obtenido: "hormigas chicas i en cantidad inferior larvas blancas de muy pocos milímetros, que indudablemente eran de coleópteros". Enseguida dice (1905: 7) que: "a los ejemplares que tenían el pico embarrado les hallamos generalmente hormigas, lo que prueba que las habían cogido en el suelo, en sus cuevas, i a los ejemplares con el pico limpio, les notamos un sinnúmero de larvas pequeñas de insectos coleópteros".

Por su parte PHILIPPI B. (1946: 308-313). indica que el pitigüe: "es el más común de los carpinteros chilenos. Se alimenta de larvas de insectos, gusanos, etc., especialmen-

te del suelo" y expresa además que: "las especies del género *Colaptes* de costumbres más terrestres que arbóreas, se alimentan especialmente de hormigas que cogen en el suelo...".

Como podemos ver, en estos trabajos sólo se ubica a los insectos obtenidos de las muestras en los Ordenes a que pertenecen, sin llegar a una identificación más fina.

Solo recientemente, CEKALOVIC, (1969: 209-210), al examinar el contenido estomacal de un ejemplar hembra de pitigüe, colectado en la localidad de Bulnes, provincia de Ñuble, el 31 de marzo de 1962, identifica un ejemplar adulto de hormiga como *Camponotus* sp., además 5 ejemplares de hormiga que no identifica y una cabeza incompleta de estas últimas. Encuentra también 12 larvas de "gusanos blancos" y algunas mandíbulas, cabezas y piezas bucales de las mismas, que indica pertenecen a larvas de Coleoptera Scarabaeidae. Finalmente menciona un escorpión: *Centromachetes pococki* (KRAEPELIN) (Bothriuridae).

En el análisis que hemos realizado del contenido estomacal de un macho de *Pitius pitius* (Mol.), capturado en Codigua, Melipilla, provincia de Santiago, por el Sr. D. PEREZ, el 15 de abril de 1973, obtuvimos el siguiente resultado:

- A. Varios frutitos globulosos de "Pimiento", *Schinus* sp. (Anacardiáceas).
- B. Gran cantidad de pequeñas hormigas (Hymenoptera, Formicidae).

(\*) Casilla 787. Santiago Chile.

Las hormigas una vez procesadas en el laboratorio, resultaron corresponder a *Solenopsis gayi* (SPINOLA, 1851), de la subfamilia Myrmicinae LEPELETIER, especie que se distribuye en Chile desde la provincia de Atacama hasta la de Cautín (SPINOLA in GAY, 1851: 242-243 y KEMPF, 1970: 24).

### CUADRO 1

#### ANALISIS DE *SOLENOPSIS GAYI* OBTENIDAS EN ESTOMAGO DE *PITUIS PITIUS*

ADULTOS: 926 (53,8%)

ejemplares completos:	ejemplares		sólo cabezas:	Total:
	sin abdomen:	sin cabeza:		
621	62	25	268—25=243	926

PUPAS: 634 (36,9%)

ejemplares completos:	sólo cabezas:	Total:
396	238	634

EXUVIAS: 160 (9,3%)

Completas:	Total:
160	160

El estado de conservación de las hormigas obtenidas del estómago, creemos que depende de la acción mecánica durante el proceso de captura e ingestión y del tiempo que han permanecido bajo la acción digestiva. Las hormigas de la muestra que nos preocupa, parecen haber permanecido poco tiempo en el estómago del ave por cuanto las partes poco quitinizadas del cuerpo estaban en bastante buen estado.

### DISCUSION

Los porcentajes obtenidos en la tabla de frecuencia, (Cuadro 1) podrían indicarnos que los adultos de *Solenopsis gayi* eran abundantísimos en la superficie del hormiguero, por tanto es mayor la posibilidad de su captura. Las pupas se hallarían en menor cantidad en la superficie, puesto que por su color blanco serían más visibles y por lo tanto predadas en mayor proporción. En cuanto a las exuvias, también de color blanco, pero más translúcido y de poca consistencia, serían más escasas y menos visibles para el ave. Por otra parte, es posible que muchas de las pupas que se encontró en el estómago

fuesen aquellas que generalmente transportan las hormigas adultas a lugares más seguros, cuando se produce alguna alteración en el hormiguero.

Generalmente cuando se remueve la superficie de un hormiguero, se produce una gran actividad de miles de hormigas que entran y salen de su nido, muchas de las cuales acarrearán entre sus patas anteriores algunos individuos inmaduros, como son huevos, larvas o pupas en distintos estados de maduración.

El género *Solenopsis*, característico en la sabana chilena, presenta variaciones poblacionales que coinciden con las épocas del año de máxima rigurosidad climática. Los máximos poblacionales son precedidos en casi un mes por cambios climáticos muy desfavorables. En el extremo norte de la sabana, a comienzos del mes de julio, cuando la temperatura es más baja, y en el mes de noviembre, cuando la sequedad es mayor, se producen los más notables aumentos de la población. En el extremo austral de la sabana, los máximos de población se alcanzan a principios de mayo y en diciembre, que coinciden respectivamente con los primeros días fríos y la época más seca del verano. (IPINZA, 1969).

Según la tabla de frecuencias, del total de organismos animales consumidos, las hormigas adultas corresponderían al 58,8%, las pupas al 36,9% y las exuvias o mudas de piel al 9,3%. Para observar cómo varían estos porcentajes de un ave a otra y durante las distintas estaciones del año, sería necesario hacer un estudio de las áreas donde vive el pitigüe, de las características de los hormigueros en cuanto a su frecuencia, profundidad de los mismos, evaluación de la población de hormigas por cada uno de ellos, etc. Al hacer un análisis exhaustivo de estómagos o excrementos del pitigüe a lo largo del año, se podría averiguar si se alimenta de *Solenopsis gayi* en la misma proporción durante todo el año o cuando esta hormiga es más escasa, por razones climáticas, preda en mayor proporción otras hormigas u otros insectos que sean más abundantes. En estudios realizados en Holanda sobre el carpintero *Picus viridis* L., se ha establecido que durante las épocas cuando la temperatura es baja, esta ave que se ali-

menta normalmente de hormigas que viven en el suelo, comienza a predar en mayor proporción hormigas que viven en la madera o en las márgenes de los bosques (G. J. DE BRUYN *et al.* 1972). Pudiese ser que para *Colaptes pitius* (MOL.) ocurriese algo parecido.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos corresponden indudablemente a una observación parcial del tipo de alimentación de *Colaptes pitius*, sin embargo nos permiten plantear una serie de interrogantes, ya indicadas en la discusión, establecer algunos hechos y reafirmar otros ya observados por algunos autores:

a) Las hormigas *Solenopsis gayi* (SPINOLA, 1851), endémicas de Chile, viven en nidos que construyen en el suelo de la sabana espinosa. La superficie de estos nidos puede estar descubierta o protegida por piedras, palos o guano de animales. Bajo esta protección pueden establecerse larvas de "gusanos blancos" (Coleoptera, Scarabaeidae), enterradas muy superficialmente, así como escorpiones.

b) Las hormigas mencionadas son abundantísimas en la región central de Chile y su área de distribución, tal como se indicó anteriormente, se superpone en gran parte al área de distribución de *Pitius pitius*, que se establece desde la provincia de Coquimbo hasta el sur de la provincia de Aisén.

c) *Pitius pitius*, en general, parece que coge gran parte de su alimento del suelo, removiendo con su pico la superficie de los hormigueros, aun cuando también se alimenta de algunos pequeños frutos que coge de los árboles donde se posa.

d) Las hormigas que viven en el suelo, por su abundancia, tienen un papel preponderante en la dieta del ave.

e) Finalmente se indica por primera vez la especie de una de las hormigas que constituiría la base de la alimentación del pitigüe.

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer al Prof. Ing. Agr. CARLOS MUÑOZ P. por su colaboración en la identificación de los frutos encontrados en la muestra y al Prof. VICENTE PÉREZ D'A. por la información bibliográfica facilitada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CEKALOVIC, T.  
1969 Presencia de *Centromachetes pococki* (Scorpionida) en el contenido gástrico de *Colaptes pitius* (MOLINA, 1782) (Aves-Picidae). Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile 41: 209-210.
- DE BRUYN, G. J. *et al.*  
1972 Predation of ants by woodpeckers. Ekologia Polska, Warszawa 20 (9): 83-91.
- IPINZA, J.  
1969 Las hormigas como organismos recuperadores en la sabana espinosa chilena. Not. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat. 13 (153): 13-14.
- KEMPF, W.  
1970 Catalogo das formigas do Chile. Papéis Avulsos de Zoología. S. Paulo 23 (3): 17-43.
- PHILIPPI, R. A.; J. D. GOODALL Y A. W. JOHNSON  
1946 Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres 1: 308-313. B. Aires.
- REED, C. S.  
1904 Zoología Chilena. Las aves de la provincia de Concepción y algunas noticias acerca de su relación con la agricultura. Imp. i Enc. Universitaria. Santiago, 63 pp.
- 1905 Utilidad de las especies chilenas de la familia Picidae i su relación con los bosques. Boletín Sociedad Agrícola del Sur 5 (18).
- SPINOLA, M. de  
1851 In GAY, Historia Física y Política de Chile, Zool. 6: 242-243.



## CONSUMO DE OXIGENO EN *PRISOGASTER NIGER* (WOOD, 1828) (\*)

(Mollusca, Gastropoda, Turbinidae)

EDUARDO BURLÉ S. \*\*  
SYLVIA DUARTE L. \*  
MARIO EDDING V. \*\*\*

### 1. INTRODUCCION.

Este trabajo pretende aportar datos sobre el consumo de oxígeno de uno de los caracoles más comunes del Centro de Chile: *Prisogaster niger* (WOOD, 1828), molusco prosobranquio que forma grandes poblaciones en la fascie rocosa de la zona intermareal y sobre el cual existen escasas referencias biológicas.

La necesidad de ir aclarando poco a poco la estructura y la función de cada uno de los organismos que integran el ecosistema marino en el área Valparaíso - Rapel, hace indispensable ir adquiriendo nueva información sobre las especies que allí se encuentran.

El conocimiento de las tasas metabólicas de los organismos y los factores que las afectan, es básico para un análisis completo de la producción en un ecosistema (RIGLER, 1971). El único dato referente a determinación de tasas metabólicas de moluscos chilenos, corresponde al "loco" (*Concholepas concholepas* BRUGIERE) y es dado por CARMONA (1970).

Una de las formas de llegar a conocer la tasa metabólica de una población, es a través de la medición de la cantidad de oxígeno que consumen los individuos por unidad de tiempo, en distintos rangos de peso.

Hay varios métodos utilizados para determinar la concentración de oxígeno en el ambiente: el método químico de WINKLER (in AMER. PUBLIC HEALTH ASSOCIATION INC.,

1962), métodos volumétricos y manométricos (SCHOLANDER *et al.* 1943, 1947, 1952, 1955) y métodos electroquímicos (BARTELS 1949, CONNELLY 1957, BIELAWSKY 1961).

### 2. MATERIALES Y METODOS.

#### 2.1. Obtención de la muestra

La muestra de *P. niger* (WOOD, 1828), se obtuvo en los roqueríos del "frente semi protegido" (ALVEAL 1971) inmediatamente al sur de la Estación de Biología Marina de Montemar (32°57' S., 71°33' W.) dentro de una superficie aproximada de 30 m<sup>2</sup>.

Se recolectaron manualmente 444 ejemplares, el 20 de julio de 1972 entre las 11:30 y las 15:00 horas.

#### 2.2. Tratamiento y análisis de la muestra

La muestra se dividió en cuatro grupos, de acuerdo con el peso de los individuos,

\* Trabajo realizado en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Biología, Santiago, Universidad de Chile.

\*\* Laboratorio de Ecología, Departamento de Ciencias Naturales y Exactas, Sede Santiago Sur, Universidad de Chile, Santiago.

\*\*\* Centro de Investigaciones Marinas, Huayquique, Universidad del Norte, Casilla 65, Iquique.

manteniendo cada grupo en un acuario con agua de mar fresca y sin proporcionarle alimento.

Se usaron 222 ejemplares para la determinación de peso fresco sin concha, peso de la concha y peso seco. El resto se mantuvo en acuarios hasta el momento de la determinación del consumo de oxígeno.

#### 2.2.1. Determinación del peso total, peso fresco sin concha, peso de la concha y peso seco

Dado que la relación del consumo se hace habitualmente con el peso seco del animal, se procedió a establecer la relación estadística entre el peso seco y el peso húmedo. Para esto se midió en cada individuo su peso fresco total. Luego se procedió a sacar la concha y el opérculo calcáreo para obtener el peso fresco sin concha. A continuación los ejemplares se colocaron en una estufa MEMMERT a 105° C de temperatura, para evitar la pérdida de materia orgánica por volatilización (CRISP, 1971). Se controló su peso cada 24 horas hasta obtener peso constante, el cual corresponde al peso seco. Esto normalmente se obtuvo después de 72 horas.

Con los datos anteriores se establecieron las relaciones entre el peso fresco total, peso fresco sin concha, peso de la concha y peso seco.

#### 2.2.2. Determinación del consumo de oxígeno.

Se determinó el consumo de oxígeno en individuos aislados y en grupos.

##### 2.2.2.1. Consumo de oxígeno en ejemplares aislados.

Las mediciones se realizaron con un respirómetro Scholander (SCHOLANDER *et al.* 1943). (Fig. 1). En las cámaras se colocó 5 cc. de agua de mar filtrada con red de plancton de 130 micrones de abertura de malla, para evitar la presencia de microorganismos que afecten los resultados de consumo de oxígeno. Durante los experimentos el respirómetro se mantuvo a temperatura constante y en una cámara obscu-

ra, porque el consumo de oxígeno en moluscos es influido por la temperatura (GHIRETTI, 1966), y para evitar la producción de oxígeno por parte del fitoplacton presente en el agua. Se utilizó KOH al 5% para captar el CO<sub>2</sub>.

Se realizaron 5 experimentos en cada uno de los cuales 8 de las 10 cámaras del respirómetro se ocuparon con ejemplares de *P. niger* y 2 como controles. Estas 2 últimas servían para considerar las variaciones de volumen provocadas por factores ajenos a la respiración de *P. niger*.

La duración total de cada experimento fluctuó entre 90 y 390 minutos. Se controló el consumo cada 30 minutos, excepto en el experimento 3.

##### 2.2.2.2. Consumo de oxígeno en grupos de individuos.

Las mediciones se realizaron con un analizador de oxígeno BECKMAN FIELDLAB modelo 1008, calibrado con el Método de Winkler. Debido a que el "sensor" de oxígeno sólo posee un electrodo, no fue posible utilizar controles.

Los ejemplares, que desarrollaron una actividad mediana, fueron colocados en un frasco de vidrio de 250 cc. cuya tapa tenía 2 perforaciones para permitir la instalación del sensor de oxígeno y del teletermómetro (YSJ Model 47 Scanning). Todo el conjunto se mantuvo en una caja a oscuras y a temperatura constante con un termoregulador FORMA y se agitó permanentemente el agua con un agitador magnético. (Fig. 2).

Se realizaron 8 experimentos, cuya duración fluctuó entre 90 y 600 minutos, controlándose el consumo aproximadamente cada 30 minutos. En el experimento 6, se registró el consumo en forma continua durante 600 minutos, mediante un fisiógrafo SERVOGOR 2.

#### 2.2.3. Análisis estadístico.

##### 2.2.3.1. Consumo de oxígeno en ejemplares aislados.

Para los valores obtenidos en cada experimento se calculó la línea de regresión mediante el método de los mínimos cuadra-

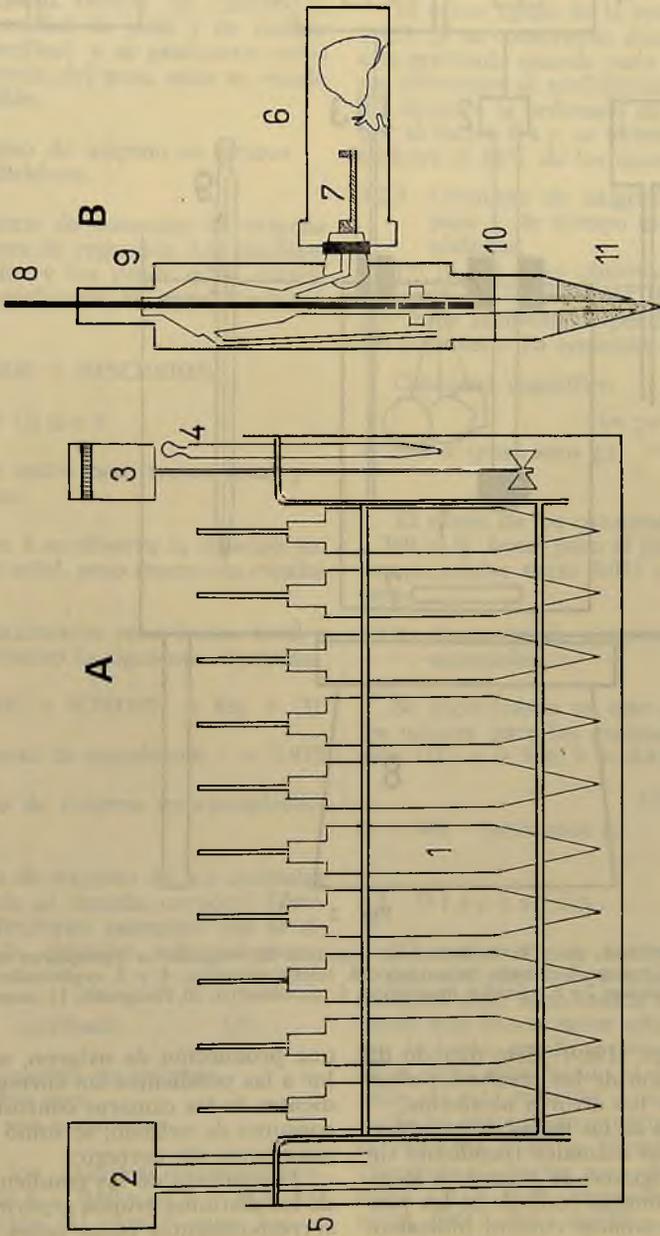


Fig. 1

A. Montaje utilizado en las mediciones de consumo de oxígeno con respirómetro Scholander en ejemplares aislados de *Prisogaster niger*. B. detalle del respirómetro. 1, Cámara respirómetro; 2, termostato; 3, termostato; 4, termostato; 5, acuario; 6, cámara; 7, bandeja para KOH; 8, émbolo; 9, llave; 10, anillo de enrase; 11, líquido manométrico.

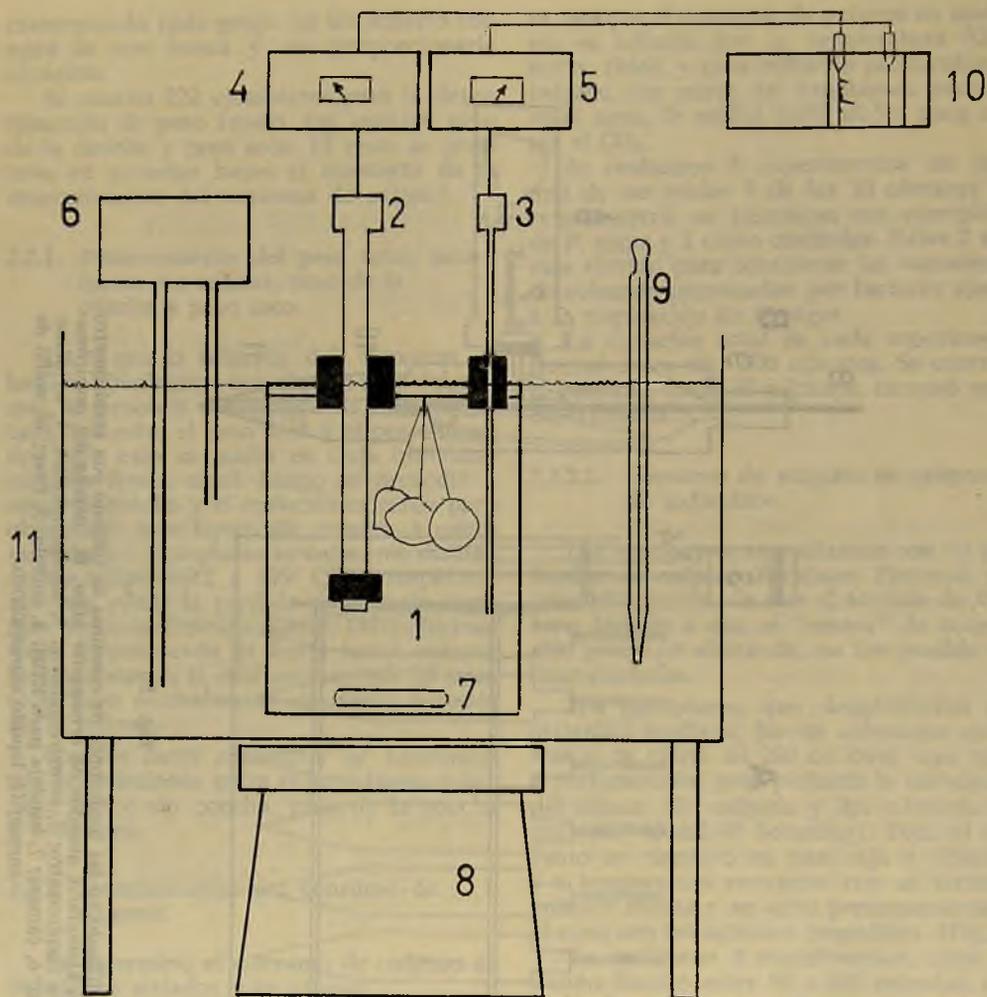


Fig. 2

Montaje utilizado para la medición de consumo de oxígeno en ejemplares agrupados. 1. Cámara; 2, sensor de oxígeno; 3, teletermómetro; 4 y 5, registrador; 6, termorregulador; 7 y 8, agitador magnético; 9, termómetro; 10, fisiógrafo; 11, acuario.

dos, según SPIEGEL (1969). Este método da la mejor estimación de los resultados obtenidos eliminando los errores aleatorios.

Las pendientes de las líneas de regresión de las cámaras con animales (pendiente sin corregir), se corrigieron de acuerdo a lo indicado por las cámaras control: si las pendientes de las cámaras control indicaban

una producción de oxígeno, se restó su valor a las pendientes sin corregir. Si las pendientes de las cámaras control indicaban un consumo de oxígeno, se sumó su valor a las pendientes sin corregir.

Los valores de las pendientes corregidas de los distintos grupos experimentales y sus correspondientes pesos secos, se graficaron

en papel logarítmico doble y se calculó la línea de regresión, el coeficiente de correlación y el error típico de la estima.

Con los mismos valores se calculó el consumo por unidad de peso y de tiempo (consumo específico) y se graficaron estos valores en función del peso seco en escala logarítmica doble.

### 2.2.3.2. Consumo de oxígeno en grupos de individuos.

Para los datos de consumo de oxígeno se calculó la línea de regresión. Las pendientes así obtenidas y los pesos secos correspondientes se graficaron en papel log-log.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1. Resultados.

#### 3.1.1. Relación entre peso fresco total y peso seco.

En la figura 3 se observa la relación entre peso fresco total, peso fresco sin concha y peso seco.

Para los parámetros peso fresco total y peso seco, se obtuvo la siguiente expresión:

$$y = 0.311000 + 0.783397 \cdot x \text{ Fig. 3 (3)}$$

con un coeficiente de correlación  $r = 0.975$

#### 3.1.2. Consumo de oxígeno en ejemplares aislados.

El consumo de oxígeno en los animales varía de acuerdo al tamaño corporal (ZEUTHEN, 1953). ZEUTHEN encontró que la siguiente fórmula describe adecuadamente esta relación:

$$Q = a(P)^b \quad (\mu\text{l/hora}) \quad (1)$$

donde  $Q$  = consumo de oxígeno

$P$  = peso seco

$a$  y  $b$  son constantes.

Realizados los cálculos correspondientes, se obtuvo un  $b = 0.60$  y un  $a = 55.8$ , con lo cual la ecuación (1) para *P. niger* fue:

$$Q = 55.8 \times (\text{peso seco g.})^{\frac{0.60}{[g]}} \text{ Fig. 4} \quad \left[ \frac{\mu\text{l/hora}}{g} \right]$$

El error típico de la estima fue  $S_{xy} = 0.163$ . Si se construyen dos líneas paralelas a la graficada usando para trazarlas los datos obtenidos al multiplicar primero y dividir después la ordenada de la curva inicial, por el factor  $S_{xy}$ , se obtendrá un área que incluirá el 66% de los casos considerados.

#### 3.1.3. Consumo de oxígeno por unidad de peso y de tiempo en ejemplares aislados.

En la Fig. 5 se observan los valores de consumo de oxígeno por unidad de peso y por hora (consumo específico), en función del peso seco. La ecuación de la curva es:

Consumo específico

$$= 55.8 \times (\text{peso seco g.})^{\frac{-0.40}{[g]}} \text{ Fig. 6} \quad \left[ \frac{\mu\text{l/hora}}{g} \right]$$

El rango de los consumos varía entre 48 y 360  $\mu\text{l/g} \cdot \text{hora}$ , para el intervalo de pesos comprendidos entre 0.031 y 0.25 g de peso seco.

#### 3.1.4. Consumo de oxígeno en ejemplares agrupados.

Se encontraron en este caso los siguientes valores para las constantes de la ecuación (1):  $a = 486$ ,  $b = 0.818$ . Por tanto,

$$Q = 486 \cdot (\text{peso seco g.})^{\frac{0.8186}{[g]}} \text{ Fig. 6} \quad \left[ \frac{\mu\text{l/hora}}{g} \right]$$

### 3.2. Discusión.

El coeficiente de correlación ( $r$ ) para la relación peso fresco total - peso seco fue bastante alto. Esto indica una dependencia lineal muy buena entre estas dos variables; por lo tanto, puede estimarse como pequeño el error introducido al deducir los pesos secos de esta relación y no directamente.

Se ha encontrado experimentalmente que el valor de  $b$  en la fórmula de ZEUTHEN (Fórmula 1) varía, para distintas especies, entre 1.0 y 0.45 aproximadamente (GHIRETTI, 1966). Esto significa que el consumo

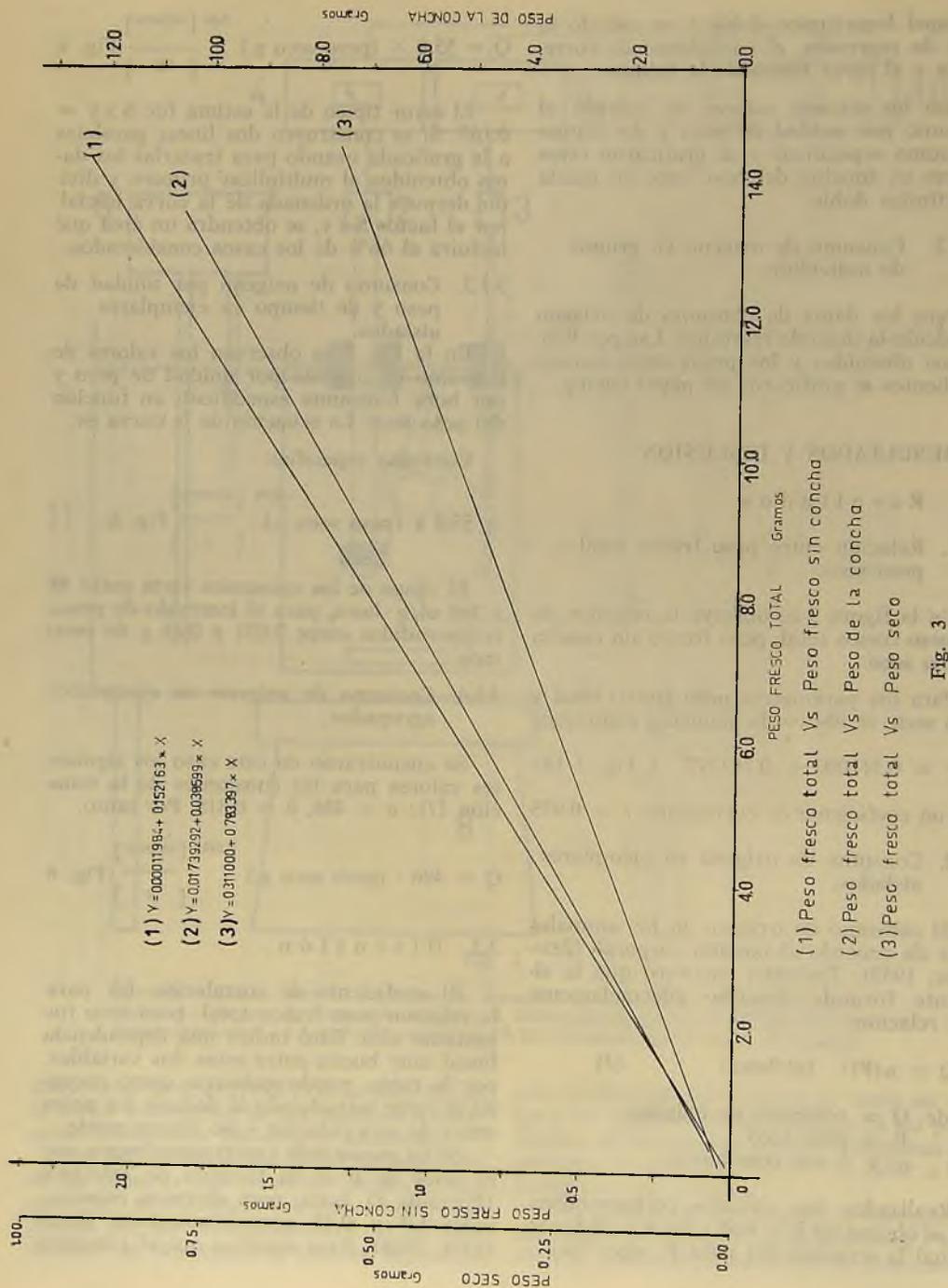


Fig. 3

Relación entre peso fresco total, peso fresco sin concha, peso de la concha y peso seco, en *Prisogaster niger*.

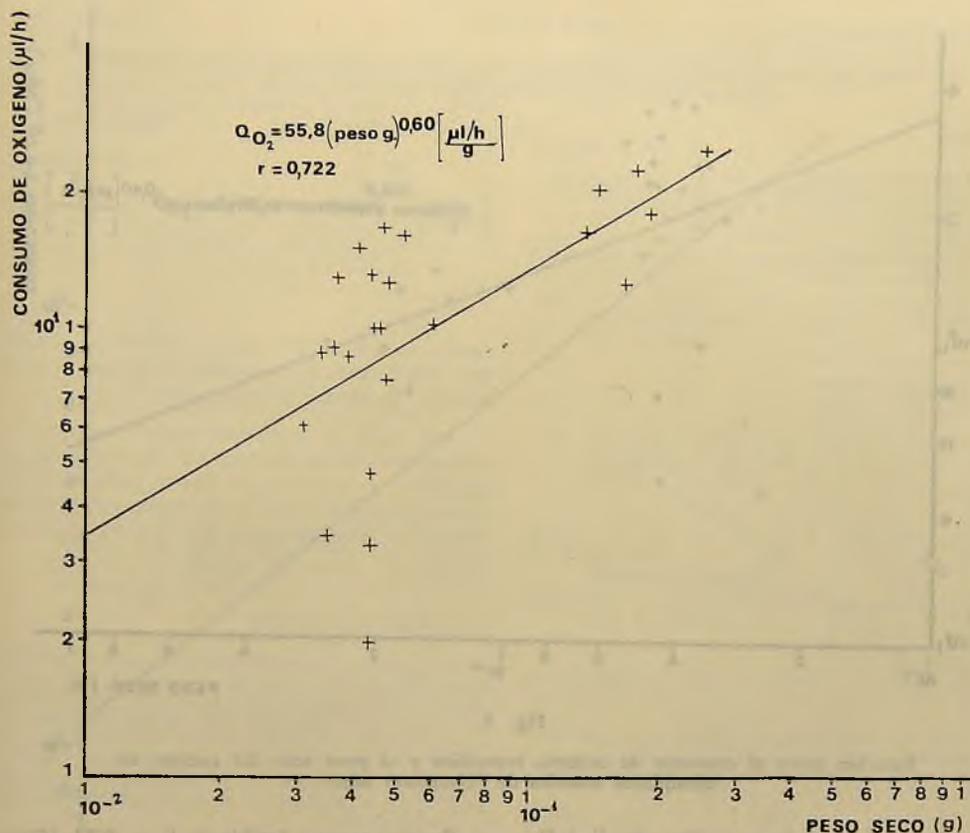


Fig. 4

Relación entre el consumo de oxígeno y el peso seco del cuerpo, en ejemplares aislados de *Prisogaster niger*.

de oxígeno puede variar en forma directamente proporcional al peso cuando  $b = 1,0$ , o casi directamente proporcional a la superficie corporal del animal cuando  $b$  es menor que 0.667.

SCHEER (1948), ha planteado que a medida que aumenta el tamaño corporal de un animal, su masa se incrementa proporcionalmente al cubo del diámetro; en cambio, su superficie aumenta sólo al cuadrado.

De acuerdo a esto, en el caso en que el consumo de oxígeno es proporcional a la superficie del cuerpo, se tiene que  $b$ , en la ecuación (1), es igual a 0.66.

Por lo tanto, los valores de  $b$  obtenidos para *P. niger*, indican que la respiración es

aproximadamente proporcional a la superficie del cuerpo.

En el caso de los moluscos, el ritmo respiratorio varía por una serie de factores de difícil control. Por ejemplo: salinidad, temperatura, luz, ritmos mareales, cantidad de alimento ingerido, tensión de oxígeno en el agua, ritmos biológicos propios y otros.

En los experimentos realizados sólo se controló temperatura, luz y alimentación. Los parámetros no controlados han influido en la dispersión de los valores medidos. Puede esperarse que en otras épocas del año y en condiciones diferentes, se obtengan coeficientes distintos para describir el ritmo respiratorio de *P. niger*.

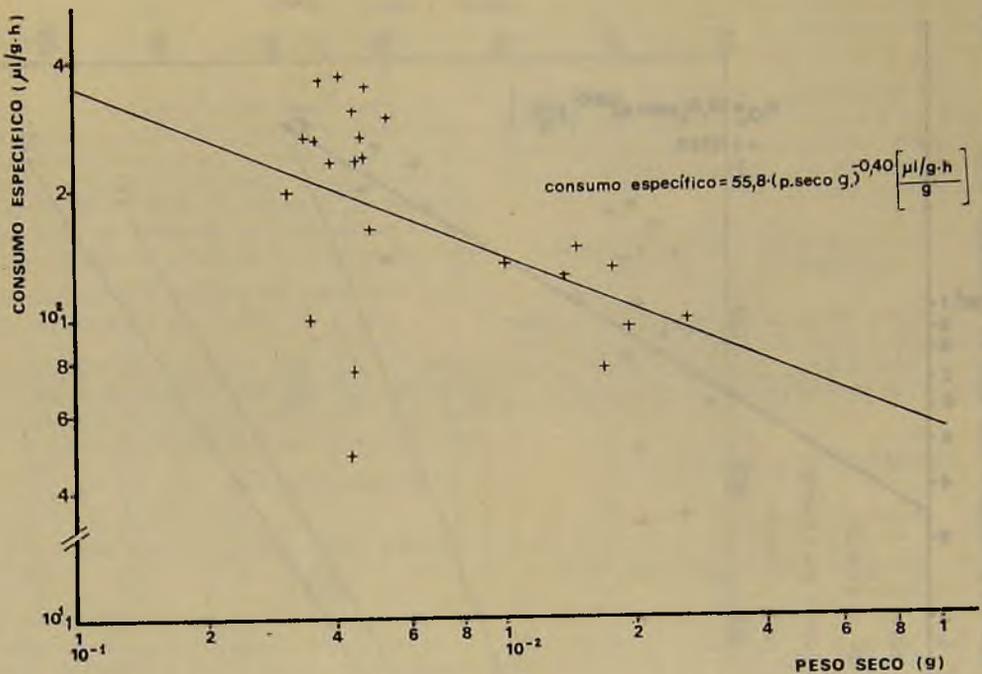


Fig. 5

Relación entre el consumo de oxígeno específico y el peso seco del cuerpo, en ejemplares aislados de *Prisogaster niger*.

Además las mediciones "in vitro", influyen sin duda en el comportamiento del animal.

La respiración, empleando grupos de animales, muestra valores mayores, lo que podría atribuirse a la actividad que les permitía desarrollar el montaje utilizado en el experimento.

El coeficiente de correlación para la medición del ritmo respiratorio en el caso de ejemplares aislados, es 0.7. Si bien este valor no es muy alto, indica una relación aceptable al considerar las fuentes de error ya mencionadas. Con mediciones más extensas, que incluyan ejemplares de todos los pesos, podría mejorarse este coeficiente.

Si se comparan los valores de  $b$  obtenidos en este trabajo, con los dados para otras especies de Prosobranquios, tales como *Concholepas concholepas*:  $b = 0.73$  (CARMONA, 1970), *Bithynia leachii*:  $b = 0.74$

y *Potamopyrgus jenkinsis*  $b = 0.73$  (GHIRETTI, 1966), puede observarse que el valor encontrado para *P. niger* es similar.

Sin embargo, no puede hacerse una comparación completa, ya que en la literatura consultada no se indica el valor del coeficiente "a", ni las condiciones experimentales.

En estricto rigor, son los dos valores, "a" y "b", en la fórmula (1), los que determinan el ritmo respiratorio de una especie. En dos especies con distintos valores de "b", no puede asegurarse que aquella con "b" mayor, "consume más oxígeno" que la que tiene un "b" menor. Esta situación puede verse más clara con ayuda de la Figura 7.

Supongamos una especie 1 con un "b" mayor que el correspondiente a la especie 2. En la figura puede observarse que el consumo de oxígeno por hora (y también el consumo específico) es mayor en la espe-

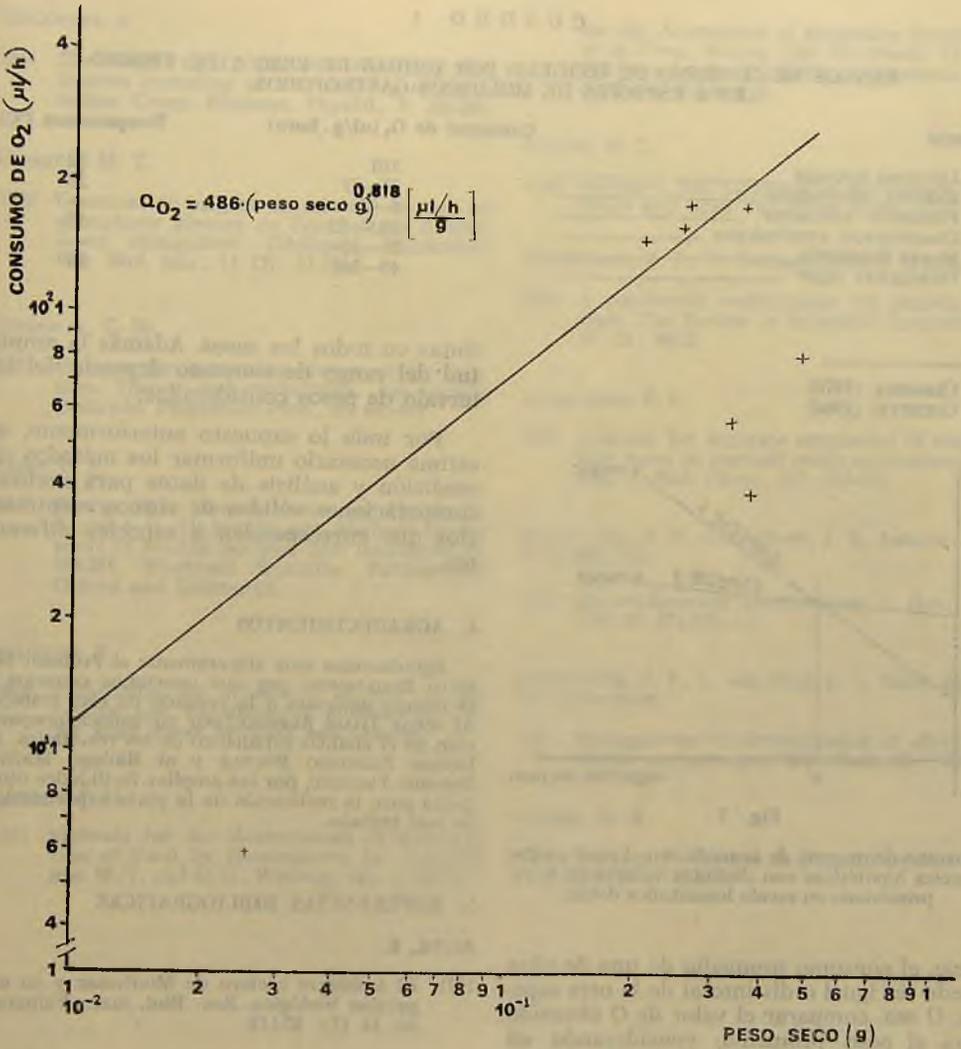


Fig. 6

Relación entre el consumo de oxígeno y el peso seco del cuerpo en ejemplares agrupados de *Prisogaster niger*.

cie 2 que en la especie 1, para pesos menores que el valor  $w'$  indicado. Recíprocamente, la especie 2 tendrá un consumo menor que la especie 1, para valores del peso mayores que  $w'$ .

El considerar consumo por unidad de peso, no soluciona este problema al comparar ritmos respiratorios de especies distintas. Lo que sí puede afirmarse es que si se considera el peso promedio en cada es-

## CUADRO 1

## RANGOS DE CONSUMO DE OXIGENO POR UNIDAD DE PESO Y DE TIEMPO EN 6 ESPECIES DE MOLUSCOS GASTROPODOS.

Especie	Consumo de O <sub>2</sub> (ul/g. hora)	Temperatura (°C)
. <i>Littorina irrorata</i> .....	310	32
. <i>Haliotis tuberculata</i> .....	24—87	23
+ <i>Fissurella reticulata</i> .....	6—7	—
+ <i>Concholepas concholepas</i> .....	30.5—52	15
+ <i>Murex brandaris</i> .....	24—32	—
<i>Prisogaster niger</i> .....	40—360	15

+ CARMONA (1970)  
 . GHIRETTI (1966)

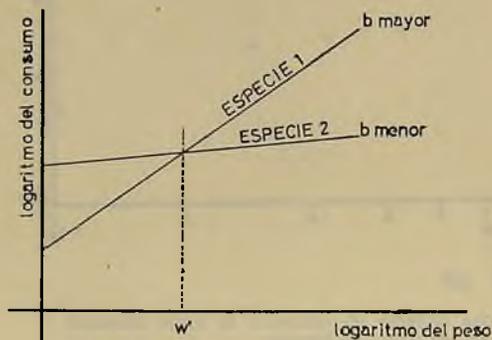


Fig. 7

Consumo de oxígeno de acuerdo con el peso en dos especies hipotéticas con distintos valores de  $b$ , representado en escala logarítmica doble.

pecie, el consumo promedio de una de ellas puede ser igual o distinto al de la otra especie. O sea, comparar el valor de  $Q$  obtenido para el peso promedio, considerando en cada caso las condiciones experimentales en que fue obtenido.

Otro enfoque que permite una comparación entre especies, es comparar los rangos de los consumos específicos. Desde este punto de vista, los valores obtenidos para *P. niger* pueden ser comparados con los de otros moluscos gastrópodos al examinar el Cuadro 1.

Los valores de este Cuadro deben ser comparados con precaución, considerando que las condiciones experimentales son dis-

tintas en todos los casos. Además la amplitud del rango de consumo depende del intervalo de pesos considerados.

Por todo lo expuesto anteriormente, se estima necesario uniformar los métodos de medición y análisis de datos para realizar comparaciones válidas de ritmos respiratorios que corresponden a especies diferentes.

## 4. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos muy sinceramente al Profesor NIBALDO BAHAMONDE, por sus oportunos consejos y el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo. Al señor JAIME ARAVENA, por su valiosa cooperación en el análisis estadístico de los resultados. Al Doctor FERNANDO BÜCKLE y al Biólogo Marino EDUARDO TARIÑO, por las amplias facilidades otorgadas para la realización de la parte experimental de este trabajo.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVEAL, K.  
 1971 El ambiente costero de Montemar y su expresión biológica. Rev. Biol. mar., Valparaíso, 14 (3): 85-119.
- AMER. PUBLIC HEALTH ASSOCIATION INC.  
 1962 Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. New York.
- BARTELS, H.  
 1949 Die Bestimmung der physikalisch gelosten Sauerstoff in biologischen Flüssigkeiten mit der Queck silbertropfelektrode. Naturwissenschaften, 36: 375.

BIELAWSKI, J.

- 1961 The use of a solid platinum electrode for continuous recording of the intensity of respiration. *Comp. Biochem. Physiol.*, 3: 261-266.

CARMONA, M. T.

- 1970 Consumo de oxígeno en relación al peso en ejemplares jóvenes de *Concholepas concholepas* (Bruguère) (Mollusca, Muricidae) *Rev. Biol. mar.*, 14 (2): 51-54.

CONNELLY, C. M.

- 1957 Methods for measuring tissue oxygen tension. Theory and evaluations: the oxygen electrode. *Federation Proc.*, 16: 681-684.

CRISP, D. J.

- 1971 Energy Flow Measurements. In: HOLME, N. A. and A. D., Mc INTYRE, eds., *Methods for the study of Marine Benthos*. IBP Handbook 16: 263-265. Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edinburgh.

GHIRETTI, F.

- 1966 Respiration. In: WILBUR, I. M. and C. M. YONGUE, eds., *Physiology of Mollusca*. 2: 175-208. Acad. Press. N. York and London.

RIEGLER, F. H.

- 1971 Methods for the Measurement of Assimilation of Food by Zooplankton. In: EDMONDSON, W. T. and G. G., Winberg, eds. *A Manual*

for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters. IBP Handbook. 12: 269-270. Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edinburgh.

SCHEER, B. T.

- 1948 *Mollusca*. En: *Comparative Physiology*. John Wiley and Sons, Inc., New York: 21-22.

SCHOLANDER, P. F., N. HAUGAARD and L. IRVING.

- 1943 A volumetric respirometer for aquatic animals. *The Review of Scientific Instruments*, 14 (2): 48-52.

SCHOLANDER, P. F.

- 1947 Analyser for accurate estimation of respiratory gases in one-half cubic centimeter samples. *J. Biol. Chem.*, 167: 235-250.

SCHOLANDER, P. F., C. L. CLAFF, J. R. ANDREWS and D. F. WALACH.

- 1952 Microvolumetric respirometry, *J. Gen. Physiol.* 35: 375-395.

SCHOLANDER, P. F., L. van DAM, C. L. CLAFF and J. W. KANWISHER.

- 1955 Microgasometric determination of dissolved oxygen and nitrogen. *Biol. Bull.* 109: 328-334.

SPIEGEL, M. R.

- 1969 *Teoría y Problemas de Estadística*. McGraw Hill In.: 217-248.



## MORFOMETRIA Y NICHOTRÓFICO DE *COELORHYNCHUS PATAGONIAE* GILBERT Y THOMPSON

(Pisces: Macrouridae)

FEDERICO P. OJEDA R. (\*)  
JUAN CAMUS Y. (\*)

### INTRODUCCION

De las especies bento-demersales que ocupan el borde inferior de la plataforma continental y parte del talud, entre rangos de profundidad que se extienden entre los 100 a los 600 metros, se destaca como grupo importante los Macrouridae. Esta familia se distingue por la diversidad de especies que presenta (13 especies), por sus amplios límites de distribución geográfica: Taltal a Punta Arenas (VILLALOBOS 1974, PEQUEÑO 1971) y por su abundancia en las pescas de arrastre de fondo.

Entre los Macrouridae, hasta ahora muy poco estudiados en su biología, resulta de especial interés por su importancia ecológica *Coelorhynchus patagoniae* GILBERT y THOMPSON, especie que se ha encontrado entre Coquimbo y Ancud (PEQUEÑO, *op. cit.*) y es muy abundante en las pescas de arrastre para *Cervimunida johni*, *Pleuroncodes monodon* y *Merluccius gayi* en la zona central.

En este trabajo se hace una revisión sistemática de la especie, caracterizándola por algunos parámetros merísticos y morfométricos, con el fin de confirmar los datos entregados por otros autores y aportar nuevos criterios taxonómicos para su fácil discriminación entre los demás miembros de la familia.

Además se hace el análisis de la alimentación de *C. patagoniae*, para determinar el

nichotrófico que ocupa en las comunidades de fondo a que aparece asociada.

### ANTECEDENTES DE LA ESPECIE

Referencias taxonómicas: *Coelorhynchus (Paramacrurus) patagoniae* GILBERT y THOMPSON, 1916: 475 pl. 6, fig. 2; GILBERT y HUBBS, 1916: 144 (mención); NORMAN, 1937: 43 (mención); MANN, 1954: 186 (mención); PEQUEÑO, 1971: 274 (clave), 283-286 (descripción), figs. 8-9-10; VILLALOBOS, 1972 (memoria); BAHAMONDE y PEQUEÑO, 1975 (cita).

Localidad tipo: 48° 41' S., 74° 24' W., cerca de las Islas Wellington, Chile (GILBERT y THOMPSON, *op. cit.*).

Distribución geográfica en Chile: Sur de Coquimbo y Los Vilos. Frente a Valparaíso. Entre San Antonio y Constitución. Noreste de la Isla Mocha. Norte de Valdivia. Frente a Chiloé y Puerto Montt. Cerca de las Islas Wellington. (VILLALOBOS, 1972; PEQUEÑO, 1971).

Descripción: Hocico pequeño, ligeramente puntiagudo, llega al nivel del tercio superior de la órbita, narinas ovales y redondeadas con un área desnuda. Orbitas grandes y circulares. Boca ínfera con comisura que llega al primer tercio del ojo.

(\*) Laboratorio de Ictología (San Antonio), Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.

Dientes del premaxilar y dentario dispuestos en bandas villiformes.

Barbilla presente. Seis branquiostegales. Primera aleta dorsal con dos espinas, la primera pequeña y la segunda tan larga como los rayos que le siguen; ambas son de bordes lisos. Segunda dorsal con rayos de menor tamaño que los de la anal. Inserción de la aleta pectoral anterior a la primera dorsal. Aletas ventrales se inician antes de la segunda dorsal. Ano justo antes de la inserción de la aleta anal. Escamas con series subparalelas de espinulas pequeñas. Entre la dorsal y la línea lateral su número varía de 6 a 10 espinulas en cada escama. Coloración blanquecina en la cabeza y la cola; abdomen y bajo la dorsal de color azulado. En la cabeza se distinguen en forma marcada: crestas nasales, borde nasal lateral, borde parietal epiótico, borde pterótico, borde postorbital y borde infraorbital, el que se extiende hasta el preopérculo y está formado por varias series de escamas desde la mitad del ojo hacia atrás. (VILLALOBOS, 1972; PEQUEÑO, 1971; GILBERT y THOMPSON, 1916).

## MATERIALES Y METODO

Se estudiaron 60 ejemplares de *Coelorrhynchus patagoniae* provenientes de dos muestras (una de 29 ejemplares y la otra de 31), recolectadas en enero y mayo de 1976, respectivamente. Ambas muestras se obtuvieron al capturar *Pleuroncodes monodon* en lances efectuados entre 180 y 200 metros de profundidad con redes de arrastre de fondo, frente a Mataquito (35° S., 72° 30' W.).

Los ejemplares se fijaron en formalina al 10% en agua de mar.

En el análisis de caracteres merísticos se cuantificaron 3 de estos por recuento directo. Con respecto a los caracteres morfométricos, se midieron 8, mediante pie de metro e ictiómetro (precisión de 1 mm.). Se realizó además el control de peso total para todos los ejemplares en una balanza SARTORIUS (precisión de 0.1 g.).

Con las medidas obtenidas para los caracteres morfométricos, se calcularon las medias, desviaciones estándar, coeficientes de variación y proporciones promedio de la especie. Además se calcularon las regresio-

nes para algunos de los caracteres que se consideraron más importantes; éstas fueron hechas por el método de los mínimos cuadrados (SIMPSON *et. al.* 1960). Para los caracteres merísticos se calculó la frecuencia absoluta y porcentual con que se manifestaba la variabilidad de estos rasgos. Se determinó el sexo para cada ejemplar mediante el método visual de gónadas, adaptado para esta especie (AVILÉS y BALBONTÍN, 1970).

En el laboratorio se efectuó la evisceración de los especímenes. Cada estómago se amarró por sus extremos y se le colocó un número correlativo. Los estómagos se sometieron a control de peso, conservándolos en una mezcla de alcohol de 96 grados y formalina comercial en partes iguales, diluidos al 10%. Para el análisis del contenido, se combinaron los métodos Numérico y de Frecuencia de Items observados (BAHAMONDE, 1954).

## RESULTADOS

**Caracteres morfométricos:** Para éstos, se eligieron ocho caracteres, los cuales se caracterizaron estadísticamente (ver Cuadro 1). Se calcularon además las proporciones promedio para estos caracteres, las que se resumen en el Cuadro 2, en el que se ha calculado el porcentaje que representa cada carácter de la columna con respecto a los caracteres de la fila.

Las regresiones calculadas para algunos de los caracteres morfométricos son las siguientes:

Longitud Pre-Anal =  $35.34 + 0.144$  Longitud Total  $r = 0.66$  ( $p < 0.01$ ).

Longitud Cabeza =  $15.04 + 0.16$  Longitud Total  $r = 0.72$  ( $p < 0.01$ ).

Diámetro Ojo =  $-1.05 + 0.44$  Longitud Cabeza  $r = 0.85$  ( $p < 0.01$ ).

Distancia Pre-Orbitaria =  $0.359 + 0.225$  Longitud Cabeza  $r = 0.67$  ( $p < 0.01$ ).

La curva de regresión calculada para la relación talla-peso es la siguiente para hembras de *C. patagoniae* ( $n = 56$ ).

Peso =  $3.93 \cdot 10^{-3} \times$  Long Total  $r = 0.82$  ( $p < 0.01$ ).

**Caracteres merísticos.** En el Cuadro 3 aparece la frecuencia absoluta y porcentual para los tres caracteres estudiados.



Composición de sexos. De los ejemplares examinados: 1 era macho (1.7% del total); 56 hembras (93.3%) y 3 no identificados (5.0%).

Análisis de contenido es-

tomacal. De los 60 ejemplares eviscerados, 33 (55%) habían evertido su estómago a través de la boca, regurgitando lo que habían comido. De los 27 estómagos restantes 2 estaban vacíos (3.3%).

#### C U A D R O 4

##### CONTENIDO ESTOMACAL DE 25 EJEMPLARES DE *C. PATAGONIAE*.

Items	Nº de individuos	% sobre total de individuos	Nº de estómagos que lo contienen	% sobre el total de estómagos
<b>CRUSTACEA</b>				
— Euphausiacea				
<i>Euphausia mucronata</i>	112	18.9	18	72.0
— Stomatopoda				
<i>Pterygosquilla armata</i>	92	15.5	18	72.0
— Amphipoda	223	37.6	18	72.0
— Isopoda	24	4.0	3	12.0
— Crustacea Decapoda				
Indeterminados	10	1.7	6	24.0
<i>Pleuroncodes monodon</i>	2	0.3	2	8.0
<i>Cervimunida johni</i>	13	2.2	6	24.0
— Indeterminados	33	5.6	12	48.0
<b>POLYCHAETA</b>				
— Nephtyidae	84	14.2	22	88.0
<i>Nephtys ferruginea</i>				
— Spionidae				
<i>Paraprionospio pinnata</i>				

#### DISCUSION

Del análisis de los caracteres morfométricos, se aprecia (Cuadro 1) que presentan amplios rangos de dispersión, por lo cual nuestra muestra estaría probablemente constituida por individuos de distintas clases de edad. Se encontró además que estos caracteres tenían coeficientes de variación similares, lo que permitió asociar lineal-

mente a cuatro de ellos entre sí. En todos los casos se encontró un crecimiento isométrico significativo y esto avalaría las proporciones anatómicas promedio que aparecen en el Cuadro 2, las cuales podrían utilizarse con fines taxonómicos.

La relación talla-peso determinada en este trabajo difiere de la entregada por PEQUEÑO (1971) para la misma especie, en que la pendiente es mucho menor con nuestros

datos. Posiblemente esto se deba a que la muestra de PEQUEÑO incluye ambos sexos.

La gran cantidad de hembras obtenidas por nosotros podría atribuirse a una selectividad en la utilización del habitat por parte de cada sexo, o a factores fisiológicos y conductuales relacionados con la reproducción. Esta situación debería confirmarse haciendo nuevos muestreos en la zona, o utilizando tipos de redes con abertura más amplia que las empleadas en nuestra colecta.

Los datos obtenidos para los caracteres merísticos concuerdan bastante bien con los entregados por VILLALOBOS (1974) y con los de la descripción original (GILBERT y THOMPSON *op. cit.*).

Los contenidos estomacales de los ejemplares analizados están compuestos principalmente de Polychaeta (88%), Euphausiacea (72%), Stomatopoda (72%) y Amphipoda (72%) y secundariamente por *Cervimunida johni* (24%), Isopoda (12%) y *Pleuconcodes monodon* (8%).

Esto hace ver que *C. patagoniae* se alimenta esencialmente de animales de fondo, aunque la presencia de eufáusidos y larvas de estomatópodos (que son pelágicos) sugiere que *C. patagoniae* podría ascender por la columna de agua y preñar sobre ellos. Sin embargo, también es posible que estos crustáceos hayan sido capturados cerca del piso submarino, en algunas de sus migraciones verticales diurnas o nocturnas. Se constata además la presencia de abundantes granos de arena y piedras en 13 de los 25 estómagos analizados, hecho que apoyaría nuestra última proposición.

Hay detalles anatómicos de la cabeza que también hacen pensar en adaptaciones a una forma de alimentación en el bentos: la boca es ínfera y la cabeza presenta numerosas estructuras óseas a la manera de quillas, que le permitirían a *C. patagoniae* romper la columna horizontal de agua facilitando así su desplazamiento a ras del piso marino.

La prominente nariz sería una estructura utilizada para escarbar, lo que daría cuenta de la gran cantidad de *Paraprionospio pinnata*, un poliqueto que vive enterrado en el fondo y de numerosos crustáceos no determinados taxonómicamente (Cua-

dro 4) y que constituyen la típica fauna de arena.

Un detalle interesante de la alimentación de *C. patagoniae* es que ejerce baja presión predatora sobre *P. monodon* (8%) y los pocos ejemplares de esta especie corresponden a estadios juveniles y en general de pequeño tamaño. Esto último concuerda con los datos entregados por CAMUS *et. al.* para esta especie (comunicación personal) en enero de 1975 y en el que ellos además observan que no hay diferencias significativas entre las dietas de machos y hembras.

Como conclusión, *C. patagoniae* es un pez carnívoro bento-demersal que utilizaría el nicho trófico de consumidor secundario con estructuras anatómicas adaptadas a ese tipo de habitat.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración en consejos y bibliografía de los biólogos marinos ALEJANDRO ZULETA y SERGIO AVILÉS. También al profesor NIBALDO BAHAMONDE por su interés en discutir algunos temas tratados en el presente trabajo, y al profesor NICOLÁS ROZBACZYLO, que gentilmente identificó los poliquetos proporcionándonos valiosos datos sobre ellos.

#### LITERATURA CITADA

AVILÉS, S. y F. BALBONTÍN

1970 Método visual para el reconocimiento de estados de madurez sexual. IFOP, Circular Interna.

BAHAMONDE, N. y G. PEQUEÑO

1975 Peces de Chile. Lista sistemática. Publ. Ocas. Mus. Nac. de Hist. Nat., Chile 21: 1-20.

BAHAMONDE, N.

1954 Alimentación de los lenguados. Investnes. Zool. Chilenas, 5: 72-74.

MANN, G.

1954 Vida de los peces en aguas chilenas. Inst. Invest. Veter., 342 pp. Santiago de Chile.

NORMAN, J. R.

1937 Coast fishes. Part 2: The Patagonian Region. Discovery Rep., 16: 1-150, pl. 1-5.

PEQUEÑO, G.

1971 Sinopsis de los Macruriformes de Chile (Pisces, Teleostomi). Bol. Mus. Nac. de Hist. Nat., Chile, 32: 269-298.

SIMPSON, G. G., A. ROE y R. C. LEWONTIN

1960 Quantitative zoology. Harcourt Brace and World Inc. 440 pp.

THOMPSON, W.

1916 Fishes collected by the U. S. Bureau of Fisheries Steamer Albatross during 1888, between Montevideo, Uruguay, and Tomé, Chile, on the voyage through the Strait of Magellan. Proc. U. S. Nat. Mus., 50: 401-476.

VILLALOBOS, M. A.

1972 Sistemática y distribución geográfica de las especies de la familia Macrouridae (Pisces) en la costa de Chile, incluyendo un análisis de sus principales estructuras anatómicas. Memoria, Fac. de Educación, U. de Chile (in litteris).

## VARIACION GEOGRAFICA DE LA MORFOLOGIA DENTARIA EN SUBESPECIES DEL GENERO *AKODON*

(Rodentia, Cricetidae)

JOSÉ YAÑEZ (\*)  
FABIÁN JAKSIC (\*\*)

### INTRODUCCION

#### Generalidades

En un trabajo anterior (no publicado) sugerimos la posibilidad que poblaciones de ratones de distintas localidades exhibieran diferencias en su longitud de arcada molar (LAM), aparejadas con alguna variable ambiental. Sobre la base de estos datos preliminares, decidimos estudiar la variabilidad del carácter LAM y su relación con el tamaño corporal a través de un rango geográfico extenso, utilizando para ello al *Akodon olivaceus* (WATERHOUSE) que resultaba ser un buen material de trabajo por su abundante diversificación subespecífica y amplia distribución a lo largo de Chile (Véase OSGOOD, 1943).

En aquel estudio mostramos que había diferencias en las longitudes corporales (LC) de las subespecies, las cuales se reflejaban proporcionalmente en los respectivos LAM. Argumentando que el tamaño de los ratones es un carácter adaptativo, concluimos que LAM también lo era, por ser función la LC, y por lo tanto esperábamos que estuviera regulado por selección natural. Sin embargo, la ausencia de diferencias significativas para este carácter entre subespecies que vivían en medios muy distintos, estaba indicando que faltaba incluir algún otro parámetro para dar cuenta de los ajustes adaptativos de la capacidad masticatoria de los *Akodon* a los diferentes habitats que ocupaban.

Dado que existen numerosos antecedentes sobre la importancia que la morfología dentaria tiene en la diversificación y determinación específica de los roedores (DE BLASE y MARTIN, 1974; HERSHKOVITZ, 1962; REIG, 1972; RENSBERGER, 1975), pensamos en la posibilidad que este tipo de distinciones también pudiera hacerse —aunque en mucho menor grado— a nivel subespecífico. A partir de esta sugerencia, decidimos sistematizar las diferencias morfológico-dentarias poblacionales que encontráramos, esperando que fueran susceptibles de ser asociadas a alguna variable ambiental simple que a su vez contribuyera a dar explicación biológica al fenómeno de la adaptación masticatoria.

#### Morfología dentaria

Los molares de los roedores pueden tener crecimiento continuo o definido. En el primer caso se llaman *hipsodontos*, típicos de ratones de sabana, por ejemplo *Octodon degus* (Molina), que se alimenta de vegetales fibrosos, tales como gramíneas. En el segundo caso se trata de molares *braquiodontos*, y pueden ser cuspidados, como en *Mus musculus* L., correspondiendo a animales omnívoros, ó terraceados, como en los ratones que nos interesan (*Akodon olivaceus* (WATERHOUSE) y *Akodon xanthorhinus* (WATERHOUSE), cuya alimentación es

\* Sección de Mamíferos, Museo Nacional Historia Natural. Casilla 787, Santiago de Chile.

\*\* Laboratorio de Ecología, Universidad Católica. Casilla 114-D, Santiago de Chile.

principalmente de semillas y brotes (HERSHKOVITZ, 1962).

El molar terraceado se distingue por tener una cara oclusal plana y con crestas de esmalte hacia el lado lingual y unas pocas cúspides hacia el labial (en el maxilar, al revés en la mandíbula).

Como en todos los molares de herbívoros, el esmalte presenta numerosos plegamientos que encierran la dentina y que a su vez son conglomerados y recubiertos por el cemento.

El cemento (de material blando), al gastarse deja descubiertos los pliegues de esmalte que con el desgaste ulterior dan origen a las superficies duras y cortantes (crestas) que son las unidades funcionales de la masticación, a través de la fricción con aquéllas de los molares contrapuestos y del alimento que muelen (DE BLASE y MARTIN, 1974).

Puesto que es la cresta de esmalte (o flexus), la que impide que el diente se gaste rápidamente, es razonable pensar que una mayor cantidad de flexus determinará un desgaste proporcionalmente menor y —en

términos comparativos— una mayor eficiencia del molar en la masticación (RENSBERGER, 1975). Por consiguiente, puede constituir un carácter adaptativo la posesión de un mayor número de crestas en condiciones en que el ratón debe alimentarse de materiales más abrasivos, menos nutritivos o en el menor tiempo posible.

## OBJETIVOS

Trabajaremos con taxa muy relacionados: Cuatro subespecies de *Akodon olivaceus*, una de *Akodon xanthorhinus* y una población cordillerana de *A. olivaceus*, cuya validez subespecífica estamos estudiando y que por simplicidad trataremos como tal. Por esta razón no esperamos grandes innovaciones en sus hábitos alimentarios, de manera que podemos considerar que un buen elemento de especialización a los distintos hábitats en que viven estas poblaciones (Cuadro 1), lo constituirá el número de flexus de esmalte de las coronas molares. El número de flexus variará, hipotéticamente, con los cambios latitudinales que se den en los hábitos alimentarios de estos animales.

## C U A D R O 1

### DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS SUBESPECIES ESTUDIADAS (Según Mann, 1964; Véase Osgood, 1943, para otra clasificación faunística)

Subespecies de <i>Akodon</i>	Distrito biogeográfico (comunidad)	Procedencia de la muestra (localidad)
<i>olivaceus</i>	sabana	Santiago
"lagunillas"	cordillera	San José de Maipo
<i>mochae</i>	selva de isla	Isla Mocha
<i>brachiotis</i>	selva continental	Osorno
<i>beatus</i>	estepa	Puerto Aisén
<i>canescens</i>	estepa	Puerto Nuevo (Tierra del Fuego)

Basados en la hipótesis enunciada, intentaremos detectar diferencias en el número de flexus entre las subespecies de *Akodon*, lo que junto con el LAM servirá para obtener una estimación de la densidad de crestas (número de crestas/LAM), y de aquí un índice de la resistencia al desgaste, para finalmente relacionar esta medida de eficiencia con algún parámetro ambiental señalable.

## MATERIALES Y METODOS

### Generalidades

En la figura 1 (inferior) aparece una vista oclusal del patrón conjunto de una fila superior derecha de molares (RM<sup>1, 2, 3</sup>) que reúnen toda la variabilidad de crestas dentarias de los taxa tratados. Sólo en una de las subespecies estudiadas aparece este patrón completo: *Akodon xanthorhinus ca-*

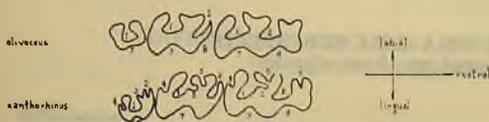


FIG. 1: Variación y nomenclatura simplificada del patrón oclusal de RM <sup>1,2,3</sup>.  
 1. Metaflexus; 2. Paraflexus; 3. Mesoflexus;  
 4. Posteroflexus; 5. Paraflexulo; 6. Anteroflexus; 7. Hipoflexus; 8. Protoflexus.

*nescens* (*xanthorhinus* de ahora en adelante), en tanto que los demás ocupan posiciones intermedias en cuanto a la frecuencia de flexus presentes, siendo *Akodon o. olivaceus* (*olivaceus* de ahora en adelante), el taxón con el patrón más simple (Figura 1, superior), razón por la cual lo elegimos como referencia en este trabajo.

En ambos dibujos, sólo figuran los nombres de los flexus y fléxulos, puesto que son las unidades funcionales de masticación cuya variabilidad estudiaremos, en tanto que omitimos aquellos de los conos, cónulos, estilos, lófos y lófulos, por razones de simplicidad y porque no muestran una variación interpoblacional evidente.

Las crestas de esmalte fueron numeradas según aparecen en la figura 1, cuidando de mantener el mismo dígito para los caracteres homólogos en cada uno de los tres molares.

En cuanto a la nomenclatura hemos preferido la de REIG (1972) por sobre la de HERSHKOVITZ (1962), ya que la primera permite una ubicación más fácil en la topografía dentaria.

### Mapeo de los molares y tabulación

Basándonos en las colecciones y libros de registro de la Corporación Nacional Forestal y propios, seleccionamos 64 cráneos de las subespecies en estudio (23 *olivaceus*, 12 "lagunillas", 6 *mochae*, 6 *beatus*, 9 *brachiotis*, 8 *xanthorhinus*) correspondientes a las clases de edad juvenil y adulta en igual proporción. Omitimos a los indivi-

duos viejos, porque el examen visual nos mostró que el consiguiente desgaste borraba todo vestigio de flexus de esmalte.

La observación del patrón oclusal la realizamos mediante un microscopio estereoscópico "Spencer" a 25 aumentos. Esta vista de los molares se mapeó en papel milimetrado, con el objeto de mantener las proporciones, ya que no contábamos con una cámara clara.

Para efectuar el análisis cuantitativo, una vez dibujadas todas las arcadas molares derechas, procedimos a tabular la presencia o ausencia de flexus para cada molar separadamente, y por último determinamos la frecuencia de crestas en todas las subespecies examinadas (véase Cuadro 2).

### Tratamiento estadístico

Dado que *olivaceus* constituye nuestra referencia, todos los contrastes de frecuencia se hicieron con respecto a él, confeccionando tablas de contingencia de 2 x 2 en que determinábamos la significatividad de las diferencias en cuanto a presencia o ausencia de cada carácter por medio de una prueba de chi cuadrado con corrección de YATES (SCHEFLER, 1969).

### RESULTADOS

La frecuencia de vistas molares en todas las subespecies examinadas aparecen en el Cuadro 2.

Aún cuando hay caracteres muy constantes en todos los molares de las distintas subespecies ( $C_1$  : Metaflexus), hay otros que muestran gran variabilidad interpoblacional. Estos últimos son los que interesan en estudios comparativos. En el Cuadro 3 se muestran las comparaciones ya referidas, en términos de frecuencia. Sólo aparecen aquellas que son significativas.

En general, se aprecia que todas las subespecies aumentan la frecuencia de sus caracteres en un rango que va desde 1.4 hasta 17.4 veces la referencia ( $M^2 C^5$  para "lagunillas" y  $M^3 C^4$  para *xanthorhinus*, respectivamente).

Si ahora contabilizamos la cantidad de caracteres por los cuales se diferencian significativamente las subespecies con respecto a *olivaceus*, obtenemos el siguiente pa-

## C U A D R O 2

FRECUENCIA DE FLEXUS DENTARIOS PARA CADA SUBESPECIE  
(1 significa presencia en todos los ejemplares, 0 en ninguno)

CARACTERES	3er. Molar				2º Molar				
	1	2	3	4	1	2	3	4	5
<b>Subespecies</b>									
<i>olivaceus</i> (n=26)	1	0.36	0	0.05	1	0.95	0.26	0.34	0.74
"lagunillas" (n=12)	1	0.91	0.08	0.25	1	0.83	0.58	0.50	1
<i>mochae</i> (n= 6)	1	0.17	0	0.17	1	1	0	0.17	0.17
<i>brachiotis</i> (n= 9)	1	1	0.11	0.11	1	1	0.77	0.77	0.88
<i>beatus</i> (n= 6)	1	1	0	0	1	1	0.50	1	1
<i>xanthorhinus</i> (n= 8)	1	0.87	0.37	0.87	1	0.87	1	0.87	1

CARACTERES	1er. Molar					
	1	2	3	4	5	6
<b>Subespecies</b>						
<i>olivaceus</i> (n=26)	1	1	0	0.13	0.74	0.78
"lagunillas" (n=12)	1	1	0.42	0.67	0.75	0.83
<i>mochae</i> (n= 6)	1	1	0.17	0.83	0.83	0.83
<i>brachiotis</i> (n= 9)	1	1	0.33	0.44	1	0.88
<i>beatus</i> (n= 6)	1	1	0.50	1	1	0.83
<i>xanthorhinus</i> (n= 8)	1	1	0.25	0.50	1	0.87

norama: "lagunillas", 4; *mochae*, 1; *brachiotis*, 2; *beatus*, 3; y *xanthorhinus*, 5 crestas más que la referencia, respectivamente.

Sin embargo, más representativo que las diferencias acumuladas podría ser la densidad de crestas en los molares; por lo cual dividiremos por los respectivos LAM, el número de crestas dentarias más uno de cada

subespecie (ésto para evitar que *olivaceus* quede con densidad cero).

A esta densidad dentaria la llamaremos Índice de Resistencia Dentaria (IRD), debido a la propiedad más evidente que tiene una mayor cantidad relativa de flexus de esmalte. (Véase Cuadro 4).

## CUADRO 3

DIFERENCIAS DENTARIAS ENTRE DISTINTAS SUBESPECIES Y LA REFERENCIA (*Akodon olivaceus olivaceus*)

Subespecies en comparación	Carácter	Frecuencia	P
<b>3er. Molar</b>			
<i>olivaceus</i> /"lagunillas"	paraflexus (C <sub>2</sub> )	0.36/0.91	< 0.005
<i>olivaceus/mochae</i>	_____	_____	_____
<i>olivaceus/brachiotis</i>	paraflexus (C <sub>2</sub> )	0.36/1	< 0.005
<i>olivaceus/beatus</i>	paraflexus (C <sub>2</sub> )	0.36/1	< 0.005
<i>olivaceus/xanthorhinus</i>	paraflexus (C <sub>2</sub> )	0.36/0.87	< 0.025
	posteroflexus (C <sub>4</sub> )	0.05/0.87	< 0.005
<b>2º Molar</b>			
<i>olivaceus</i> /"lagunillas"	parafléxulo (C <sub>5</sub> )	0.74/1	< 0.05
<i>olivaceus/mochae</i>	_____	_____	_____
<i>olivaceus/brachiotis</i>	mesoflexus (C <sub>3</sub> )	0.26/0.77	< 0.01
<i>olivaceus/beatus</i>	posteroflexus (C <sub>4</sub> )	0.34/1	< 0.01
<i>olivaceus/xanthorhinus</i>	mesoflexus (C <sub>3</sub> )	0.26/1	< 0.005
	posteroflexus (C <sub>4</sub> )	0.34/0.87	< 0.01
<b>1er. Molar</b>			
<i>olivaceus</i> /"lagunillas"	posteroflexus (C <sub>4</sub> )	0.13/0.67	< 0.005
	mesoflexus (C <sub>3</sub> )	0.00/0.42	< 0.005
<i>olivaceus/mochae</i>	posteroflexus (C <sub>4</sub> )	0.13/0.83	< 0.01
<i>olivaceus/brachiotis</i>	_____	_____	_____
<i>olivaceus/beatus</i>	posteroflexus (C <sub>4</sub> )	0.13/1	< 0.01
<i>olivaceus/xanthorhinus</i>	posteroflexus (C <sub>4</sub> )	0.13/0.50	< 0.01

## CUADRO 4

## CALCULO DEL INDICE DE RESISTENCIA DENTARIA (IRD) PARA LAS DISTINTAS SUBESPECIES

Subespecies	LAM (mm.)	Nº crestas esmalte + I	IRD	localidad	latitud Sur
<i>olivaceus</i>	4.0	1	1/4 = 0.250	Santiago	32º
"lagunillas"	4.0	5	5/4 = 1.250	San José de Maipo	32º
<i>mochae</i>	3.8	2	2/ 3.8 = 0.526	Isla Mocha	38º
<i>brachiotis</i>	3.6	3	3/ 3.6 = 0.833	Osorno	43º
<i>beatus</i>	3.4	4	4/ 3.4 = 1.176	Puerto Aisén	46º
<i>xanthorhinus</i>	3.4	6	6/ 3.4 = 1.765	Pto. Nuevo (Tierra del Fuego)	54º

En el Cuadro 4 aparece la latitud representativa de cada subespecie, determinada según el lugar de procedencia (localidad) de nuestros ejemplares.

Prescindiendo de "lagunillas", que es un ratón de cordillera (2.300 m. s. n. m.), todos los demás son de tierras bajas y muestran una clara tendencia al aumento del IRD con el incremento en latitud.

Al graficar latitud vs. IRD (figura 2) las coordenadas quedan representadas por una línea de regresión (método de los mínimos cuadrados), donde la densidad de crestas varía proporcionalmente con la latitud, sin considerar a "lagunillas", que cae fuera de cualquier expectativa de cambio lineal en los términos propuestos.

La pregunta que surge entonces es:

¿Qué variable ambiental que nos permita explicar el incremento del IRD, covaría con la latitud?, o más exactamente, ¿qué variable ambiental nos permitiría incluir a "lagunillas" dentro de una variación lineal?

Aunque probablemente existen muchos parámetros que cambian con la latitud, el

caso de "lagunillas" vino a estrechar sustancialmente el espectro de posibilidades, puesto que nos enfrenta a las siguientes consideraciones:

- 1) "lagunillas" se encuentra en la misma latitud que *olivaceus*, sin embargo tiene un índice equivalente al de *beatus*, de mucho más al sur.
- 2) La diferencia entre *olivaceus* y "lagunillas", por lo tanto, debería estar dada por alguna situación determinada por la altura ( $\Delta = 1.800$  m.).

¿En qué parámetro ecológico estará la equivalencia entre *beatus* y "lagunillas" en cuanto a IRD? Nosotros pensamos que en la temperatura ambiental. Para comprobar esta proposición, obtuvimos los datos de temperaturas medias anuales para las localidades de extracción de las subespecies en estudio (HAJEK Y DI CASTRI, 1975). Véase Cuadro 5.

## CUADRO 5

Resumen de IRD y temperatura media anual en la localidad de colecta de las subespecies en estudio

Subespecies	IRD	Temp. media anual (°C)
<i>olivaceus</i>	0.250	13.8
"lagunillas"	1.250	9.5
<i>mochae</i>	0.526	12.7
<i>brachiotis</i>	0.833	12.5
<i>beatus</i>	1.176	9.0
<i>xanthorhinus</i>	1.765	6.7

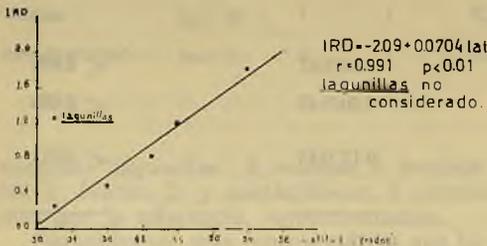


FIG. 2: Variación del IRD con la latitud. Nótese el mal ajuste de "lagunillas" a la línea de regresión.

Si graficamos temperatura versus IRD, obtenemos las coordenadas de la figura 3, en donde se aprecia que "lagunillas" calza perfectamente entre los puntos de la línea de regresión obtenidos *sin considerarlo*, por lo que concluimos que la temperatura —directa o indirectamente— es un factor importante en la determinación del aumento de la densidad efectiva de crestas dentarias.

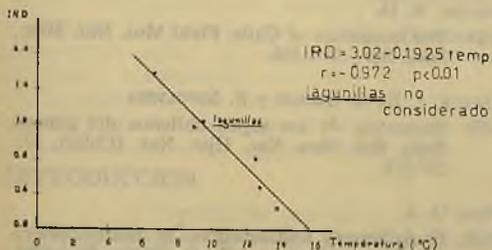


FIG. 3: Variación del IRD con la temperatura. Nótese el buen ajuste de "lagunillas" a la línea de regresión en contraste con el de la figura 2.

## DISCUSION

Conociendo el incremento de la densidad de crestas con respecto a la disminución de la temperatura, parece lógico establecer una asociación con la dureza o abrasividad de los vegetales. Si la vegetación de las regiones más frías fuera más dura, produciría mayor desgaste de las coronas dentarias, por lo que sería altamente adaptativo para las poblaciones sureñas la posesión de una mayor cantidad de flexus de esmalte, con el consiguiente desgaste más lento del molar. Sin embargo, no tenemos datos que nos permitan afirmar la hipótesis del aumento de la abrasividad de las plantas con la latitud o la altura, por lo que debemos buscar otro tipo de argumento.

Para este efecto, será necesario volver a los resultados entregados por nuestro trabajo anterior (no publicado) en que se llamaba la atención sobre el hecho que las poblaciones de más al sur eran decididamente de menor longitud corporal que las de la zona central. Esto tiene sentido si recordamos la regla conjunta de ALLEN-BERGMAN —"Las extremidades de los mamí-

feros, tales como patas, orejas, cola y hocico, tienden a reducirse, a la vez que la configuración corporal adquiere una forma más redondeada desde el norte hacia el sur y desde tierras bajas hacia altas"— que habla de estrategias anatómicas para minimizar las superficies de pérdida calórica por unidad de volumen.

De acuerdo con esta regla, la interpretación del fenómeno que presentan los *Akodon* sería la siguiente: Las subespecies de más al sur, al adquirir configuraciones corporales más redondeadas (según hace pensar el decrecimiento en longitud corporal), estarían disminuyendo las dimensiones de todas sus partes anatómicas más expuestas, entre ellas la del hocico, situación que redundaría en un acortamiento general de la cabeza. Según lo demostrado por algunos autores (GREEN y JAMESON, 1975; PÉFAUR, ORREGO, SEPÚLVEDA, 1970; ROBINSON y HOFFMANN, 1975), es un hecho que todas las dimensiones lineales del cráneo en vertebrados están altamente correlacionadas, lo que sugiere que una disminución de la longitud de la porción rostral determinaría un decrecimiento proporcional en el largo de la fila de molares.

De aquí podemos concluir que LAM menores de las poblaciones sureñas se deberían a una modulación de las proporciones corporales con las condiciones de menor temperatura en que se desenvuelven. La demostración de esta suposición estará dada por un análisis de la variación de los apéndices de estos ratones en el gradiente térmico que nos ocupa, estudio que en estos momentos recién comienza.

La explicación al incremento de crestas dentarias, por lo tanto, exigiría reconocer que la disminución del LAM a consecuencias del acortamiento del rostro implica una menor eficiencia masticatoria, que debe compensarse de alguna forma para permitir la sobrevivencia de estos ratones en regiones frías. Nuestra proposición es que la compensación está suministrada por el incremento de las frecuencias relativas de crestas dentarias.

Hay un solo hecho que no calza con el argumento propuesto, y es que "lagunillas", aun cuando tiene menor tamaño, posee un LAM indistinguible del de la subespecie de tierras bajas (*olivaceus*), lo que significa que aquella "subespecie" no ha acortado su

rostro, según lo esperado. De todas maneras, esta situación debe tomarse con cautela puesto que hemos sobresimplificado la condición en que vive el ratón cordillerano, al considerar como única variación significativa de su ambiente la determinada por la temperatura. Hay que recordar además, que el alto IRD y gran LAM de este ratón nos está indicando que es el que posee una dentadura relativamente más eficiente que las restantes subespecies, lo cual indicaría que sus diferencias de dieta alimenticia no serían triviales en términos comparativos.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Dres. EDUARDO FUENTES, JAIME PEFAUR y ANGEL SPOTORNO, quienes nos suministraron datos necesarios para nuestra investigación, literatura difícil de obtener en el país, y principalmente estímulo para emprender este estudio de Sistemática.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BLASE, A. F. DE y R. E. MARTIN  
1974 A Manual of Mammalogy. Capítulo 3. WM. C. Brown Co. Publishers, New York. 329 pp.
- GREEN, A. y D. L. JAMESON  
1975 An evaluation of the zygomatic arch for separating juvenile from adult cottons rats (*Sigmodon hispidus*). *J. Mamm.*, 56: 534-535.
- HAJEK E. y F. DI CASTRE  
1975 Bioclimatología de Chile. Pub. V.R.A. Univ. Católica de Chile, Santiago. 223 pp.
- HERSHKOVITZ, P.  
1962 Evolution of Neotropical cricetine rodents (Muridae) with special reference to the phyllotine group. *Fieldiana: zoology*. Vol 46. 524 páginas.
- MANN, G.  
1964 Compendio de Zoología: Ecología y Biogeografía. Centro Invest. Zool. Universidad de Chile, N° 3, 66 pp.
- OSGOOD, W. H.  
1943 The mammals of Chile. *Field Mus. Nat. Hist., Zool. Ser.*, 30 1-268.
- PÉFAUR, J. E., C. ORREGO y F. SEPÚLVEDA  
1970 Biometría de los sapos chilenos del género *Bufo*. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. (Chile)*, 31: 257-274.
- REIG, O. A.  
1972 Evolutionary relationships in South American Cricetid rodents. Ph. D. Thesis, University College, Londres.
- RENSBERGER, J. M.  
1975 Fuction in the cheek teeth evolution of some hypsodont geomyoid rodents. *J. Paleontol.*, 49: 10-22.
- ROBINSON, J. W. y R. S. HOFFMANN  
1975 Geographical and interespecific cranial variation in big-eared ground squirrels (*Spermophilus*): A multivariate study. *Syst. Zool.*, 24: 79-88.
- SCHEFLE, W. C.  
1969 Statistics for the biological sciences. Addison-Wesley Publishing Co., Inc., New York. 231 pp.

## VARIACION CON LA EDAD EN ALGUNOS CARACTERES MORFOLOGICOS DE TRES POBLACIONES DE *AKODON OLIVACEUS*

(Rodentia, Cricetidae)

JOSÉ YÁÑEZ (\*)

FABIÁN JAKSIĆ (\*\*)

### INTRODUCCION

Obviamente los animales juveniles de una población difieren de sus respectivos adultos en una variedad de caracteres cuantitativos p. ej.: tamaño corporal) y cualitativos (p. ej.: color del pelaje). Por esta razón, se debe ser muy cuidadoso al comparar muestras entre localidades geográficas, ya que una combinación distinta de las proporciones de individuos jóvenes y adultos puede llevar a detectar diferencias significativas entre poblaciones, cuando de hecho no las hay (JOLICOEUR y MOSIMANN, 1960). Esto puede conducir a la aceptación o rechazo sin fundamento de la hipótesis del investigador, o determinar decisiones taxonómicas erróneas (véase discusión de algunos "tipos" de PHILIPPI en OSGOOD, 1943), o falsear arreglos sistemáticos basados en caracteres morfológicos.

Este último punto es el que más nos interesa, y tiene que ver principalmente con la detección de tendencias morfológicas geográficas (YÁÑEZ y JAKSIĆ, 1977; SCHMIDLY, 1973) o no-geográficas (ROBBINS, 1973), es decir, con clines ó variabilidad intrapoblacional.

Es claro que antes de hacer un estudio de caracteres clinales, deben estandarizarse las muestras de acuerdo a algún criterio que evite el viciamiento ya discutido. Una de las maneras más rigurosas de hacer esto, es separar las poblaciones en submuestras que agrupen individuos de la misma edad rela-

tiva (PEARSON, 1975; ROBBINS, *op. cit.*) y posteriormente contrastar los pares homólogos que interesen. Sin embargo, este sistema, aunque de alto valor informativo, es exageradamente laborioso y por lo tanto hay que utilizar algún método más práctico de homogeneizar las comparaciones.

Nosotros proponemos separar las muestras exclusivamente entre adultos y juveniles, de acuerdo a su estado reproductivo; es decir, considerar adulto a aquel animal que está reproduciéndose o se ha reproducido. En las hembras esto se detecta por la presencia de vagina perforada, de embriones en el oviducto, de leche en las mamas, o de cicatrices uterinas; y en machos, por la disposición (abdominales, escrotales), tamaño y color de los testículos (DE BLASE y MARTIN, 1974; HALL, 1962). Por complementación, los juveniles carecen de los atributos mencionados, y esto permite distinguirlos.

Todos estos datos son usualmente anotados en los libros de registro de colección y en base a ellos es fácil separar las dos clases de edad, así que nuestro método, si bien pierde información sobre las etapas intermedias y ulteriores de la cronología de los ratones, resulta sumamente expedito y económico en consumo de tiempo.

Como esta determinación del estado reproductivo se hace independientemente

(\*) Sección de Mamíferos, Museo Nacional Historia Natural. Casilla 787, Santiago de Chile.

(\*\*) Laboratorio de Ecología, Universidad Católica. Casilla 114-D, Santiago de Chile.

de las dimensiones del animal podemos entonces hacer inferencias sobre la clase de edad a que pertenece un individuo, basados en uno o varios caracteres, si conocemos el intervalo de confianza en torno a las medias respectivas calculadas con nuestra muestra.

En resumen, haremos un estudio descriptivo de la variación con la edad de varios caracteres corporales, craneanos y dentarios de uso corriente en mastozoología. Para este objeto hemos escogido tres poblaciones de *Akodon olivaceus*, que provienen de distintas regiones del país, para las cuales pretendemos establecer rasgos morfométricos diagnósticos que permitan determinar con la confiabilidad usual la clase de edad a la cual pertenece un individuo o grupo de individuos dado.

## MATERIALES Y METODOS

De las tres poblaciones que utilizamos, una corresponde a la subespecie *Akodon olivaceus brachiotis* y las otras dos a la subespecie *A. o. olivaceus* (Según OSGOOD, 1943).

Estas dos últimas las diferenciamos por su origen: una proviene del valle central (menos de 1.000 m s n m) y la otra, de alturas superiores a los 2.300 m s n m, también de la zona Central. La razón para separar estas muestras fue la evidencia que teníamos de sus diferencias dentarias (YAÑEZ y JAKSIĆ, 1977) y la expectativa de algunas otras.

Nuestros datos los obtuvimos de las colecciones de la Corporación Nacional Forestal; del Profesor ANGEL SPOTORNO (depositada en el Dep. de Biol. Celular y Genética, Sede Norte, U. de Chile, Stgo.); de la Sección de Mamíferos del British Museum (Londres, Inglaterra); y propia (depositada en la Sección de Mamíferos del Museo Nacional de Historia Natural; Santiago, Chile).

Tomamos tres tipos de medidas, que detallamos más adelante:

1. Corporales, en mm, obtenidas de los libros de registro respectivos.
2. Craneanas, en mm, medidas con pie de metro (precisión: 0.1 mm).
3. Dentarias, una métrica (en mm), una métrica (por conteo directo mediante microscopio estereoscópico Spencer, 25 au-

mentos), y un índice que combina las dos anteriores.

Determinamos dos clases de edad: jóvenes y adultos, basados estrictamente en la descripción de su estado reproductivo, según constaba en los registros.

El tratamiento estadístico lo hicimos separadamente para cada población. Comparamos las medias entre jóvenes y adultos para cada uno de los 10 caracteres tratados, mediante una prueba "t" de STUDENT con varianza ponderada (SCHEFLER, 1969; SIMPSON *et al.*, 1960). Los valores así obtenidos los contrastamos con la tabla correspondiente del libro de SNEDECOR y COCHRAN (1967). Además calculamos el intervalo de confianza al 95% para el error estándar de la media. (SCHEFFLER, *op. cit.*; SIMPSON *et al.*, *op. cit.*).

### Descripción de los caracteres

Longitud corporal (L C): desde el extremo del hocico hasta la inserción de la cola.

Longitud de la cola (L c): desde su base hasta su extremo.

Longitud de la pata (L P): desde la articulación proximal del tarso hasta el extremo de la uña más distal.

Longitud de la oreja (L O): desde el nódulo hasta la porción más distal del pabellón auricular.

Longitud basilar del cráneo, sin nasales (L B S N): máxima longitud desde la base del occipital hasta la base de los incisivos superiores.

Estimación rostral (E R): longitud desde la base de la cara anterior del primer molar hasta la base de los incisivos superiores.

Ancho del arco zigomático (A A Z): máxima anchura del cráneo a nivel del arco zigomático.

Longitud de la arcada molar (L A M): longitud de la fila de molares superior derecha, medida a nivel de la corona.

Número de flexus externos (Nº F L X): Registro de presencia de meta, para, meso, postero y anteroflexus en cada uno de los molares de la fila superior derecha. (para nomenclatura e ilustraciones: YAÑEZ y JAKSIĆ, 1977; REIG, 1972).

## CUADRO 1

VARIACION CON LA EDAD DE 10 CARACTERES EN: *AKODON OLIVACEUS BRACHIOTIS*

Carácter	Jóvenes	Adultos	"t"	P
L C	84.84 (19) (80.96 — 88.72)	98.87 (68) (96.01 — 99.73)	6.422	< 0.001
L c	68.42 (19) (65.58 — 71.26)	76.13 (68) (74.93 — 77.33)	3.442	< 0.001
L P	20.89 (19) (20.09 — 21.69)	25.57 (68) (21.35 — 21.79)	2.302	< 0.025
L O	14.47 (10) (13.87 — 15.07)	15.54 (68) (15.28 — 15.80)	3.738	< 0.001
L B S N	22.88 (5) (22.46 — 23.30)	23.98 (20) (23.70 — 24.26)	3.636	< 0.005
E R	7.24 (5) (7.06 — 7.42)	7.54 (27) (7.40 — 7.68)	1.839	> 0.05
A A Z	11.70 (5) (11.60 — 11.80)	12.09 (18) (11.99 — 12.19)	3.934	< 0.001
L A M	3.49 (9) (3.39 — 3.59)	3.54 (37) (3.50 — 3.58)	0.944	> 0.20
Nº F L X	10.20 (5) (9.22 — 11.18)	6.38 (8) (5.32 — 7.44)	4.873	< 0.001
I R D a	2.98 (5) (2.72 — 3.24)	1.89 (8) (1.57 — 2.21)	4.816	< 0.001

Índice autónomo de resistencia dentaria (I R D a): cociente entre el número de flexus externos y la longitud de arcada molar de cada espécimen.

Procedencia geográfica de la muestra (por provincia)

Véase la conversión a Regiones y provincias actuales en los mapas *ad hoc*. Entre paréntesis el número muestral.

*A.o. brachiotis*: Chiloé (75); Osorno (7); Malleco (5); total: 87.

*A.o. olivaceus*-valle: Maule (1); Talca (17); Colchagua (2); Santiago (10); Valparaíso (33); Aconcagua (3); Coquimbo (25); total: 91.

*A.o. olivaceus*-altura: Talca (1); Santiago (54); total: 55.

## RESULTADOS

En los cuadros 1, 2 y 3 se resumen la medida, el número muestral (paréntesis al lado de la media) y el intervalo al 95% de confianza para el error de la media (parén-

tesis bajo la media). Las siglas corresponden a los caracteres mencionados en la sección anterior.

CUADRO 2

VARIACION CON LA EDAD DE 10 CARACTERES EN: *AKODON OLIVACEUS*  
*OLIVACEUS DEL VALLE*

Carácter	Jóvenes	Adultos	"t"	P
L C	97.14 (37) (94.42 — 99.86)	102.60 (45) (100.32 — 104.88)	3.095	< 0.005
L c	63.33 (36) (61.83 — 64.83)	67.84 (44) (66.34 — 69.34)	4.223	< 0.001
L P	21.70 (37) (21.26 — 22.14)	22.11 (45) (21.73 — 22.49)	1.435	> 0.10
L O	15.35 (37) (14.63 — 16.07)	17.64 (45) (17.16 — 18.12)	5.380	< 0.001
L B S N	24.58 (4) (24.41 — 25.02)	24.99 (7) (24.33 — 25.65)	0.856	> 0.40
E R	7.65 (25) (7.41 — 7.89)	8.09 (20) (7.89 — 8.29)	2.692	< 0.025
A A Z	12.58 (8) (12.16 — 13.00)	13.66 (14) (13.46 — 13.86)	5.309	< 0.001
L A M	3.79 (27) (3.71 — 3.87)	4.00 (32) (3.94 — 4.06)	4.370	< 0.001
Nº F L X	7.45 (11) (6.47 — 8.43)	4.88 (17) (4.40 — 5.36)	5.209	< 0.001
I R D a	1.92 (11) (1.66 — 2.18)	1.29 (13) (1.19 — 1.39)	4.821	< 0.001

CUADRO 3

VARIACION CON LA EDAD DE 10 CARACTERES EN: *AKODON OLIVACEUS*  
*OLIVACEUS* DE ALTURA.

Carácter	Jóvenes	Adultos	"t"	P
L C	89.14 (42) (87.16 — 91.12)	104.62 (13) (101.74 — 107.50)	7.942	< 0.001
L c	63.71 (42) (62.07 — 65.35)	69.62 (13) (66.78 — 72.46)	3.537	< 0.001
L P	22.14 (42) (21.80 — 22.48)	22.54 (13) (21.88 — 23.20)	1.129	> 0.20
L O	15.40 (42) (15.08 — 15.72)	16.31 (13) (16.05 — 16.57)	3.126	< 0.005
L B S N	23.70 (21) (23.28 — 24.12)	25.83 (10) (25.49 — 26.17)	6.402	< 0.001
E R	7.51 (25) (3.33 — 7.69)	8.52 (11) (8.28 — 8.76)	6.629	< 0.001
A A Z	12.50 (22) (12.26 — 12.74)	13.59 (8) (13.43 — 13.75)	5.029	< 0.001
L A M	3.94 (25) (3.88 — 4.00)	4.06 (11) (3.96 — 4.16)	2.290	< 0.05
Nº F L X	10.71 (28) (10.39 — 11.03)	6.50 (12) (5.62 — 7.38)	11.267	< 0.001
I R D a	2.71 (25) (2.61 — 2.81)	1.55 (10) (1.31 — 1.79)	10.616	< 0.001

El drástico decrecimiento del número de flexus externos en los molares de *A. o. olivaceus* — altura, unido a la excepcional calidad de la muestra (proveniente de un trampeo intensivo de 5 días en la localidad de "Lagunillas") nos llevaron a hacer un

análisis más fino de la situación, para determinar qué flexus desaparecían.

Nuestros resultados aparecen en el Cuadro 4. (Detalles de nomenclatura en YAÑEZ y JAKSIĆ, 1977).

CUADRO 4

VARIACION CON LA EDAD DEL PATRON OCLUSAL EN *AKODON OLIVACEUS*  
*OLIVACEUS* DE ALTURA.

Cácter	Frecuencia en Jóvenes	Frecuencia en Adultos
	(frecuencia/nº total = 28)	(frecuencia/nº total = 10)
<b>1er. molar</b>		
Metaflexus	1.00	1.00
Paraflexus	1.00	1.00
Mesoflexus	0.57	0.00
Posteroflexus	1.00	0.00
Anteroflexus	1.00	0.00
<b>2º molar</b>		
Metaflexus	1.00	1.00
Paraflexus	1.00	1.00
Mesoflexus	0.93	0.00
Posteroflexus	1.00	0.00
<b>3er. molar</b>		
Metaflexus	1.00	1.00
Paraflexus	1.00	0.80
Mesoflexus	0.18	0.00

## DISCUSION

En *A. o. brachiotis*, los jóvenes difieren significativamente de los adultos en todos los caracteres menos dos (ER y LAM); en *A. o. olivaceus* —valle, no hay diferencias en dos caracteres (LP y LBSN); y en *A. o. olivaceus* — altura, sólo un carácter (LP) no difiere entre las clases de edad tratadas.

Como se ve, no hay caracteres que concomitantemente sean poco variables con la edad a través de las tres poblaciones, aunque resulta obvio que todas ellas presentan diferencias significativas entre jóvenes y adultos en sus medidas corporales, craneanas y dentarias.

Si lo que se desea es conocer caracteres diagnósticos de la edad, o que permitan determinar con cierta confianza la situación juvenil ó adulto de ratones de la especie *A.*

*olivaceus*, hay que descartar los atributos poco variables o que no varían sistemáticamente en las tres poblaciones. Pensando de este modo, los primeros caracteres que hay que desechar son los que ya discutimos (ER, LAM, LBSN, y LP), y que coinciden en el hecho de ser aquéllos cuyo intervalo de confianza en torno a la media presenta sobreposición de los rangos entre clases de edad. De esta manera nos quedan seis caracteres que varían conjuntamente en las tres poblaciones: tres corporales (LC, Lc y LO), uno craneano (AAZ) y dos dentarios (Nº FLX e IRDa).

Si de cada ítem hubiera de escogerse un sólo carácter como diagnóstico, nosotros recomendamos como discriminante a Lc entre los corporales, debido a su incompreibilidad, la facilidad de su medición y la garantía de que los ratones oliváceos usualmente no pierden trozos de su apéndice.

De los caracteres craneanos, sólo nos quedó el AAZ, cuyo valor estimativo de la edad ya ha sido demostrado por GREEN y JAMESON (1975) en *Sigmodon hispidus*.

Entre los dentarios, tanto N° FLX como IRDa constituyen buenos discriminadores de jóvenes y adultos, pero N° FLX es relativamente más fácil de obtener, puesto que involucra sólo el conteo de flexus; en cambio IRDa además requiere medición de la fila de molares.

Basado en todo lo anterior, concluimos que se puede homogeneizar muestras de *Akodon olivaceus* a través de la estimación de su edad relativa, haciendo comparaciones entre el individuo o grupo de individuos incógnitos y el intervalo de confianza para el carácter en contraste. Esto quiere decir que, si las dimensiones de un individuo caen dentro del intervalo descrito para la media del carácter, habrá un 95% de probabilidades de que pertenezca a la clase de edad correspondiente. Si el valor obtenido para un cierto espécimen de edad desconocida cae fuera de los intervalos de ambas clases de edad, siempre podrá compararse otra dimensión y así decidir el status de joven o adulto.

La elección de un carácter corporal, craneano o dentario para los contrastes, depende exclusivamente de las condiciones del material en estudio. Por ejemplo: en muestras de terreno o de museo conviene comparar los caracteres corporales (que siempre se registran); cuando se cuenta solamente con el cráneo se utilizará el AAZ; y si se tiene muestras de cráneos roto o dientes sueltos (regurgitados de lechuzas, fecas de carnívoros), se puede contabilizar el número de crestas dentarias.

Con respecto a esto último, es interesante notar lo que se desprende del Cuadro 4: existen ciertos caracteres dentarios que pueden constituirse en diagnósticos, por lo menos en el caso particular de *A. o. olivaceus* — altura.

Hay algunos rasgos muy conservativos (no desaparecen con el tiempo), como metaflexus y paraflexus en todos los molares, y por ello constituyen malos indicadores de la edad. El carácter mesoflexus, aún cuando no es conservativo, tampoco es buen diagnóstico de la edad, debido a que no está

presente en todos los juveniles de la población. Por último, tenemos el posteroflexus y anteroflexus del primer molar y posteroflexus del segundo, que son excelentes discriminantes de la edad, puesto que los poseen todos los jóvenes y falta en todos los adultos; es decir, la presencia o ausencia de estos caracteres indican en forma inequívoca la situación de juvenil ó adulto, respectivamente.

## CONCLUSIONES

La variación significativa de los valores para las medidas en la mayor parte de los caracteres tratados, hacen ver lo conveniente de separar, al menos, los jóvenes de los adultos; esto puede lograrse según el método de comparaciones ya propuesto para *A. olivaceus*, o a través de la discriminación del estado reproductivo, para cualquier otro ratón. Esta simple operación permite homogeneizar bastante las muestras que se utilizan para estudios de variación geográfica ó no geográfica. Si con ello se reduce demasiado el número muestral de alguna de las poblaciones, creemos que una buena solución es incluir los juveniles respectivos (o adultos, según el caso) a todas las poblaciones en una proporción fija. La cantidad de cada una de estas clases de edad, que se incluirá ponderadamente en las muestras, depende de las restricciones, alcances u objetivos de la investigación.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a JURGEN ROTTMAN (CONAF) y a ANGEL SPOTORNO (Sede Norte U. Ch.) el habernos facilitado los ejemplares de sus respectivas colecciones, y especialmente al Dr. JOSÉ VALENCIA (Fac. Ciencias, U. Ch.), que midió íntegramente todos los especímenes de *Akodon olivaceus* presentes en el British Museum.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- DE BLASE, A. F. y R. E. MARTIN.  
1974 *A Manual of Mammalogy*. WM. C. Brown Co. Publishers. New York. 329 pp.

GREEN, A. y D L. JAMESON

- 1975 An evaluation of the zygomatic arch for separating juvenile from adult cotton rats (*Sigmodon hispidus*). J. Mamm., 56: 534-535.

HALL, E. R.

- 1962 Collecting and Preparing Study Specimens of Vertebrates. Misc. Pub. N° 30: 146. U. of Kansas, Mus. Nat. Hist.

JOLICOEUR, P. y J. E. MOSIMANN

- 1960 Size and shape variation in the printed turtle. A principal component analysis. Growth, 24: 339-54.

OSGOOD, W. H.

- 1943 The Mammals of Chile. Field Mus. Nat. Hist. Zool. Ser., 30: 1-268.

PEARSON, O. P.

- 1975 An outbreak of mice in the coastal desert of Perú. Mammalia, 39: 375-386.

REIG, O. A.

- 1972 Evolutionary relationships in South American Cricetid rodents. Ph. D. Thesis. Univ. College, Londres.

ROBBINS, C. B.

- 1973 Non-geographic variation in *Taterillus gracilis*. J. Mamm., 54: 22-38.

SCHAEFLER, W. C.

- 1969 Statistics for the Biological Sciences. Addison - Wesley Publishing Co. Inc, New York. 231 pp.

SCHMIDLY, D. J.

- 1973 Geographic variation and taxonomy of *Peromyscus boylii* from México and Southern United States. J. Mamm., 54: 111-130.

SIMPSON, G. G., A. ROE y R. C. LEWONTIN

- 1960 Quantitative Zoology. Harcourt, Brace y World Inc. New York. 440 pp.

SNEDECOR, G. W y W G. COCHRAN

- 1967 Statistical Methods. The Iowa State Univ. Press, Iowa. 6 a Ed. 593 pp.

YÁÑEZ, J. y F. JAKSIC

- 1977 Variación geográfica de la morfología dentaria en subespecies del género *Akodon* (Rodentia, Cricetidae). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. (Chile), 35: 105-112.

## TRANSPORTE DE CLORO Y DE SODIO A TRAVES DE LA PIEL *IN SITU* DE ANFIBIOS SUDAMERICANOS

Primera Parte

ALFREDO SALIBIÁN \*

### INTRODUCCION GENERAL

#### 1. Generalidades.

La Clase Amphibia constituye un eslabón crítico en la colonización de la tierra<sup>1</sup>. De las dos mil especies de batracios actuales, las salamandras y tritones (Subclase Urodela o Caudata) se encuentran mayormente en las zonas templadas del Hemisferio Norte. Los sapos y ranas (Subclase Anura o Salientia) tienen una distribución mucho mayor, desde el Artico hasta las zonas desérticas de Africa, Australia y América. La tercera Subclase, Apoda, está confinada a zonas tropicales y es, posiblemente, la más pequeña y la menos conocida desde el punto de vista fisiológico. El continente Antártico no posee Anfibios vivientes<sup>2</sup>.

La Paleontología nos informa acerca de la estrecha relación que liga a los anfibios con los peces por un lado, y con los reptiles por otro. Se trata de un proceso que empezó en el Devónico (o posiblemente en el Silúrico) cuando los crospterigios originaron a los antecesores de los anfibios actuales, los laberintodontes, y que se completa al final del Paleozoico, cuando una parte de ellos da lugar a los reptiles (ROMER, 1972, 1973; SZARSKI, 1962).

La transición de peces → anfibios, primera etapa de la transición vida acuática → vida terrestre, implica una serie de adaptaciones morfológicas (CARROLL, 1970; ROMER, 1972; SCHAEFFER, 1969; SCHMALHAUSEN, 1968) y fisiológicas (BENTLEY, 1966 a; GANS, 1970; SCHMALHAUSEN, *op. cit.*; THOMSON, 1971; WHITFORD, 1973). De éstas, quizás las más importantes están asociadas a la vida en un medio de sequía estacional

que favoreció tanto la selección de adaptaciones a la respiración aérea como las modificaciones que permitieran mantener adecuadamente su equilibrio hidrosalino.

La branquia, y en mucho menor grado el intestino, es el lugar por el que los peces dulceacuícolas regulan su equilibrio hidroelectrolítico (MAETZ, 1971); es en ella donde se hace el pasaje de agua y en donde se intercambian iones monovalentes del medio externo por otras especies endógenas (MAETZ, 1970; MOTAIS y GARCÍA ROMEU, 1972). Prácticamente en todos los peces de agua dulce la piel es una estructura inerte frente a los cambios del medio; en cambio, la de los anfibios adultos tiene un rol preponderante en este tipo de intercambio constituyendo la estructura que permite captar agua, iones, y es, además, el lugar

<sup>1</sup> El nombre de la Clase (del griego *amphi*, doble y *bios*, vida), acuñado por LINNEO, apunta al hecho de que la mayor parte de las especies actuales habita en la tierra y pasa parte de su vida en el agua dulce. Sin embargo, dicho carácter "anfibia" no es exclusivo de los batracios.

<sup>2</sup> Son interesantes los hallazgos recientes de numerosos restos fósiles de laberintodontes en el Triásico Inferior de Antártida (véase, PÉFAUR, 1972). Este importante descubrimiento es una valiosa evidencia en favor de la deriva continental y de la ligazón que hubo entre dicho continente y algún otro del Hemisferio Sur.

\* Cátedra de Fisiología Animal Comparada, Universidad Nacional del Comahue, Centro Regional Bariloche, 8.400 S.C. de Bariloche, Río Negro, Argentina.

Dirección actual: Departamento de Política Científica y Tecnológica, Universidad Nacional de Luján, 6700 Luján, Bs. As., Argentina.

por donde se hace gran parte del intercambio gaseoso. Asimismo, lo que en adelante llamaremos "sistema renal" (vejiga urinaria y riñón), pasa a ocupar un lugar destacado en la preservación del balance hidromineral (BENTLEY 1966 b, 1971).

Debido al gradiente osmótico que existe entre su medio interno y el externo, los peces de agua dulce deben desprenderse del agua que los invade constantemente. Dicho exceso de agua se elimina por el riñón que emite copiosas cantidades de orina hipotónica (LAHLOU, 1970). Los batracios, por el contrario, debido a las características de su habitat, enfrentan el problema inverso: la desecación; en este sentido, su problemática es similar a la de los teleosteos marinos.

## 2. Captación de iones por la piel de anfibios.

— *Estructura esquemática de la piel.* La piel de los anfibios es una compleja estructura que es objeto de estudio desde hace varios años. La mayor parte de la información que sigue fue tomada de los estudios de FARQUHAR y PALADE (1964, 1965, 1966) sobre material proveniente de diversos anuros y urodelos.

En la Figura 1 se representan, en forma esquemática, las capas que la constituyen.

Las células del *stratum corneum* son escamosas, parcialmente cornificadas, y están unidas entre sí por los *zonula occludens* y constituyen la única estructura continua de la piel. Las células de los otros *strata* están en contacto por *desmosomas*. El *s. granulosum* y el *s. spinosum* están formados por células cúbicas o poliédricas; el *s. germinativum* está formado por células columnares o cúbicas. El *corium* (tejido conectivo) contiene glándulas, cromatóforos y fibras musculares.

El espesor total de la piel de los anfibios varía de una especie a otra, siendo el *corium* unas 4-5 veces más ancho que la epidermis (CZOPECK, 1962, 1967). Mediciones efectuadas por nosotros<sup>3</sup> indican que la dermis de *Calyptocephalella caudiverbera* recién capturada es 4.5 veces más ancha que la epidermis; el espesor total de la piel oscila alrededor de 0.9 mm.

En la Figura 2 se representan, también de manera simplificada, las inter-relaciones de los diferentes tipos celulares de la epidermis.

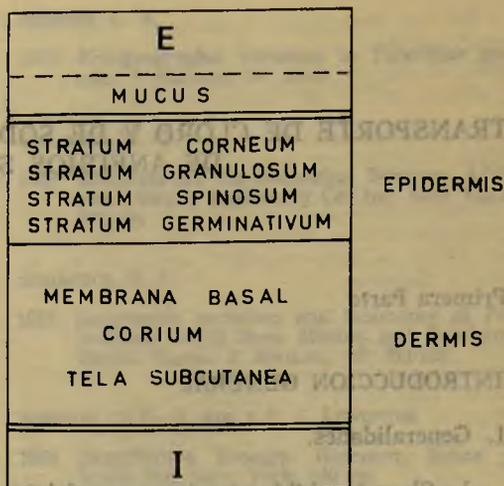


FIG. 1. Capas celulares de la piel de anfibios; E: medio externo, I: medio interno.

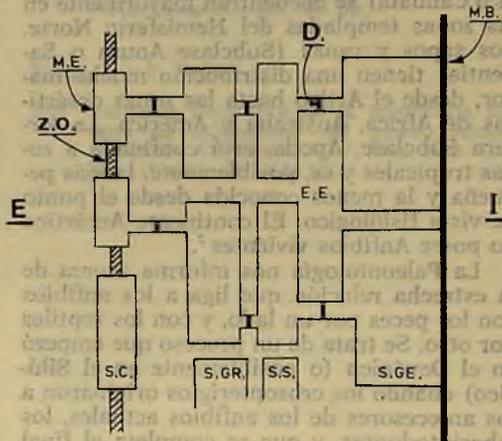


FIG. 2. Representación esquemática de las capas celulares de la epidermis de anfibios. E: exterior; I: medio interno; ME: membrana externa; ZO: *zonula occludens*; D: *desmosomas*; SC: *stratum corneum*; S.GR: *stratum granulosum*; S.S: *stratum spinosum*; S.GE: *stratum germinativum*; MB: membrana basal; EE: espacio extracelular.

<sup>3</sup> En colaboración con los Dres. S. A. MORENO y D. CROVARI hemos iniciado un estudio sobre la morfología de la piel de la rana chilena; la Figura 3 es parte de dicho trabajo (en preparación).

En un trabajo reciente histoquímico de VAN LENNEP y KOMNICK (1971) se sugiere que el mucus que generalmente cubre la epidermis de muchos anfibios, puede jugar un papel no despreciable en el transporte de iones absorbiendo  $\text{Cl}^-$  (y posiblemente  $\text{Na}^+$ ).

En la Figura 3 se muestra, por último, la imagen microscópica (óptica) de la piel de *C. caudiverbera*; sus características se corresponden, de manera general, con las descritas para otros anuros.

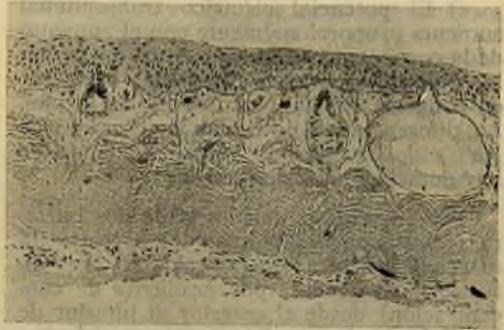


FIG. 3. Imagen al microscopio óptico de la piel ventral de *Calyptocephalella caudiverbera* 63 x.

— *El modelo de KOEFOED-JOHNSEN y USSING.* De 1935 data la primera comunicación (HUF) dando cuenta de la capacidad de la piel aislada de transportar activamente  $\text{Na}^+$ . Poco después, KROGH (1937) demostró que la piel *in situ* también era capaz de absorber iones desde soluciones muy diluidas. A partir de entonces, la bibliografía muestra una gran masa de información acerca de las propiedades "transportadoras" de la piel de anfibios. La mayor parte de la misma se obtuvo gracias a una preparación diseñada por USSING y ZERAHN (1951) la que con ligeras variantes sigue siendo utilizada no sólo para el estudio de los flujos iónicos a través de la piel, sino también para el de otros epitelios.

Cuando un trozo de piel ventral de anfibio es colocado separando dos soluciones de igual concentración, se genera una diferencia de potencial transepitelial de aproximadamente 100 mV, siendo el lado interno (o seroso) positivo. Se demostró que la corriente necesaria para anular dicho potencial espontáneo ("corriente de corto circuito") es una medida indirecta y proporcional del transporte de  $\text{Na}^+$  desde el lado externo (o mucoso) al interior (USSING y ZERAHN, *op. cit.*). Asimismo, bajo condiciones de corto circuito, es posible distinguir los flujos iónicos activos de los pasivos; en ausencia de gradientes de concentración, los flujos unidireccionales son iguales en el caso de los elementos transportados pasivamente (véase LINDLEY, 1970).

La Figura 4 (tomada de USSING, 1960) ilustra esquemáticamente el modelo que estamos discutiendo.

Básicamente, el modelo que en lo sucesivo llamaremos "de USSING" (KOEFOED-JOHNSEN y USSING, 1958) establece que:

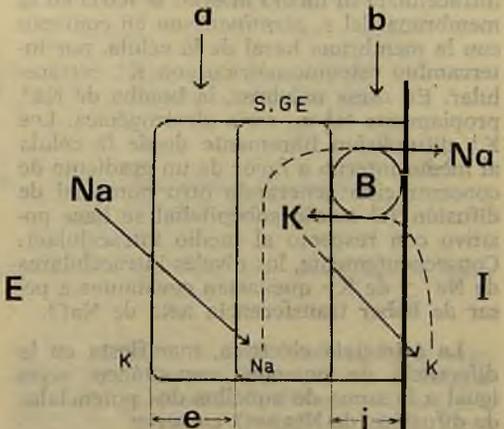


FIG. 4. Modelo de transporte de  $\text{Na}^+$  de KOEFOED-JOHNSEN y USSING; E: exterior; I: medio interno; S.G.E: *stratum germinativum*; e: cara externa del S.G.E; i: cara interna del S.G.E; B: bomba de sodio. La flecha a indica el sitio del primer potencial; la flecha b señala el lugar del segundo potencial de difusión.

a) la piel "normal" (no cortocircuitada o en circuito "abierto") transporta  $\text{Na}^+$  en contra de gradientes eléctricos y químicos (transporte activo); el  $\text{Cl}^-$  acompaña pasivamente al  $\text{Na}^+$ , por arrastre electrostático,

b) La piel en corto circuito transporta  $\text{Na}^+$  (también activamente) y su flujo neto es proporcional a la corriente necesaria para anular aquella diferencia de potencial espontáneo, y

c) El potencial eléctrico transepitelial aumenta proporcionalmente con el aumento de la concentración de  $\text{Na}^+$  en contacto con la epidermis y cuando disminuye la de  $\text{K}^+$  en contacto con la cara interna de la piel. La diferencia de potencial y el pasaje de  $\text{Na}^+$  y de  $\text{Cl}^-$  quedan anulados cuando no hay potasio en el lado interno.

Fue sugerida la existencia de dos barreras selectivamente permeables al  $\text{Na}^+$  (la externa) y al  $\text{K}^+$  (la interna). El  $\text{Na}^+$  difunde pasivamente (por gradiente de concentración) desde el exterior al interior de la célula por la membrana externa del *stratum corneum*, la célula se hace positiva (con respecto al exterior) generando una diferencia de potencial. El pasaje de  $\text{Na}^+$  (ahora intracelular) al medio interno se haría en la membrana del *s. germinativum* en contacto con la membrana basal de la célula, por intercambio estequiométrico con  $\text{K}^+$  extracelular. En otras palabras, la bomba de  $\text{Na}^+$  propiamente tal no sería electrogénica. Los  $\text{K}^+$  difundirían libremente desde la célula al medio interno a favor de un gradiente de concentración generando otro potencial de difusión (el medio subepitelial se hace positivo con respecto al medio intracelular). Consecuentemente, los niveles intracelulares de  $\text{Na}^+$  y de  $\text{K}^+$  quedarían constantes a pesar de haber transferencia neta de  $\text{NaCl}$ .

La asimetría eléctrica, manifiesta en la diferencia de potencial espontáneo, sería igual a la suma de aquéllos dos potenciales de difusión (de NERNST) en serie:

$$E = E_{\text{Na}} + E_{\text{K}} = RT/F \ln \left( \frac{\text{Na}_o}{\text{Na}_c} \cdot \frac{\text{K}_c}{\text{K}_i} \right)$$

donde: E: diferencia de potencial total,  
 $E_{\text{Na}}$ : diferencia de potencial en la cara externa,  $E_{\text{K}}$ : diferencia de potencial en la cara interna, R, T y F: constantes,  $\text{Na}_o$ : concentración de  $\text{Na}^+$  en el medio externo,  $\text{Na}_c$ : concentración intracelular de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}_c$ : concentración de  $\text{K}^+$  en el medio interno y  $\text{K}_i$ : concentración intracelular de  $\text{K}^+$ .

Recientemente se han confirmado muchas de las propiedades anteriormente enumeradas en preparaciones de epidermis aislada de *Rana pipiens* (ERLIJ, 1971), *Rana esculenta* (CARASSO, FAVARD, JARD y RAJERISON, 1971) y de *Bufo bufo* (RAWLINS, MATEU, FRAGACHAN y WHITTEMBURY, 1970).

Este esquema de transporte "transcelular" de  $\text{Na}^+$  (y de  $\text{Cl}^-$ ) es, hasta hoy, el de mayor difusión a pesar de que el trabajo experimental basado o inspirado en el modelo ha sugerido, con el transcurso del tiempo, algunas modificaciones (USSING, 1969). Más aún, su validez ha sido cuestionada y en su lugar se ha propuesto otro modelo de transporte "pericelular" (CEREIJIDO y ROTUNNO, 1970). Alternativamente, NORRIS y colaboradores (1972) concluyeron, por su parte, que el transporte transepitelial de  $\text{Na}^+$  por la piel de *Bufo spinulosus arunco* implica la activa participación de las glándulas coriónicas.

No es nuestro propósito extendernos en la referencia específica a las objeciones que merece el modelo de USSING; el lector interesado puede consultar, además de los trabajos del grupo del Dr. CEREIJIDO, recientes artículos que se ocupan de presentarlas y discutir las extensamente (HERRERA, 1971; KEYNES, 1969; MOTAIS y GARCÍA ROMEU, 1972).

— "In vitro" versus "in vivo". Breve análisis crítico. Con el tiempo se hizo evidente que la información cuali y cuantitativa obtenida por intermedio de preparaciones *in vitro* no era extrapolable a las propiedades de la piel *in situ*<sup>4</sup>.

En el caso de la piel aislada de *Rana esculenta* y *R. temporaria*, por ejemplo, sólo se ha podido detectar transporte activo de  $\text{Na}^+$  siendo el de  $\text{Cl}^-$  un pasaje pasivo, tal como lo prevé el modelo de USSING. Sin embargo, JORGENSEN, LEVI y ZERAHN (1954) demostraron en dichas especies la existencia, *in vivo*, de transportes activos de  $\text{Na}^+$  y de  $\text{Cl}^-$ . En la piel aislada de *R. pipiens* también se observó pasaje activo de  $\text{Cl}^-$  cuando la concentración en el medio es adecuadamente modificada (MARTIN, 1964; MARTIN y CURRAN, 1966).

<sup>4</sup> En las páginas que siguen utilizaremos las expresiones *in situ* e *in vivo* como sinónimos, esto es, la piel del animal intacto.

Discrepancias cualitativas como las mencionadas se entienden cuando se recuerda de que en condiciones de corto circuito es prácticamente imposible detectar transporte activo de aniones toda vez que sus electrones son utilizados para transportar la corriente necesaria para anular el potencial espontáneo de la piel aislada (DAVSON, 1970). Los diferentes "modelos" que se proponen son esquemas que justifican el pasaje de cationes "sobrentendiendo" la dificultad de

un mecanismo activo de pasajes de aniones, específicamente de  $\text{Cl}^-$ .

Las diferencias también son cuantitativas; en el Cuadro 1 se comparan los resultados obtenidos en la piel *in vivo* de dos especies que han sido estudiadas por nosotros con algunos de los datos *in vitro*; de los últimos, con el objeto de que las cifras sean comparables, hemos escogido aquellos en los que el lado mucoso de la piel estuvo en contacto con bajas concentraciones de  $\text{Na}^+$  (1 — 10 mM).

CUADRO 1. Comparación de los flujos netos de  $\text{Na}^+$  (fn  $\text{Na}^+$ ) a través de la piel *in vivo* e *in vitro* de *Leptodactylus ocellatus* y *Calyptocephalella caudiverbera*. Datos en  $\mu\text{Eq/hr} \times \text{cm}^2 \pm \text{ESM}$ .

Especie	N	fn $\text{Na}^+$	Referencias bibliográficas
<i>L. ocellatus</i> :			
<i>in vivo</i> *	8	0.018 $\pm$ 0.007	Este trabajo, Cuadro 5.
<i>in vitro</i>	9	0.50 $\pm$ 0.07	ROTUNNO y CERREJIDO, 1966.
<i>C. caudiverbera</i>			
<i>in vivo</i> *	7	0.022 $\pm$ 0.004	Este trabajo, Cuadro 8.
<i>in vitro</i>	—	0.09	CARLISKY, 1970 .*

\* Re-calculados con el auxilio de las ecuaciones del Cuadro 4; N: número de experimentos; a: el autor no indica el número de mediciones ni su error standard.

Varias son las razones que podríamos argüir para justificar discrepancias como las que acabamos de comentar e ilustrar. En general, diremos que las condiciones *in vitro* constituyen un sistema en sí mismas, con sus propias variables, que no necesariamente corresponden a las situaciones de los animales intactos. Recordaremos que prácticamente todos los datos *in vitro* se obtuvieron poniendo el lado externo de la piel aislada en contacto con soluciones Ringer cuyas composiciones casi nunca corresponden a las que los animales están sometidos en su habitat natural. Dichas soluciones son isotónicas con respecto al medio interno; en cambio, los anfibios no están en contacto con soluciones cuya concentración de  $\text{Na}^+$ , por ejemplo, sea superior a los 5—10 mM, siempre hipo-osmóticas con respecto a su medio interno<sup>5</sup>. Más aún, confirmando el comentario anterior están algunas de las críticas al modelo de USSING que surgen del hecho de que dicho esquema de transporte

de  $\text{Na}^+$  a través de la piel aislada no se cumple cuando su concentración en el Ringer utilizado es menor de 10 mM (CERREJIDO, HERRERA, FLANIGAN, y CURRAN, 1964). Otro tanto ocurre con el  $\text{Cl}^-$  (MARTIN, *op. cit.*; MARTIN y CURRAN, *op. cit.*). CERREJIDO, REISIN y ROTUNNO (1968) demostraron que las modificaciones en la concentración de  $\text{Na}^+$  externo van acompañadas de cambios en la concentración de  $\text{Na}^+$  del epitelio de *Leptodactylus ocellatus*; en la misma especie, también se ha visto que la magnitud del flujo neto de  $\text{Cl}^-$  *in vitro* es dependiente de su concentración externa a partir de los 60 mM (FISCHBARG, ZADUNAISKY y DE FISCH, 1967).

Además, en 1966, BIBER, CHEZ y CURRAN vieron que los influjos de  $\text{Na}^+$  a través de la piel aislada de *Rana pipiens* cuyo lado mucoso está bañado con solución de NaCl

<sup>5</sup> Se conocen unas pocas excepciones (*Rana cancrivora* y *Bufo viridis*, por ejemplo) que viven en contacto con agua de mar.

1 mM, varían significativamente según la condición bajo la cual se hacen las mediciones (0.40 y 0.08  $\mu\text{M/hr} \times \text{cm}^2$  en "corto circuito" y en "circuito abierto", respectivamente).

Por otra parte, se ha llamado la atención acerca de los artefactos que se provocan en las preparaciones de piel de anfibios *in vitro* debido a daños mecánicos (DOBSON y KIDDER, 1968; HELMAN y MILLER, 1971) o a la diferente velocidad de difusión de los isótopos radiactivos a través del *corium* (HOSHIKO, LINDLEY y EDWARDS, 1964). Recientemente VOÛTE y USSING (1968) mostraron que la ultraestructura de la piel aislada de *R. temporaria* se modifica irreversiblemente según esté o no bajo condiciones de corto circuito.

NUTBOURNE (1968) mostró que el transporte de  $\text{Na}^+$  y las propiedades eléctricas de la piel son afectadas por pequeños gradientes de presión hidrostática que puedan existir a ambos lados del epitelio aislado de la misma *R. temporaria* o por el pandeo de la piel; sabemos que dichas variables son muy difíciles de controlar.

La piel aislada es una preparación en la cual el epitelio en estudio está denervado y carente de los aportes provenientes de su sistema circulatorio; se sabe que dichos factores no son despreciables y que afectan significativamente la permeabilidad iónica de la piel aislada de los anfibios (GONZÁLEZ, SÁNCHEZ y CONCHA, 1967, 1969; SALÉE y VINDREQUIN-DELIÈGE, 1967; SCHOFFENIELS y SALÉE, 1965).

No es justo ignorar aquéllos trabajos que a pesar de utilizar técnicas *in vivo*, someten a los animales a condiciones experimentales que son tanto o más "anti-fisiológicas" como las que separan la piel y la montan entre dos cámaras de plástico o vidrio y lleno de Ringer. En este sentido, debemos mencionar que excepción hecha de los clásicos experimentos de KROGH (ver KROGH, 1939) —y ahora los nuestros— los datos de flujos iónicos que provienen de experimentos con la piel *in situ* también merecen cierto reparo ya que se trata de animales demudados (TORELLI, CELENTANO, CORTILI y GUELLA, 1968), anestesiados con pentobarbital (BROWN, 1962), etc. y sin haber controlado adecuadamente el efecto de estos tratamientos sobre las propiedades de transporte iónico del epitelio.

Todo lo que antecede no significa rene-

gar definitivamente de las técnicas *in vitro*; más bien implica una llamada de atención para subrayar la necesidad de estar comparando crítica y permanentemente sus resultados con aquéllos obtenidos sobre el animal entero.

Diremos, en resumen, que la información proveniente de las técnicas *in vitro* o *in vivo* debe a) ser integrada adecuadamente en el correcto contexto (físicoquímico, fisiológico, ecológico, etc.) en el que la naturaleza abriga en la actualidad a los anfibios, y b) que toda extrapolación a situaciones experimentales más complejas debe ser cuidadosamente evaluada.

En las páginas que siguen nos ocuparemos, principalmente, de los mecanismos de captación de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in vivo* de tres especies de anfibios sudamericanos: *Leptodactylus ocellatus* (L.), *Calyptocephalella caudiverbera* (L.) y *Bufo arunco* (LESSON). Adicionalmente, en el caso de *C. caudiverbera*, hemos incursionado en el estudio del efecto de las hormonas neurohipofisarias sobre esos mecanismos de transporte iónico. Trataremos de contestar algunas preguntas básicas: ¿cómo penetran el  $\text{Cl}^-$  y el  $\text{Na}^+$ ?, ¿cuáles son los iones endógenos intercambiados por los externos?, ¿de qué manera afectan los cambios externos a los mecanismos de pasaje de iones?, ¿cuál es la regulación endocrina de dichos mecanismos? Cuando sea posible, compararemos nuestros resultados con la información disponible de experimentos realizados sobre los mismos epitelios *in vitro*.

El conocimiento de la regulación electrofísica de las especies arriba mencionadas ofrece un interés especial ya que su secuencia de hábito (acuático, semi-acuático y terrestre) permite conocer, comparativamente, algunos aspectos de la fisiología hidromineral de los anfibios y, por extensión, de los vertebrados acuáticos.

El estudio de los mecanismos de captación de iones a través de la piel de anfibios posee, además, un valor potencial para el entendimiento de procesos cualitativamente similares a los que se observan en otros epitelios como, por ejemplo, el del túbulo distal del nefrón de mamífero (DICKER, 1970); en este sentido, otras disciplinas, como la farmacología, pueden ser enriquecidas con la información brindada por estudios como el presente.

## Segunda Parte

### TRANSPORTE DE $\text{Cl}^-$ Y DE $\text{Na}^+$ A TRAVÉS DE LA PIEL *IN SITU* DE *LEPTODACTYLUS OCELLATUS*, *BUFO* Y *CALYPTOCEPHALELLA CAUDIVERBERA*.

#### Capítulo I. *Disociación e inhibición selectiva de los flujos iónicos netos.*

##### 1. Introducción. Algunos antecedentes bibliográficos.

Largo sería enumerar los antecedentes bibliográficos que se ocupan específicamente de los mecanismos de transporte iónico a través de la piel del leptodactílido *Leptodactylus ocellatus*. Entre los aportes modernos quisiéramos destacar los valiosos trabajos producidos en el laboratorio del Dr. MARCELINO CERREJIDO, en Buenos Aires (CERREJIDO y ROTUNNO, 1970; CERREJIDO, MORENO, REISIN, RODRÍGUEZ, ROTUNNO y ZYLBER, 1973; MORENO, REISIN, RODRÍGUEZ, ROTUNNO y CERREJIDO, 1973), quien desde hace varios años está estudiando sus mecanismos de captación de  $\text{Na}^+$  *in vitro*. *L. ocellatus* es una especie de hábitos semi-acuáticos y una de las pocas en las que se ha descrito un transporte activo de  $\text{Cl}^-$  a través de la piel aislada (ZADUNAISKY, CANDIA y CHIARANDINI, 1963).

Con referencia al bufónido *Bufo arunco*, debemos mencionar de manera especial los aportes del grupo de la Universidad de Concepción que se ha ocupado del efecto de diversos mediadores de la conducción nerviosa sobre las propiedades eléctricas de la piel en relación al transporte de  $\text{Na}^+$  *in vitro* (GONZÁLEZ, SÁNCHEZ y CONCHA, 1966, 1967, 1969; NORRIS, CONCHA, GONZÁLEZ y SÁNCHEZ, 1972; SÁNCHEZ, GONZÁLEZ y CONCHA, 1966).

*Calyptocephalella caudiverbera* es también un leptodactílido, especie y género endémicos de Chile, que en estado adulto es de hábito acuático (CARLISKY, CERREJIDO, BARRIO y MIGLIORA, 1970; CEI, 1962). CASAMIQUELA (1963) ha comunicado el hallazgo de *Gigantobatrachus parodii*, anuro fósil del Mioceno de la Patagonia argentina, cuya morfología es, salvo la talla, casi idéntica a la de *C. caudiverbera*. La denominación sistemática de la "rana chilena" fue reciente-

mente modificada por DONOSO-BARROS (1970)<sup>6</sup>; la nomenclatura anterior era *Calyptocephalella gayi*. La única información que pudimos conocer referente al transporte de iones a través de la piel de *C. caudiverbera* se encuentra en los trabajos de CARLISKY (1970) y de CARLISKY, CERREJIDO, BARRIO y MIGLIORA (*op. cit.*).

Los experimentos que se presentan a continuación procuran contestar uno de los interrogantes que nos planteamos en la Introducción General; ¿cómo penetran el  $\text{Cl}^-$  y el  $\text{Na}^+$  a través de la piel de estas especies? Veremos que bajo ciertas condiciones experimentales es posible demostrar que los flujos iónicos netos de  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in vivo* son independientes, disociables.

Además, en el caso de *C. caudiverbera* se verá que la captación de dichos iones se hace por intercambio con  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{H}^+$  endógenos respectivamente.

En lo que sigue denominaremos, siguiendo la nomenclatura vulgar, como "ranas" a *L. ocellatus* y *C. caudiverbera*, a pesar de no pertenecer al género *Rana*; asimismo, nos referiremos a *B. arunco* como "sapo".

##### 2. Material y métodos.

— *Origen y mantenimiento de los animales.* *Leptodactylus ocellatus* fue capturado en la provincia de Buenos Aires, Argentina, en los alrededores de la ciudad de La Plata. Los ejemplares de *Calyptocephalella caudiverbera* y de *Bufo arunco* provinieron de la zona central de Chile. En casi todos los casos, una vez llegados al laboratorio, los animales fueron colocados en recipientes con agua potable; en ciertos casos, fueron mantenidos en piscinas, al aire libre. La cantidad de agua a la que tenían acceso era regulada de acuerdo con sus hábitos.

Los animales permanecieron en estas condiciones por períodos variables (desde pocos días hasta 8 semanas, aproximadamente); eran alimentados por la fuerza con

<sup>6</sup> Poco después, LYNCH (1971) publicó un extenso trabajo crítico acerca de los leptodactílidos en el cual discute, entre otras cosas, su ubicación sistemática.

trozos de diversas vísceras de vacuno, porcino, u ovino. A veces fueron alimentados con renacuajos de *C. caudiverbera* o con pequeños *Pleurodema*; en este último caso la alimentación es espontánea.

En todos los experimentos se utilizaron ejemplares adultos, sin considerar su sexo. Los animales con heridas en la piel, con signos de alguna infección o que no aparentaban estar en buenas condiciones de salud, fueron, según el caso, aislados hasta su mejoría o sacrificados. Tampoco fueron utilizados aquellos animales que en el momento del experimento estaban mudando. El rango de peso de los animales usados, en gramos  $\pm$  error standard de la media (ESM), figura en los diferentes Cuadros. "N" significa, en todos los casos, número de mediciones o experimentos.

— *Pre-adaptación de los animales.* Con anterioridad a la medida de los flujos iónicos, los animales fueron mantenidos en pequeños recipientes por períodos que oscilaron, según el protocolo experimental, entre 2 y 4 semanas, en alguna de las soluciones cuyos detalles de concentración se dan en el Cuadro 2; el pH de las soluciones osciló alrededor de 6.4 y el del agua potable fue de 7.7 — 7.9.

CUADRO 3. Concentraciones de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  en el suero de *Calyptocephalella caudiverbera*, pre-adaptada en agua potable y en soluciones de NaCl. Datos en  $\text{mEq/l} \pm \text{ESM}$ .

Pre-adaptación	N	Cloremia	Natremia
Agua potable	6	69.9 $\pm$ 2.3	105.6 $\pm$ 2.4
NaCl 1.7 $\text{mEq/l}$	5	72.3 $\pm$ 0.6	106.3 $\pm$ 1.8
NaCl 3.4 $\text{mEq/l}$	6	72.1 $\pm$ 1.4	106.1 $\pm$ 1.9

En general se acepta que el  $\text{SO}_4^{=}$  no penetra la epidermis de anfibios (ALVARADO y MOODY, 1970; DIETZ, KIRSCHNER y PORTER, 1967); en el caso particular de la piel *in situ* de *C. caudiverbera* ciertos experimentos preliminares (A. SALIBIÁN y C. MATAMALA, inédito) nos permiten afirmar que dicho ion no la penetra. Asimismo, la colina es un catión que también se considera impermeante en la piel de anfibios (KIRSCHNER, 1960), aunque puede afectar el influjo de  $\text{Na}^+$  a través de la piel aislada de *Rana pipiens* (MACEY y KOBlick, 1963).

Los animales pre-adaptados en soluciones de NaCl fueron considerados como controles; en el Cuadro 3 se muestra que la cloremia y la natremia de *C. caudiverbera* no es diferente de la de las ranas mantenidas en agua potable; el hematocrito promedio de los animales pre-adaptados en agua potable fue de 29.8%, mientras que el de los mantenidos en NaCl 3.4  $\text{mEq/l}$  fue 26.0%. La pre-adaptación en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  se hizo con el propósito de exaltar los mecanismos de transporte de  $\text{Cl}^-$ ; inversamente, la pre-adaptación en Cl-colina o en  $\text{NH}_4\text{Cl}$  se hizo con el objeto de exaltar los mecanismos de transporte de  $\text{Na}^+$ .

CUADRO 2. Concentraciones de las soluciones de pre-adaptación.

Solución	Concentración ( $\text{mEq/l}$ )
NaCl	0.4
NaCl	1.7
NaCl	3.4
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	3.4
Cl-colina	3.4
$\text{NH}_4\text{Cl}$	0.4
Agua potable	2.0 — 4.0

La pre-adaptación en agua destilada y deionizada se efectuó con la intención de depletar los animales de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$ .

El período de pre-adaptación transcurrió siempre en el laboratorio; en verano a la temperatura ambiente y en invierno a 18 — 20 °C (estufas). La alimentación era generalmente suspendida una semana antes de los experimentos.

Todas las especies utilizadas soportaron fácilmente la pre-adaptación en las soluciones de NaCl, agua de llave, agua deionizada y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . El Cl-colina provocó una desusada

mortalidad en las tres especies; *L. ocellatus* toleró bien la pre-adaptación en soluciones diluidas (0.4 mEq/l) de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . La adaptación de *C. caudiverbera* al resto de las soluciones fue excelente; hemos tenido algunos ejemplares que estuvieron sumergidos en ellas por espacio de 60-75 días sin aparentes molestias.

— *Canulación.* 36-48 horas previas al experimento, los animales fueron pesados. Luego su cloaca fue canulada con un tubo de plástico que fue fijado por medio de una ligadura subepitelial concéntrica. De esa forma, la orina era recogida fuera del baño externo, con lo cual quedaba asegurado de que la piel era la única responsable de los cambios detectados; además, esta preparación permite evaluar el volumen de orina excretado durante los experimentos. Siendo que las soluciones externas casi siempre fueron más diluidas que la orina, el análisis químico del baño externo permite también descubrir posibles pérdidas de orina por fisuras de la cánula o de la piel afectada por la sutura.

Una vez canulados los animales, fueron colocados en frascos individuales en contacto con la misma solución de pre-adaptación. Así fueron mantenidos hasta el momento del experimento, renovando dos veces por día la solución en la que estaban sumergidos, por sifón, evitando toda perturbación de los animales. Todas las especies toleraron la cánula por espacio de 3-5 días; después de dicho lapso empezaba un proceso necrótico, casi siempre reversible. Después de la descantulación, la piel alrededor de la cloaca cicatriza rápidamente.

— *Medida de los flujos iónicos netos.* El día del experimento, se reemplazó la solución de pre-adaptación externa por la que sería utilizada en la medida de los parámetros que interesaban (pH, conductividad,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ , etc.). El volumen de la nueva solución, que fue cuidadosamente medido, era generalmente el suficiente para cubrir la mayor parte del cuerpo; la relación peso corporal/volumen del baño externo era de aproximadamente 1/3 o 1/4.

El sistema (Figura 5) se dejaba estabilizar durante unos 20-30 minutos, momento en el que se tomaba la primera muestra del baño externo (5-12 ml), mediante una pipeta o jeringa. Posteriormente, se continuaba tomando muestras cada 30-60 minutos,

durante lapsos que oscilaban entre 1.5 y 6 horas, aproximadamente.

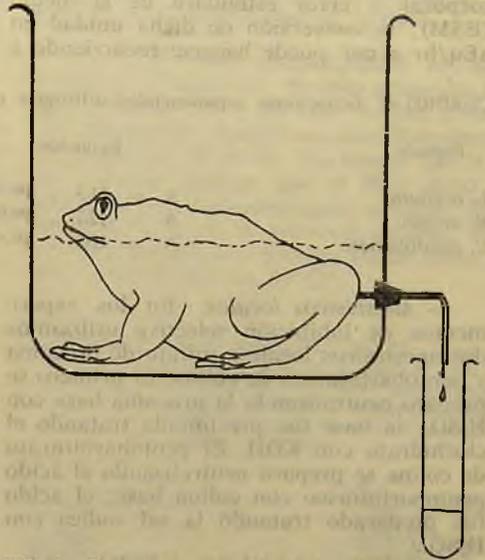


FIG. 5. Diagrama esquemático del dispositivo experimental para medir flujos netos a través de la piel intacta.

En los pocos experimentos en los que interesaba conocer simultáneamente la evolución de la conductividad del medio, se introdujo la correspondiente celda a un costado del recipiente, de manera que se evitara cualquier perturbación del animal.

La concentración de los iones considerados en el baño externo (o de su conductividad) fue graficada contra el tiempo y los flujos (netos) fueron calculados a partir de las pendientes de las respectivas rectas de regresión. Para estos cálculos, se consideró como volumen del baño externo, un valor promedio durante el experimento (GARCÍA ROMEU y MAETZ, 1964; MAETZ, 1956). Sólo se tomaron en cuenta aquellos experimentos en los cuales los flujos netos fueron positivos, esto es, en los cuales había entrada neta de iones. Por convención, los flujos son "positivos" y se expresan precedidos del signo "+" cuando la concentración del ion en la solución externa disminuye, absorbiéndolo a través de su piel; inversamente, el aumento de la concentración de una especie química en la solución externa (flujo neto negativo) se indica con el signo "-".

Los datos de flujos iónicos siempre fueron expresados en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr de peso corporal  $\pm$  error standard de la media (ESM); la conversión de dicha unidad en  $\mu\text{Eq/hr} \times \text{cm}^2$  puede hacerse recurriendo a

las fórmulas del Cuadro 4. La conductividad se expresó en  $\mu\text{Eq/l}$  de NaCl multiplicando sus unidades ( $\text{ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) por un factor experimentalmente determinado (8.662).

CUADRO 4. Ecuaciones exponenciales utilizadas para relacionar el peso (P) con el área (A) corporal.

Especie	Ecuación	Referencias bibliográficas
<i>L. ocellatus</i>	$A = 11.3 \cdot P^{0.58}$	HUTCHISON, WHITFORD y KOHL, 1968.
<i>B. arunco</i>	$A = 12.7 \cdot P^{0.57}$	ESPINA y ROJAS, 1972.
<i>C. caudiverbera</i>	$A = 10.8 \cdot P^{0.63}$	ESPINA y ROJAS, 1972.

— *Anestésicos locales.* En los experimentos de inhibición selectiva utilizamos dos anestésicos locales: sulfato de procaína y pentobarbiturato de colina. El primero se preparó neutralizando la procaína base con  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; la base fue precipitada tratando el clorhidrato con KOH. El pentobarbiturato de colina se preparó neutralizando el ácido pentobarbitúrico con colina base; el ácido fue preparado tratando la sal sódica con  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Estos anestésicos fueron añadidos al baño externo en cantidad suficiente para lograr una concentración final de 2 mM; el volumen necesario para ello fue despreciable con respecto al de la solución externa en la que los animales estaban sumergidos (0.8 — 1.2 ml).

— *Métodos analíticos.* Todas las mediciones se efectuaron por duplicado.

*Sodio.* Por fotometría de emisión (fotómetros YOBIN-IVON y EPPENDORF) o por espectrofotometría de absorción atómica (PERKIN ELMER, modelo 290).

CUADRO 5. Flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Leptodactylus ocellatus*, pre-adaptada en diferentes soluciones y sumergida en solución de NaCl 0.9 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr  $\pm$  ESM).

Solución de pre-adaptación	N	Peso corporal (gr.)	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias*
NaCl	8	74.9 $\pm$ 9.5	+ 5.9 $\pm$ 1.2	+ 2.5 $\pm$ 1.0	+ 3.4 $\pm$ 1.4 <sup>a</sup>
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	6	58.0 $\pm$ 4.3	+ 9.5 $\pm$ 0.9	+ 1.9 $\pm$ 1.2	+ 7.6 $\pm$ 1.1 <sup>b</sup>
Cl—colina	3	94.0 $\pm$ 26.2	+ 6.2 $\pm$ 1.6	+ 8.4 $\pm$ 2.2	— 2.2 $\pm$ 0.9
$\text{NH}_4\text{Cl}$	7	78.5 $\pm$ 7.3	+ 5.9 $\pm$ 1.9	+ 6.2 $\pm$ 1.7	— 0.3 $\pm$ 0.5

\*) Diferencias medias de datos pareados (fn  $\text{Cl}^-$  — fn  $\text{Na}^+$   $\pm$  ESM)

a:  $p < 0.025$  ( $t = 2.66$ ).

b:  $p < 0.005$  ( $t = 7.10$ ).

*Cloro.* Por potenciometría de acuerdo a la técnica de SANDERSON (1952).

*Conductividad.* En un conductímetro PHILLIPS PR 9500.

*Estadística.* Nuestro nivel de "diferencia significativa" fue  $p \leq 0.05$ ; la comparación entre grupos se hizo recurriendo al *test* de Student; dejamos constancia del valor de *t* sólo en los casos en que las diferencias detectadas eran significativas.

### 3. Resultados.

#### I. Disociación de los flujos iónicos netos.

A. *Leptodactylus ocellatus.* Los experimentos se efectuaron sobre animales pre-adaptados en diferentes soluciones de 0.4 mEq/l; los flujos netos fueron medidos a partir de soluciones de NaCl 0.9 mEq/l. En el Cuadro 5 se presentan los resultados.

A—1. Animales pre-adaptados en NaCl (Grupo control). Los flujos netos resultan estadísticamente diferentes; la misma tendencia se verá en el caso de las otras dos especies.

A—2. Animales pre-adaptados en Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. La captación de Cl<sup>-</sup> fue significativamente mayor (cinco veces) que la de Na<sup>+</sup>. La Figura 6 ilustra un típico experimento en el que puede visualizarse la independencia de ambos flujos.

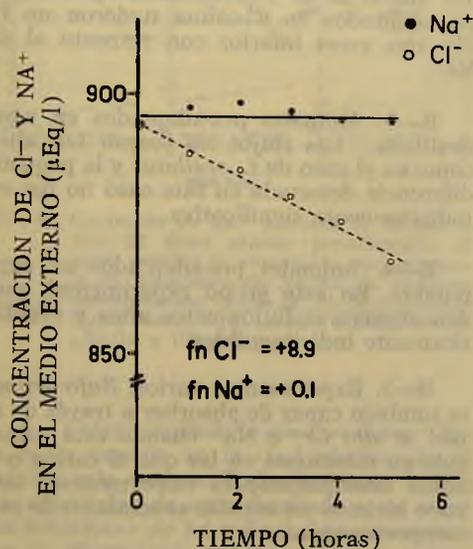


FIG. 6. Captación de Cl<sup>-</sup> y de Na<sup>+</sup> a través de la piel *in situ* de *Leptodactylus ocellatus* pre-adaptada en Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y sumergida en solución de NaCl (Rana N° 12). Los flujos netos (fn) están expresados en μEq/hr x 100 gr.

A—3. Animales pre-adaptados en Cl-colina y en NH<sub>4</sub>Cl. Como era de esperar, en las ranas pre-adaptadas en Cl-colina los flujos de Na<sup>+</sup> fueron mayores que los de Cl<sup>-</sup>. Las diferencias detectadas no fueron estadísticamente significativas posiblemente debido al escaso número de mediciones. Los flujos de Cl<sup>-</sup> y de Na<sup>+</sup> de animales pre-adaptados en NH<sub>4</sub>Cl fueron prácticamente iguales y no se detectó aquella tendencia observada en el grupo Cl-colina (fn Na<sup>+</sup> > fn Cl<sup>-</sup>). Llama

la atención que los fnCl<sup>-</sup> tanto en las ranas del grupo control como en las de estos dos grupos sean prácticamente iguales.

A—4. Animales pre-adaptados en agua destilada (Cuadro 6). En este grupo los flujos netos de Cl<sup>-</sup> y de Na<sup>+</sup> fueron altos y sus diferencias resultaron estadísticamente significativas: el fn Cl<sup>-</sup> fue mayor que el fn Na<sup>+</sup>. Puede notarse que el flujo neto de NaCl, medido indirectamente, a través de la conductividad de la solución externa, está en estrecha relación con los flujos netos de Na<sup>+</sup> pero no con los de Cl<sup>-</sup>.

CUADRO 6. Flujos netos (fn) de Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> y NaCl a través de la piel *in situ* de *Leptodactylus ocellatus* pre-adaptada en agua destilada y sumergida en solución de NaCl 0.8 mEq/l (1 μEq/hr. x 100 gr. ± ESM).

N	4
Peso corporal (gr)	71.3 ± 4.0
fn Cl <sup>-</sup>	+ 18.2 ± 7.3
fn Na <sup>+</sup>	+ 12.2 ± 6.6
fn Na*Cl	+ 12.9 ± 7.2

Diferencias\*\*:

fn Cl <sup>-</sup> — fn Na <sup>+</sup>	+ 6.0 ± 1.5 <sup>a</sup>
fn Cl <sup>-</sup> — fn NaCl	+ 5.3 ± 0.6 <sup>b</sup>
fn Na <sup>+</sup> — fn NaCl	- 0.7 ± 1.3

<sup>a</sup>) Medido a partir de la conductividad de la solución externa.

<sup>\*\*</sup>) Diferencias medias de datos pareados ± ESM

a: p < 0.01 (t = 4.08).  
a: p < 0.001 (t = 9.30).

A—5. Experimentos varios. En solamente dos casos medimos los flujos de Cl<sup>-</sup> y de Na<sup>+</sup> en ranas pre-adaptadas en agua de llave y sumergidas en solución de NaCl 0.8 mEq/l. Los flujos netos de Cl<sup>-</sup> fueron + 12.6 y + 7.5, y los de Na<sup>+</sup> fueron + 2.7 y + 0.8 μEq/hr x 100 gr, respectivamente. Asimismo, pudimos comprobar, en otros dos experimentos, que *L. ocellatus* pre-adaptado en Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.8 mEq/l es capaz de absorber Cl<sup>-</sup> cuando es sumergido en una solución en la que el catión es impermeante (Cl-colina 0.8 mEq/l). Los fnCl<sup>-</sup> fueron + 13.2 y + 5.2 y los de Na<sup>+</sup> fueron + 0.9 y + 0.2 μEq/hr x 100 gr, respectivamente. La Figura 7 ilustra uno de los casos mencionados.

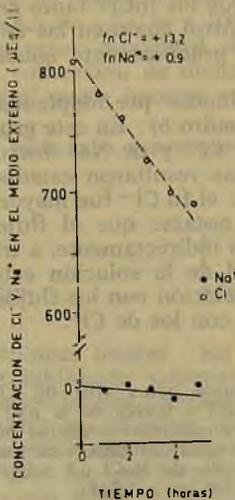


FIG. 7. Captación neta de  $\text{Cl}^-$  a través de la piel *in situ* de *Leptodactylus ocellatus* pre-adaptada en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y sumergida en solución de  $\text{Cl}^-$ -colina (Rana N° 40; 57,6 gr.). Los flujos netos (fn) están expresados en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.

B. *Bufo arunco*. Los sapos fueron pre-adaptados en diferentes soluciones de 1.7 mEq/l y los flujos netos fueron medidos sumergiéndolos en soluciones de  $\text{NaCl}$  de la misma concentración. Los resultados están en el Cuadro 7.

CUADRO 7. Flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Bufo arunco* pre-adaptado en diferentes soluciones y sumergido en solución de  $\text{NaCl}$  1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr.} \times 100$  gr  $\pm$  ESM).

Solución de pre-adaptación	N	Peso corporal (gr.)	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias*
$\text{NaCl}$	7	67.9 $\pm$ 7.7	+ 14.0 $\pm$ 3.0	+ 10.0 $\pm$ 1.6	+ 4.0 $\pm$ 2.0
Agua potable	9	53.0 $\pm$ 7.2	+ 16.8 $\pm$ 2.9	+ 17.7 $\pm$ 2.1	- 0.9 $\pm$ 1.4
Agua destilada	7	88.9 $\pm$ 8.7	+ 11.5 $\pm$ 3.9	+ 12.2 $\pm$ 4.9	- 0.7 $\pm$ 1.2
$\text{Cl}^-$ -colina	5	56.8 $\pm$ 1.6	+ 8.4 $\pm$ 3.1	+ 26.6 $\pm$ 5.1	-18.2 $\pm$ 3.3a
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	7	66.6 $\pm$ 6.3	+ 9.2 $\pm$ 1.3	- 1.1 $\pm$ 1.3	+10.3 $\pm$ 1.2b

\*) Diferencias medias de datos pareados (fn  $\text{Cl}^-$  - fn  $\text{Na}^+$   $\pm$  ESM).

a:  $p < 0.01$  ( $t = 5.54$ ).

b:  $p < 0.001$  ( $t = 9.85$ ).

B—1. Animales pre-adaptados en  $\text{NaCl}$ . Los flujos netos no fueron significativamente diferentes a pesar de que la tendencia fue, igual que en *L. ocellatus*, en el sentido de los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  mayores que los de  $\text{Na}^+$ .

B—2. Animales pre-adaptados en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y en  $\text{Cl}^-$ -colina. Tal como en *L. ocellatus*, estos dos grupos demostraron una disociación significativa de sus flujos iónicos netos. En el caso de los sapos pre-adaptados en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  el flujo neto de  $\text{Na}^+$  fue unas 10 veces menor que el de  $\text{Cl}^-$ . Inversamente, los sapos pre-adaptados en  $\text{Cl}^-$ -colina tuvieron un fn  $\text{Cl}^-$  tres veces inferior con respecto al de  $\text{Na}^+$ .

B—3. Animales pre-adaptados en agua destilada. Los flujos no fueron tan altos como en el caso de *L. ocellatus* y la pequeña diferencia detectada en este caso no fue estadísticamente significativa.

B—4. Animales pre-adaptados en agua potable. En este grupo experimental, pueden observarse flujos netos altos y estadísticamente indistinguibles.

B—5. Experimentos varios. *Bufo arunco* es también capaz de absorber a través de su piel *in situ*  $\text{Cl}^-$  o  $\text{Na}^+$  cuando está sumergido en soluciones en las que el catión o el anión acompañante es impermeante; tampoco hicimos un estudio sistemático de este comportamiento.

La Figura 8 ilustra un típico experimento en el que *B. arunco* pre-adaptado en agua potable es capaz de captar  $\text{Na}^+$  cuando está sumergido en soluciones de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  de diferentes concentraciones. Nótese la dependencia de la magnitud del  $\text{fn Na}^+$  con su concentración en el baño externo.

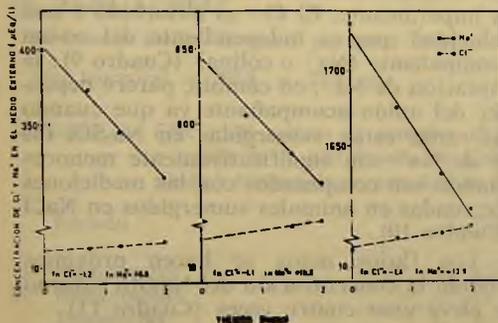


FIG. 8. Captación de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Bufo arunco* pre-adaptado en agua potable y sumergido sucesivamente en soluciones de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  de diferente concentración (Sapo N° 54; 81.0 gr). Los flujos netos (fn) están expresados en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.

C. *Calyptocephalella caudiverbera*. Esta es la especie en la cual efectuamos el estudio más extenso. Todas las ranas fueron pre-adaptadas en agua destilada o en diversas soluciones de 3.4 mEq/l. Los experimentos se efectuaron sumergiendo los animales en diversas soluciones de 1.7 mEq/l. Los resultados están enlistados en el Cuadro 8.

CUADRO 8. Flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en diferentes soluciones y sumergida en solución de  $\text{NaCl}$  1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.  $\pm$  ESM).

Solución de pre-adaptación	N	Peso corporal (gr.)	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias*
$\text{NaCl}$ 0.4 mEq/l	7	278.9 $\pm$ 41.1	+ 11.1 $\pm$ 2.1	+ 8.1 $\pm$ 1.4	+ 3.0 $\pm$ 2.4
$\text{NaCl}$ 3.4 mEq/l	40	205.9 $\pm$ 16.2	+ 7.8 $\pm$ 0.8	+ 5.5 $\pm$ 0.6	+ 2.3 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>
Agua destilada	21	211.2 $\pm$ 13.1	+ 11.7 $\pm$ 1.3	+ 7.2 $\pm$ 1.1	+ 4.5 $\pm$ 1.7 <sup>b</sup>
$\text{Cl}^-$ -colina	41	188.0 $\pm$ 14.0	+ 6.0 $\pm$ 0.8	+ 8.5 $\pm$ 0.8	- 2.5 $\pm$ 1.1 <sup>c</sup>
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	24	231.5 $\pm$ 22.0	+ 19.7 $\pm$ 3.0	+ 6.5 $\pm$ 0.9	+ 13.2 $\pm$ 3.1 <sup>d</sup>

\*) Diferencias medias de datos pareados (fn  $\text{Cl}^-$  — fn  $\text{Na}^+$   $\pm$  ESM).

a: p < 0.025 (t = 2.33)  
b: p < 0.025 (t = 2.68)

c: p < 0.05 (t = 2.15)  
d: p < 0.001 (t = 4.20)

C—1. Animales pre-adaptados en  $\text{NaCl}$ . En el caso de *C. caudiverbera* también se observa una disociación de los flujos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  siendo el  $\text{fn Cl}^-$  significativamente mayor que el  $\text{fn Na}^+$ ; en este caso no cabe ninguna duda de que la diferencia es real debido al elevado número de mediciones efectuadas. Cuando los animales son pre-adaptados en soluciones más diluidas (0.4 mEq/l) los flujos son notoriamente mayores (primera línea del Cuadro 8).

C—2. Animales pre-adaptados en  $\text{Cl}^-$ -colina y en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . La disociación de flujos netos observados en *L. ocellatus* y en *B. arunco* existe también en esta especie; las

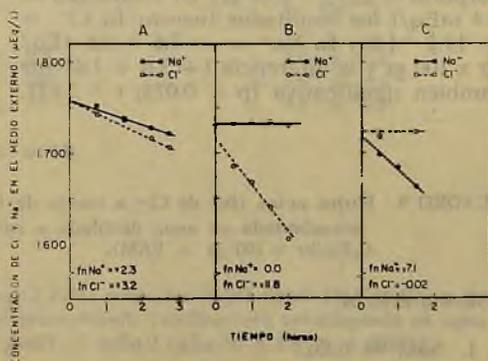


FIG. 9. Captación de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en soluciones de  $\text{NaCl}$  (A),  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (B) y  $\text{Cl}^-$ -colina (C) y sumergidas en soluciones de  $\text{NaCl}$  (Ranas Nos. 144, 21 y 93, de 204, 155 y 154 gr, respectivamente). Los flujos netos (fn) están expresados en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.

diferencias observadas entre ambos flujos netos también son mucho mayores en el caso de las ranas pre-adaptadas en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  3.4 mEq/l. En la Figura 9 se ilustran tres típicos experimentos.

C—3. Animales pre-adaptados en agua destilada. Los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  fueron mayores que en el grupo control o pre-adaptado en  $\text{NaCl}$  3.4 mEq/l; sin embargo, la diferencia entre dichos flujos netos fue estadísticamente significativa. En otro grupo de ranas pre-adaptado por el mismo tiempo en agua destilada ( $N = .20$ ), pero cuyos flujos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  fueron medidos sumergiendo los animales (peso corporal =  $225.5 \pm 23.0$  gr) en soluciones de 0.4 mEq/l los resultados fueron:  $\text{fn Cl}^- = + 11.2 \pm 1.0$  y  $\text{fn Na}^+ = + 7.6 \pm 0.6$   $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr y la diferencia ( $+ 3.6 + 1.4$ ) fue también significativa ( $p < 0.025$ ;  $t \pm 2.62$ ).

Llama la atención nuestra que los flujos iónicos netos son prácticamente idénticos a los del grupo incluido en la tercera línea del Cuadro 8.

C—4. Experimentos varios. *C. caudiverbera* es también capaz de absorber  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  desde soluciones en las cuales el co-ión es impermeante. El  $\text{Cl}^-$  es absorbido a una velocidad que es independiente del co-ión acompañante ( $\text{Na}^+$  o colina) (Cuadro 9); la captación de  $\text{Na}^+$ , en cambio, parece depender del anión acompañante ya que cuando las ranas están sumergidas en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  los  $\text{fn}$  de  $\text{Na}^+$  son significativamente menores cuando son comparados con las mediciones efectuadas en animales sumergidos en  $\text{NaCl}$  (Cuadro 10).

Los flujos netos se hacen próximos cuando la concentración del  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  externo se eleva unas cuatro veces (Cuadro 11).

CUADRO 9. Flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida sucesivamente en diferentes soluciones ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr  $\pm$  ESM).

Solución externa	N	fn $\text{Cl}^-$	Diferencia *
I. $\text{NaCl}$ 0.4 mEq/l	6	+ 10.1 $\pm$ 1.8	
II. $\text{Cl}$ -colina 0.4 mEq/l		+ 9.9 $\pm$ 2.3	+ 0.2 $\pm$ 0.9

\* Diferencia media de datos pareados (I - II  $\pm$  ESM).

Peso corporal =  $162.3 \pm 9.5$  gr.

CUADRO 10. Flujos netos (fn) de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida sucesivamente en diferentes soluciones ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr  $\pm$  ESM).

Solución externa	N	fn $\text{Na}^+$	Diferencia *
I. $\text{NaCl}$ 0.4 mEq/l	6	+ 7.2 $\pm$ 1.6	
II. $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 0.4 mEq/l	6	+ 2.5 $\pm$ 1.1	+ 4.7 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>

\* Diferencia media de datos pareados (I - II  $\pm$  ESM).

a:  $p < 0.005$  ( $t = 4.40$ )

Peso corporal =  $162.3 \pm 9.5$  gr.

CUADRO 11. Flujos netos (fn) de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida sucesivamente en diferentes soluciones ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Solución externa	N	fn $\text{Na}^+$	Diferencia *
I. NaCl 0.4 mEq/l	4	+ 6.2 $\pm$ 2.2	-- 2.7 $\pm$ 1.1
II. $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 1.7 mEq/l	4	+ 8.8 $\pm$ 3.4	

\* Diferencia media de datos pareados (I-II  $\pm$  ESM).

Peso corporal = 200.8  $\pm$  27.8 gr.

CUADRO 12. Efecto del sulfato de procaína (2 mM) sobre los flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida en solución de NaCl 0.4 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Período	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$
I. Pre-procaína	+ 9.5 $\pm$ 1.9	+ 4.4 $\pm$ 1.4
II. Post-procaína	+ 8.4 $\pm$ 0.6	- 5.5 $\pm$ 1.3
Diferencias *	+ 1.1 $\pm$ 0.9	+ 9.9 $\pm$ 1.3 <sup>a</sup>

\* Diferencias medias de datos pareados (I - II  $\pm$  ESM).

a:  $p < 0.01$  ( $t = 7.50$ ).

Peso corporal = 272.0  $\pm$  85.3 gr. (N = 4).

CUADRO 13. Efecto del pentobarbiturato de colina (2 mM) sobre los flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida en solución de NaCl 1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Período	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$
I. Pre-pentobarbital	+ 9.2 $\pm$ 1.0	+ 8.0 $\pm$ 0.7
II. Post-pentobarbital	+ 1.4 $\pm$ 0.5	+ 8.9 $\pm$ 0.9
Diferencias *	+ 7.8 $\pm$ 1.3 <sup>a</sup>	- 0.9 $\pm$ 1.0

\* Diferencias medias de datos pareados (I - II  $\pm$  ESM).

a:  $p < 0.001$  ( $t = 6.14$ ).

Peso corporal = 185.8  $\pm$  24.1 gr (N = 8).

Esta dependencia de los fn  $\text{Na}^+$  con respecto a su concentración en el baño externo, también señalada para *Bufo arunco*, se ilustra en la Figura 10; en la Figura 11 se ve ilustrado un caso de independencia de la captación neta de  $\text{Cl}^-$ .

## II. Inhibición selectiva de los flujos iónicos netos.

Los experimentos que a continuación resumiremos, se efectuaron sólo sobre *C. caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergidas en soluciones de NaCl.

Inspirados en el trabajo de BLAUSTEIN y GOLDMAN (1966) investigamos el efecto de un anestésico catiónico (procaína) y otro aniónico (pentobarbital) sobre los flujos netos *in vivo* de cloro y de sodio; la adición de dichos anestésicos prácticamente no alteró la concentración de  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  del baño externo ya que las sales utilizadas estaban desprovistas de dichos iones. Los resultados se presentan en los Cuadros 12 y 13. La Figura 12 ilustra dos experimentos típicos de inhibición selectiva.

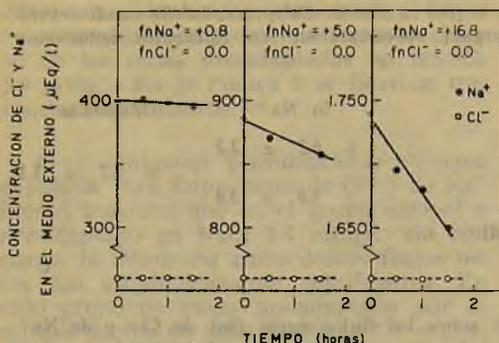


FIG. 10. Captación neta de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida sucesivamente en soluciones de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  de diferente concentración (Rana N° 39; 146,0 gr). Los flujos netos (fn) están expresados en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.

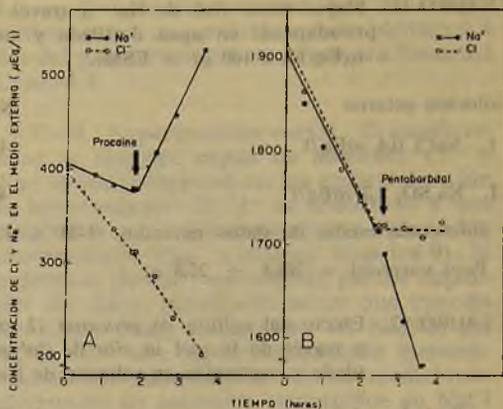


FIG. 12. Efecto de la adición al baño externo de 2 mM de sulfato de procaina (A) y de pentobarbiturato de colina (B) sobre los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera*. Las ranas (Nos. 75 y 101, de 242,0 y 207,0 gr., respectivamente) fueron pre-adaptadas en agua destilada y sumergidas en solución de  $\text{NaCl}$ .

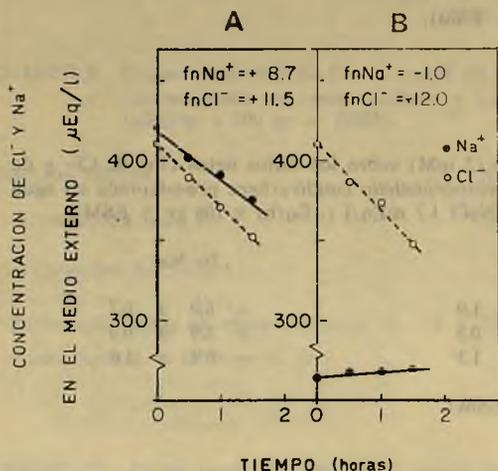
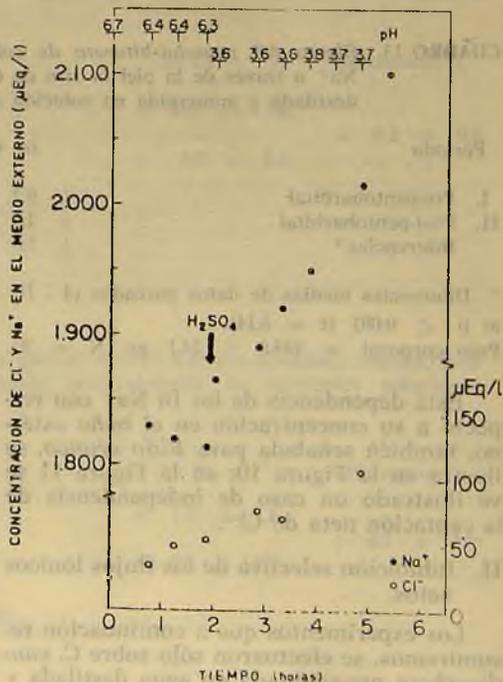


FIG. 11. Captación neta de  $\text{Cl}^-$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida sucesivamente en soluciones de  $\text{NaCl}$  (A) y  $\text{Cl}^-$ -colina (B) (Rana N° 39—B). Los flujos netos (fn) están expresados en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.

FIG. 13. Efecto de la acidificación del baño externo  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sobre el flujo neto de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida en solución de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Rana N° 243; 155,0 gr).



En ambos casos hubo rapidísima inhibición de uno de los flujos mientras que el otro permaneció prácticamente inalterado. El efecto de los anestésicos duró 3—4 horas.

El sulfato de procaína disminuye notablemente el pH del baño externo; por ello, investigamos, aunque no de manera sistemática, el efecto del cambio de pH por adición de  $H_2SO_4$  (aproximadamente 0.01 N) en cantidad suficiente para reducirlo a 3.9. Del mismo modo que con procaína, esta modificación produjo una inmediata y prolongada inhibición del flujo neto de  $Na^+$  (Figura 13).

El pentobarbiturato de colina, por su parte, eleva el pH de la solución externa a valores entre 8.2 — 8.9; en este caso, la adición de colina base (hidróxido) en cantidad para provocar aquel cambio de pH no mostró afectar los flujos iónicos netos de la manera en que lo hace el pentobarbiturato.

## Capítulo II

### LOS IONES INTERCAMBIADOS POR $Cl^-$ Y $Na^+$

#### 1. Introducción.

Establecido el hecho de que los animales son capaces de captar  $Cl^-$  y  $Na^+$  del medio externo, *a*) de manera independiente, y *b*) por intercambio contra iones endógenos, nos preocuparemos en lo que sigue de contestar otra de las preguntas que nos hicimos al comienzo: ¿cuáles son los iones endógenos intercambiados por los externos? Demostraremos que dichos iones internos son  $HCO_3^-$  e  $H^+$ .

La mayor parte de los experimentos de este Capítulo fueron efectuados sobre *Calyptocephalella caudiverbera*. Más incomple-

ta es la información que poseemos al respecto sobre *Leptodactylus ocellatus* en la que una parte del  $Na^+$  externo se intercambia por  $NH_4^+$  interno.

#### 2. Material y métodos.

Las condiciones en que los animales fueron procesados y muchas de las técnicas analíticas utilizadas son prácticamente iguales a las señaladas en el Capítulo I. En este Capítulo hemos incorporado algunas mediciones adicionales cuyos detalles son los siguientes:

*Amonio.* Por la técnica de microdifusión modificada (BALINSKY y BALDWIN, 1961) sobre alícuotas del baño externo en el que los animales estaban sumergidos.

*Alcidez y alcalinidad totales.* Se midieron a la temperatura ambiente, con NaOH (1.9 mEq/l) y HCl (3.5 mEq/l), en un equipo autotitulado Radiometer (TTI), provisto de una bureta automática SBU-1 y un registrador SBR-2 Titrigraph. Se utilizó un equipo con electrodos de vidrio y referencia separados. Los puntos de equivalencias y los pK se determinaron gráficamente.

*Valor amortiguador ( $\beta$ ).* Se determinó por cálculo, de acuerdo a DAVENPORT (1966) y se lo expresó en  $\mu$ Eq de ácido (o de base) unidad de pH/hr.

#### 3. Resultados.

##### I. El catión endógeno.

*A. Amonio.* Los experimentos efectuados en *L. ocellatus* están resumidos en el Cuadro 14.

CUADRO 14. Flujos netos (fn) de  $Na^+$  y de  $NH_4^+$  a través de la piel *in situ* de *Leptodactylus ocellatus* pre-adaptada en agua potable y sumergida en solución de NaCl (0.5 — 1.3 mEq/l) ( $\mu$ Eq/hr x 100 gr  $\pm$  ESM).

N	Peso corporal (gr)	fn $Na^+$	fn $NH_4^+$
9	53.2 $\pm$ 4.1	+ 3.7 $\pm$ 1.6	— 0.9 $\pm$ 0.4

El coeficiente de correlación entre ambos flujos es alto ( $r = -0.78$ ) y estadísticamente significativo ( $p < 0.025$ ;  $t = 3.31$ ) (Figura 14). La correspondiente recta de regresión se expresa por:

$$fn Na^+ = -3.11 fn NH_4^+ + 0.87$$

Se consideró la posibilidad de que el  $NH_4^+$  detectado en el medio externo proviniese de bacterias que habitualmente viven sobre la piel y/o del mucus; para ello se incubaron raspados de la piel de estas ranas. En esas condiciones el  $NH_4^+$  del medio es bajo y permanece prácticamente constante indicando así que el origen del amonio detectado no es espúreo.

En el caso de *C. caudiverbera* no hicimos un estudio exhaustivo y sistemático de la excreción de  $NH_4^+$  por la piel. En este animal nos aseguramos de que sólo el intercambiador catiónico sea el funcional para lo cual los flujos de  $Na^+$  y de  $NH_4^+$  fueron evaluados sumergiendo las ranas (pre-adaptadas en agua destilada) en solución de  $Na_2SO_4$  1.7 mEq/l. Los resultados se resumen en el Cuadro 15.

En estas condiciones, no existe correlación entre la cantidad de  $Na^+$  absorbido y la cantidad de  $NH_4^+$  excretado al medio ( $r = -0.66$ ;  $0.4 < p < 0.3$ ). La Figura 15 ilustra uno de los experimentos resumidos en el Cuadro 15.

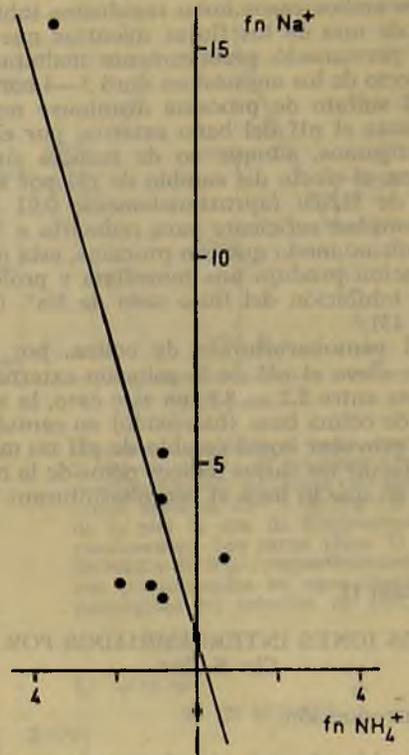


FIG. 14. Correlación entre la captación de  $Na^+$  ( $fn Na^+$ ) y la excreción de  $NH_4^+$  ( $fn NH_4^+$ ) a través de la piel *in situ* de *Lepidodactylus ocellatus* (experimentos del Cuadro 14).

CUADRO 15. Flujos netos ( $fn$ ) de  $Na^+$  y de  $NH_4^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida en solución de  $Na_2SO_4$  1.7 mEq/l ( $\mu Eq/hr \times 100 gr \pm ESM$ ).

N	Peso corporal (gr)	$fn Na^+$	$fn NH_4^+$
5	245.6 $\pm$ 45.1	+ 2.8 $\pm$ 2.1	-- 0.4 $\pm$ 0.3

B. *Hidrógeno*. La medida del  $H^+$  excretado al medio externo se hizo titulando la acidez de alícuotas del medio externo ( $Na_2SO_4$  1.7 mEq/l) en el que estaban sumergidas las ranas (*C. caudiverbera*). El Cuadro 16 resume los resultados de estas mediciones.

En la Figura 16 se ilustra, con un expe-

rimento típico, la correspondencia estequiométrica entre el  $Na^+$  captado y el  $H^+$  excretado. La misma correlación se ilustra de manera más elocuente en la Figura 17 donde se ve claramente que la interrupción de la captación de  $Na^+$  va acompañada de una evolución en la excreción de  $H^+$  que es prácticamente su imagen especular.

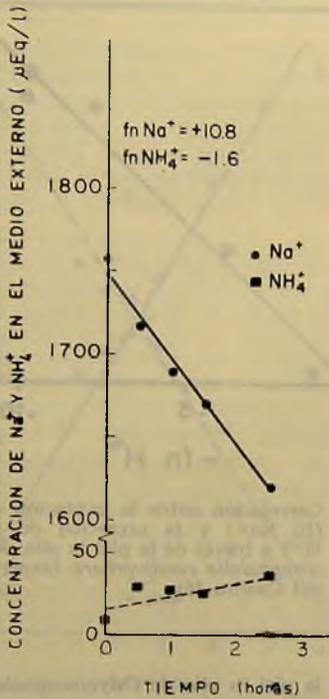


FIG. 15. Captación de  $\text{Na}^+$  ( $\text{fn Na}^+$ ) y excreción de  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{fn NH}_4^+$ ) a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* sumergida en solución de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Rana N° 72-B; 160,0 gr). Los flujos netos ( $\text{fn}$ ) están expresados en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.

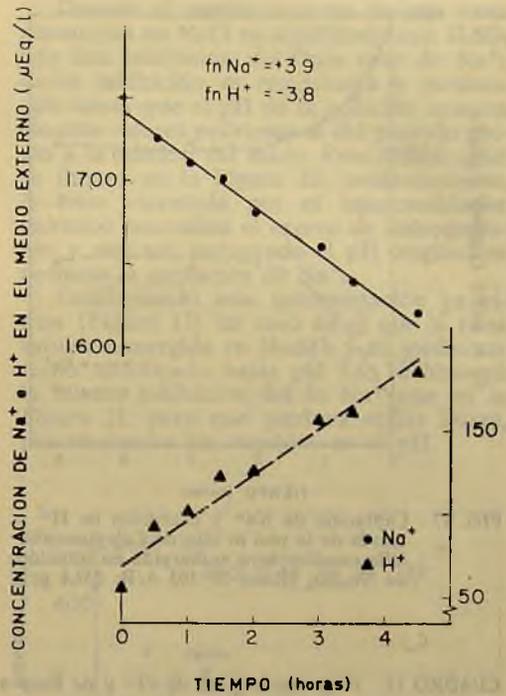


FIG. 16. Captación de  $\text{Na}^+$  ( $\text{fn Na}^+$ ) y excreción de  $\text{H}^+$  ( $\text{fn H}^+$ ) a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* sumergida en solución de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Rana N° 100-B; 224,0 gr). Los flujos netos ( $\text{fn}$ ) están expresados en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.

CUADRO 16. Flujos netos ( $\text{fn}$ ) de  $\text{Na}^+$  e  $\text{H}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida en soluciones de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr  $\pm$  ESM).

N	Peso corporal (gr)	$\text{fn Na}^+$	$\text{fn H}^+$
9	$235.2 \pm 18.3$	$+ 4.3 \pm 1.2$	$- 4.3 \pm 1.2$

En la Figura 18 se ilustra la correlación entre los  $\text{fn Na}^+$  e  $\text{H}^+$ ; el coeficiente de correlación es alto ( $r = -0.99$  y estadísticamente significativo ( $p < 0.001$ ;  $t = 15.58$ ). La recta de regresión se expresa por la fórmula:  $\text{fn Na}^+ = -0.93 \cdot \text{fn H}^+ + 0.44$ .

## II. El anión endógeno.

Para investigar la naturaleza del anión endógeno, las ranas fueron pre-adaptadas

en agua destilada y sus flujos fueron medidos estando sumergidas en soluciones de Cl-colina 0.4 mEq/l. Alícuotas del baño externo fueron igualmente tituladas con NaOH. El Cuadro 17 presenta los resultados de las respectivas mediciones.

En la Figura 19 se ilustra un experimento característico. Puede verse que la absorción de  $\text{Cl}^-$  es acompañada por la excreción de una Base; la imagen gráfica de la desaparición del  $\text{Cl}^-$  del baño externo va acompa-

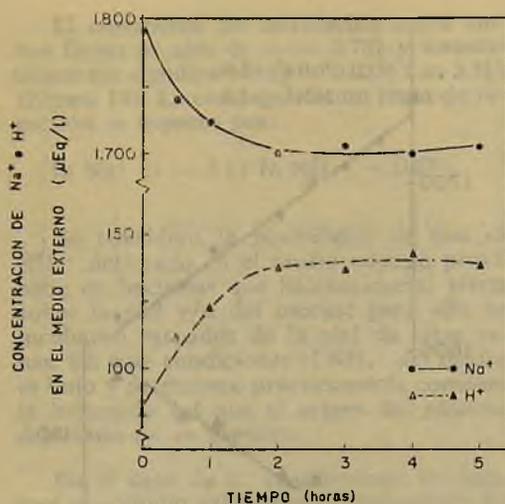


FIG. 17. Captación de  $\text{Na}^+$  y excreción de  $\text{H}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* sumergida en solución de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Rana N° 103 A/B; 233.4 gr).

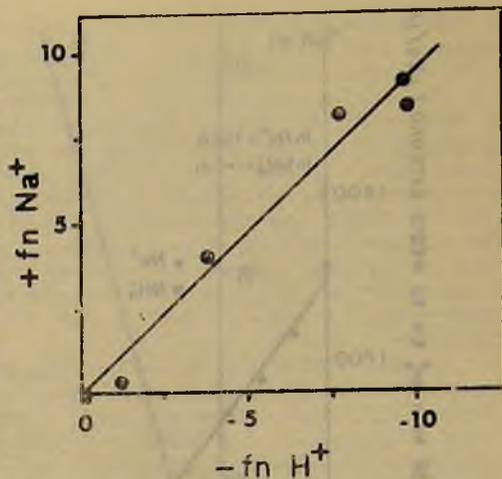


FIG. 18. Correlación entre la captación de  $\text{Na}^+$  ( $\text{fn Na}^+$ ) y la excreción de  $\text{H}^+$  ( $\text{fn H}^+$ ) a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* (experimentos del Cuadro 16).

CUADRO 17. Flujos netos ( $\text{fn}$ ) de  $\text{Cl}^-$  y de Base a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida en solución de Cl-colina 0.4  $\text{mEq/l}$  ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

N	Peso corporal (gr)	$\text{fn Cl}^-$	$\text{fn Base}$
6	216.9 $\pm$ 27.6	+ 8.6 $\pm$ 1.8	- 11.8 $\pm$ 2.5

ñada simétricamente con la de la aparición de dicha Base.

El coeficiente de correlación (Figura 20) entre ambos flujos netos es alto ( $r = -0.96$ ) y estadísticamente significativo ( $p < 0.005$ ;  $t = 6.78$ ). La recta de regresión se expresa por la fórmula siguiente:  $\text{fn Cl}^- = -0.69 \cdot \text{fn B}^- + 0.40$ .

El  $\text{pK}$  de la Base excretada en los experimentos del Cuadro 17 fue  $5.91 \pm 0.03$ . Sospechando que la Base en cuestión era  $\text{HCO}_3^-$  preparamos una serie de soluciones artificiales mezclando soluciones de bicarbonato de colina y de Cl-colina en cantidades equivalentes a las que por cálculo se tendrían en las alícuotas de algunos experimentos. El  $\text{pK}$  de estas soluciones fue

$5.90 \pm 0.03$  ( $N = 11$ ). Concluimos, pues, que la Base excretada por intercambio con  $\text{Cl}^-$  externo era Bicarbonato.

### III. Intercambios iónicos y cambios de pH del medio externo.

Cuando las ranas (*C. caudiverbera*) están sumergidas en  $\text{NaCl}$ , el pH del medio externo permanece prácticamente inalterado; interpretamos este hecho postulando que los  $\text{H}^+$  secretados por el intercambiador catiónico neutralizan los  $\text{HCO}_3^-$  que el intercambiador amónico excreta simultáneamente. De allí, el pH del medio externo no resulta ser un indicador apropiado de la secreción de  $\text{H}^+$ .

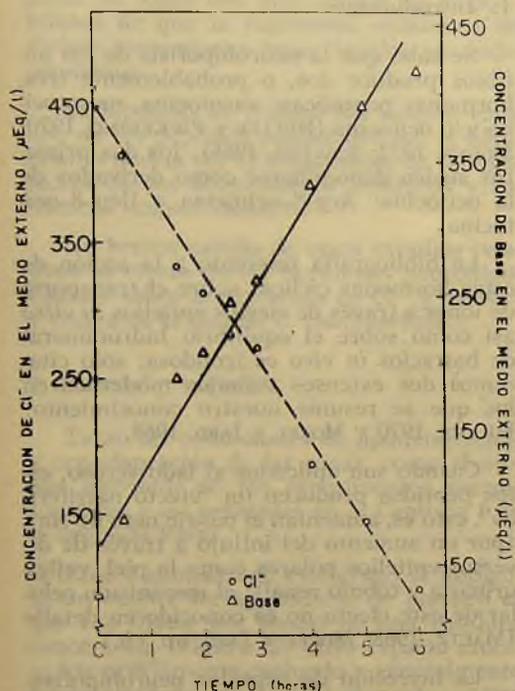


FIG. 19. Captación de  $\text{Cl}^-$  y excreción de Base a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* sumergida en solución de  $\text{Cl}^-$ -colina (Rana N° 98—B; 201.5 gr).

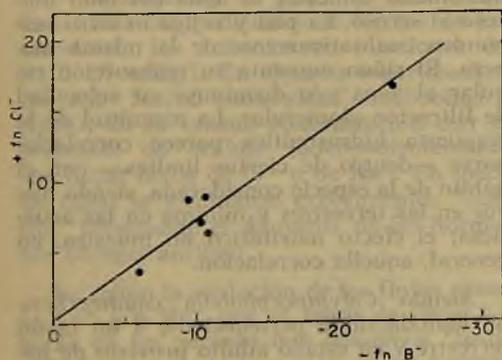


FIG. 20. Correlación entre la captación de  $\text{Cl}^-$  ( $+fn \text{Cl}^-$ ) y la excreción de Base ( $-fn \text{B}^-$ ) a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* (experimentos del Cuadro 17).

Cuando el medio externo de una rana sumergida en  $\text{NaCl}$  es acidificado con  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , hay una inhibición del flujo neto de  $\text{Na}^+$ ; dicha inhibición es temporal y perdura sólo hasta que el pH de la solución externa alcanza valores próximos al del período previo a la adición del ácido. Este último caso se ilustra en la Figura 21; evidentemente, la base excretada por el intercambiador aniónico neutraliza el exceso de hidrogeniones y una vez restaurado el pH original se re-inicia la captación de  $\text{Na}^+$ .

Confirmando esta interpretación ya vimos (Figura 13) un caso en el que la rana estuvo sumergida en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y su medio externo acidificado hasta pH 3.6; se observó la misma inhibición del  $\text{fn Na}^+$  que en la Figura 21, pero que perdura varias horas, prácticamente sin cambios en el pH.

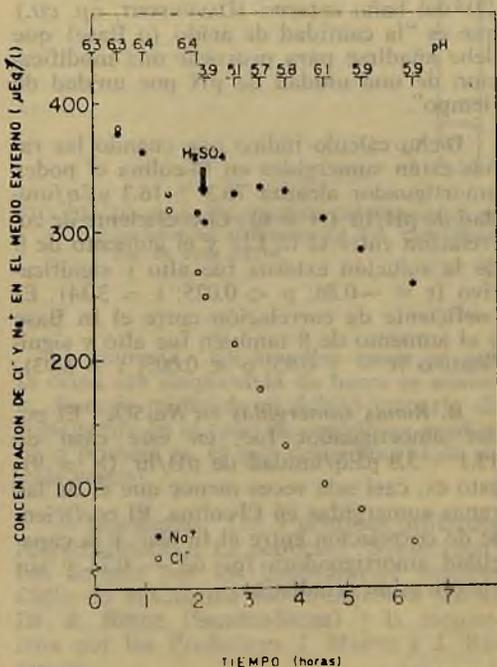


FIG. 21. Efecto transitorio (inhibitorio) de la acidificación del baño externo sobre la captación de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* preadaptada en agua destilada y sumergida en solución de  $\text{NaCl}$  (Rana N° 148; 198 gr).

Cuando *C. caudiverbera* estuvo sumergida en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , hubo una disminución del pH del medio externo de  $0.30 \pm 0.04$  unidades/hr (experimentos del Cuadro 16). Cuando las mismas ranas estuvieron sumergidas en Cl-colina, la modificación del pH del baño externo fue en el sentido de la alcalinización; el pH aumentó  $0.15 \pm 0.05$  unidades/hr (experimentos del Cuadro 17 (medias  $\pm$  ESM).

#### IV. Intercambios iónicos y cambios en el poder amortiguador del medio.

A. *Ranas sumergidas en Cl-colina*. Otra evidencia en favor de la conclusión anterior de que la Base endógena excretada por intercambio con  $\text{Cl}^-$  exógeno es bicarbonato surge del cálculo del "valor amortiguador" ( $\beta$ ) del baño externo (DAVENPORT, *op. cit.*) que es "la cantidad de ácido (o Base) que debe añadirse para provocar una modificación de una unidad de pH por unidad de tiempo".

Dicho cálculo indicó que cuando las ranas están sumergidas en Cl-colina el poder amortiguador alcanza  $76.3 \pm 16.3$   $\mu\text{Eq}/$ unidad de pH/hr ( $N = 6$ ). El coeficiente de correlación entre el fn  $\text{Cl}^-$  y el aumento de  $\beta$  de la solución externa fue alto y significativo ( $r = -0.86$ ;  $p < 0.025$ ;  $t = 3.34$ ). El coeficiente de correlación entre el fn Base y el aumento de  $\beta$  también fue alto y significativo ( $r = + 0.95$ ;  $p < 0.005$ ;  $t = 6.03$ ).

B. *Ranas sumergidas en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$* . El poder amortiguador fue, en este caso de  $13.1 \pm 3.8$   $\mu\text{Eq}/$ unidad de pH/hr ( $N = 9$ ), esto es, casi seis veces menor que el de las ranas sumergidas en Cl-colina. El coeficiente de correlación entre el fn  $\text{Na}^+$  y la capacidad amortiguadora fue de  $- 0.71$  y sin significación estadística.

#### Tercera Parte

### EFFECTO DE LAS HORMONAS NEUROHIPOFISIARIAS SOBRE LOS FLUJOS NETOS DE $\text{Cl}^-$ Y DE $\text{Na}^+$ A TRAVES DE LA PIEL *IN SITU* Y SOBRE LA DIURESIS DE CALYPTOCEPHALELLA CAUDIVERBERA

#### 1. Introducción.

Se sabe que la neurohipófisis de los anfibios produce dos, o probablemente tres, hormonas peptídicas: vasotocina, mesotocina y/u ocitocina (HELLER y PICKERING, 1970; MOENS, 1972; SAWYER, 1968); los dos primeros suelen denominarse como derivados de la ocitocina: Arg-8-ocitocina e Ileu-8-ocitocina.

La bibliografía referente a la acción de estas hormonas cíclicas sobre el transporte de iones a través de ciertos epitelios *in vitro* así como sobre el equilibrio hidromineral de batracios *in vivo* es frondosa; sólo citaremos dos extensos trabajos modernos en los que se resume nuestro conocimiento: FOLLET, 1970 y MOREL y JARD, 1968.

Cuando son aplicados al lado seroso, estos péptidos producen un "efecto natriferico", esto es, aumentan el pasaje neto de  $\text{Na}^+$  (por un aumento del influjo a través de diversos epitelios polares como la piel, vejiga urinaria y túbulo renal); el mecanismo celular de este efecto no es conocido en detalle (MAETZ, 1968; MOREL y JARD, *op. cit.*).

La inyección de péptidos neurohipofisarios también provoca, en los anfibios adultos *in vivo* un "efecto hidrosmótico"; los batracios ganan peso por retención de agua. Dicho efecto es la resultante de la respuesta combinada de tres efectores: piel, vejiga urinaria y riñón los que aumentan su permeabilidad osmótica al agua del lado mucoso al seroso. La piel y vejiga *in vitro* responden cualitativamente de la misma manera. El riñón aumenta su reabsorción tubular al agua y/o disminuye su velocidad de filtración glomerular. La magnitud de la respuesta hidrosmótica parece correlacionarse —dentro de ciertos límites— con el hábito de la especie considerada, siendo mayor en las terrestres y mínima en las acuáticas; el efecto natriferico no muestra, en general, aquella correlación.

Siendo *Calyptocephalella caudiverbera* un leptodactílido perteneciente a un taxón terrestre y en estado adulto provisto de hábitos acuáticos, creímos de interés investigar el efecto de la ocitocina, vasotocina y mesotocina sobre sus mecanismos de captación de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de su piel *in situ*. La demostración de la existencia de dos mecanismos independientes de trans-

porte de iones nos hizo pensar en la posibilidad de que la regulación endocrina de dichos mecanismos fuese igualmente independiente.

La hipótesis de trabajo fue simple: cada uno de los péptidos producidos por el hipotálamo podría ser el responsable de la regulación de los intercambios aniónicos y catiónicos respectivamente.

No hemos sabido de otros estudios relativos al efecto de las hormonas neurohipofisarias sobre la captación de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel de *C. caudiverbera*.

## 2. Material y métodos.

Tanto las condiciones de mantenimiento y pre-adaptación de las ranas, como el *modus operandi* de los experimentos fueron similares a las señaladas en el Capítulo I de la Segunda Parte.

En los animales de este grupo se implantó un catéter intraperitoneal de plástico el que fue fijado por medio de una ligadura concéntrica (Figura 22) cuyo espacio muerto fue previamente evaluado y generalmente osciló alrededor de 0.10 ml. Por este catéter se administraron las hormonas, a distancia, sin perturbar a las ranas y con la certeza de que las dosis necesarias eran íntegramente suministradas.

— *Medidas de los flujos iónicos netos.* Casi todas las mediciones se efectuaron sumergiendo los animales en soluciones de  $\text{NaCl}$  1.7 mEq/l. En algunos experimentos, las ranas fueron sumergidas en  $\text{Cl}$ -colina o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  de la misma concentración con el propósito de evaluar independientemente sus flujos netos de  $\text{Cl}^-$  o de  $\text{Na}^+$ . En todos los casos se efectuaron experimentos "control" inyectando el diluyente de las hormonas (Ringer anfibio).

Se siguió la evolución de los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  y/o  $\text{Na}^+$  por el lapso de unas 2-3 horas en un período que llamamos "testigo"; después de la inyección de las hormonas (o del Ringer-anfibio) se continuó el control de los flujos de ambos iones en el baño externo por otras 2-3 horas (período "hormona"). Así, los animales fueron controles de sí mismos.

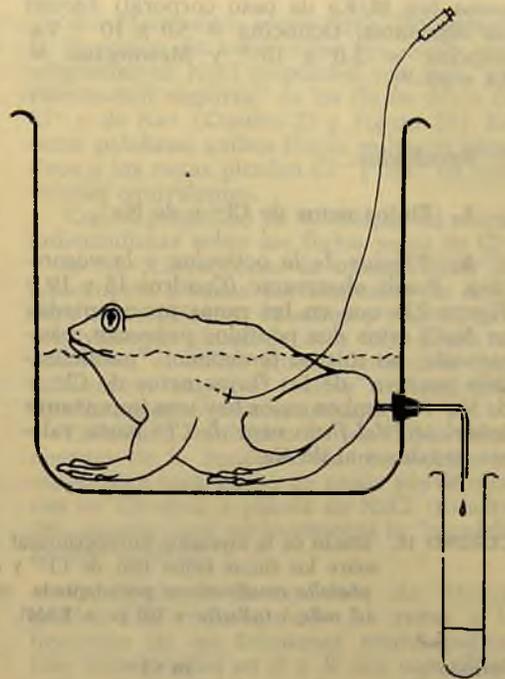


FIG. 22. Diagrama esquemático del dispositivo experimental utilizado en los experimentos de esta Parte.

— *Diuresis.* En aquellos casos en que la orina era desprovista de heces se evaluó la diuresis midiendo el débito urinario directamente en el tubo de centrifuga graduado o probeta en el que desembocaba la cáñula vesical.

— *Hormonas.* Los 3 péptidos utilizados fueron sintéticos. La ocitocina "Syntocinon" fue donada por los Laboratorios Sandoz-Chile; la vasotocina fue obsequiada por el Dr. B. BERDE (Sandoz-Suiza) y la mesotocina por los Profesores J. MAETZ y J. RUDINGER.

Las soluciones originales fueron diluidas en Ringer-anfibio y el volumen inyectado en cada caso osciló entre 0.1 y 0.2 ml/100 gr de peso corporal; en los experimentos "control" se inyectó ese mismo volumen de Ringer-anfibio. Las dosis administradas de hor-

mona (en M/Kg de peso corporal) fueron las siguientes: Ocitocina =  $5.0 \times 10^{-7}$ ; Vasotocina =  $3.0 \times 10^{-8}$  y Mesotocina =  $3.4 \times 10^{-11}$ .

### 3. Resultados.

#### I. Flujos netos de $\text{Cl}^-$ y de $\text{Na}^+$ .

A. *Efectos de la ocitocina y la vasotocina.* Puede observarse (Cuadros 18 y 19 y Figura 23) que en las ranas pre-adaptadas en NaCl estos dos péptidos provocan, básicamente, un mismo fenómeno: "paralelización positiva" de los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$ ; en ambos casos hay una importante inhibición del flujo neto de  $\text{Cl}^-$  hasta valores próximos al de  $\text{Na}^+$ .

En otro grupo de experimentos estudiamos el efecto de la administración de ocitocina y vasotocina a ranas pre-adaptadas en Cl-colina y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . En el primer caso se observó (Cuadros 20 y 21) igual paralelización; sin embargo, en estas ranas dicho efecto se logró por una importante inhibición del fn  $\text{Na}^+$  que se reduce hasta valores próximos a los de  $\text{Cl}^-$ .

En el segundo caso (ranas pre-adaptadas en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) se notó (Cuadro 22) después de la inyección de ocitocina una notoria aceleración del flujo neto de  $\text{Na}^+$  mientras que el de  $\text{Cl}^-$  permanece prácticamente inalterado; la tendencia a la paralelización es evidente toda vez que la diferencia entre los flujos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  se reduce en el período hormona, a la mitad.

CUADRO 18. Efecto de la inyección intraperitoneal de ocitocina ( $5.0 \times 10^{-7}$  M/Kg de peso corporal) sobre los flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en NaCl 3.4 mEq/l y sumergida en solución de NaCl 1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Período	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias *
Testigo	+ 9.8 $\pm$ 1.8	+ 7.5 $\pm$ 1.3	+ 2.3 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>
Ocitocina	+ 7.5 $\pm$ 1.3	+ 7.3 $\pm$ 1.4	+ 0.2 $\pm$ 0.4
Diferencias *	+ 2.3 $\pm$ 1.0 <sup>b</sup>	+ 0.2 $\pm$ 0.5	

\* Diferencias medias de datos pareados  $\pm$  ESM.

<sup>a</sup>:  $p < 0.02$  ( $t = 3.14$ ).

<sup>b</sup>:  $0.1 < p < 0.05$  ( $t = 2.30$ ).

Peso corporal =  $305.8 \pm 54.1$  gr. (N = 7).

CUADRO 19. Efecto de la inyección intraperitoneal de vasotocina ( $3.0 \times 10^{-8}$  M/Kg de peso corporal) sobre los flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en NaCl 3.4 mEq/l y sumergida en solución de NaCl 1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Período	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias *
Testigo	+ 9.1 $\pm$ 2.3	+ 5.3 $\pm$ 1.6	+ 3.8 $\pm$ 1.8 <sup>a</sup>
Vasotocina	+ 6.6 $\pm$ 2.3	+ 5.6 $\pm$ 1.7	+ 1.0 $\pm$ 0.6
Diferencias *	+ 2.5 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>	- 0.3 $\pm$ 0.6	

\* Diferencias medias de datos pareados  $\pm$  ESM.

<sup>a</sup>:  $p < 0.05$  ( $t = 2.22$ ).

<sup>b</sup>:  $p < 0.01$  ( $t = 3.56$ ).

Peso corporal =  $192.5 \pm 24.6$  gr. (N = 6).

Queda claro entonces que lo general en el efecto de la ocitocina y de la vasotocina parece ser el fenómeno de la "paralelización" de los flujos netos. Dicha paralelización se logra por inhibición o aceleración de uno de los flujos dependiendo de la historia previa del animal. El efecto (inhibición o aceleración) se ejerce siempre sobre uno de los dos flujos.

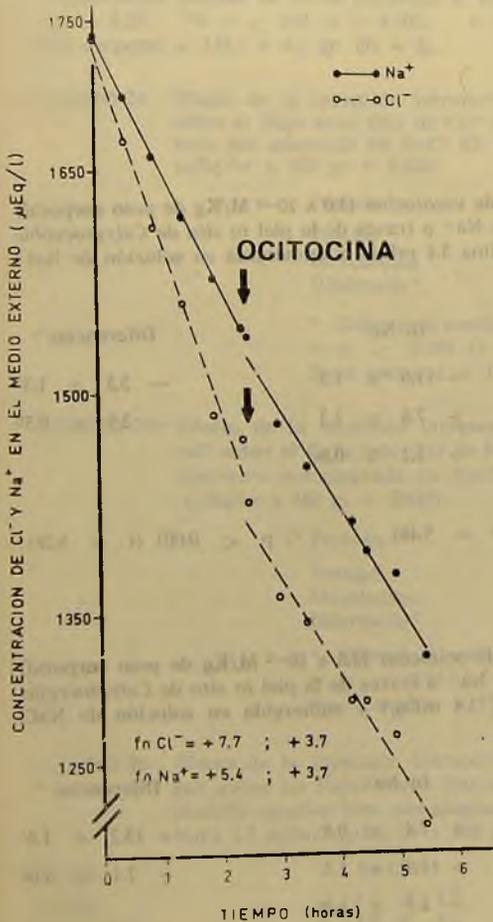


FIG. 23. Efecto de la inyección intraperitoneal de *ocitocina* sobre los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en  $\text{NaCl}$  3.4 mEq/l (Rana N° 212; 533,0 gr). Los flujos netos están expresados en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.

B. *Efecto de la mesotocina.* Después de la inyección de mesotocina las ranas pre-adaptadas en  $\text{NaCl}$  responden con una "paralelización negativa" de los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  (Cuadro 23 y Figura 24). En otras palabras, ambos flujos se hacen negativos y las ranas pierden  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  en cantidades equivalentes.

Con el propósito de investigar su efecto independiente sobre los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$ , inyectamos la misma dosis de mesotocina a ranas pre-adaptadas en  $\text{NaCl}$  pero sumergidas en  $\text{Cl}$ -colina y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , respectivamente (Cuadros 24 y 25). Como se observará, el efecto antes mencionado (paralelización negativa) vuelve a registrarse con las mismas características.

La misma inhibición de los flujos netos después de la inyección de mesotocina se observó en otro grupo de ranas pre-adaptadas en  $\text{Cl}$ -colina y puesta en  $\text{NaCl}$  (Cuadro 26); en este caso no se observó la "paralelización" anterior.

C. *Efecto de la inyección de Ringer-anfibio.* Las respuestas de las ranas a la inyección de las hormonas neurohipofisarias mencionadas en A y B son específicas toda vez que en los experimentos "control" la sola administración de Ringer-anfibio no reproduce ninguno de los efectos de dichas hormonas (Cuadro 27). Además, debe decirse que las hormonas provocaron su efecto de manera inmediata (15-30 minutos) el que perduró varias horas.

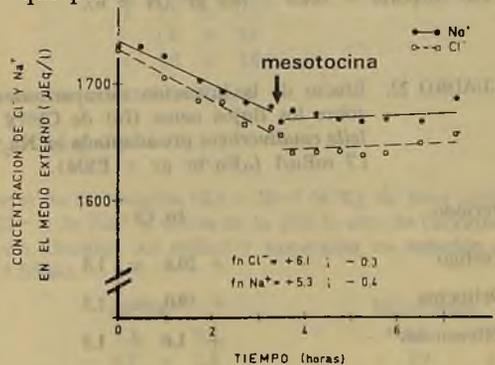


FIG. 24. Efecto de la inyección intraperitoneal de *mesotocina* sobre los flujos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en  $\text{NaCl}$  3.4 mEq/l (Rana N° 271; 105,8 gr.). Los flujos netos (fn) están expresados en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.

CUADRO 20. Efecto de la inyección intraperitoneal de *ocitocina* ( $5.0 \times 10^{-7}$  M/Kg de peso corporal) sobre los flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en  $\text{Cl}^-$ -colina 3.4 mEq/l y sumergida en solución de  $\text{NaCl}$  1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Periodo	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias *
Testigo	+ 3.4 $\pm$ 1.0	+ 7.8 $\pm$ 1.2	- 4.4 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>
Ocitocina	+ 4.9 $\pm$ 1.2	+ 4.2 $\pm$ 0.6	+ 0.7 $\pm$ 0.8
Diferencias *	- 1.5 $\pm$ 0.9	+ 3.6 $\pm$ 0.8 <sup>b</sup>	

\* Diferencias medias de datos pareados  $\pm$  ESM.

<sup>a</sup>:  $p < 0.01$  ( $t = 3.95$ ); <sup>b</sup>:  $p = 0.001$  ( $t = 4.63$ ).

Peso corporal =  $231.2 \pm 53.1$  gr. (N = 6).

CUADRO 21. Efecto de la inyección intraperitoneal de *vasotocina* ( $3.0 \times 10^{-8}$  M/Kg de peso corporal) sobre los flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en  $\text{Cl}^-$ -colina 3.4 mEq/l y sumergida en solución de  $\text{NaCl}$  1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Período	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias *
Testigo	+ 5.7 $\pm$ 2.1	+ 11.0 $\pm$ 1.3	- 5.3 $\pm$ 1.3 <sup>a</sup>
Vasotocina	+ 4.9 $\pm$ 1.5	+ 7.8 $\pm$ 1.3	- 2.9 $\pm$ 0.5 <sup>b</sup>
Diferencias *	+ 0.8 $\pm$ 1.2	+ 3.2 $\pm$ 0.6 <sup>c</sup>	

\* Diferencias medias de datos pareados  $\pm$  ESM.

<sup>a</sup>:  $p < 0.01$  ( $t = 4.21$ ); <sup>b</sup>:  $p < 0.001$  ( $t = 5.48$ ); <sup>c</sup>:  $p < 0.001$  ( $t = 5.28$ ).

Peso corporal =  $144.5 \pm 16.2$  gr. (N = 6).

CUADRO 22. Efecto de la inyección intraperitoneal de *ocitocina* ( $5.0 \times 10^{-7}$  M/Kg de peso corporal) sobre los flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  3.4 mEq/l y sumergida en solución de  $\text{NaCl}$  1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Periodo	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias *
Testigo	+ 20.6 $\pm$ 1.5	+ 7.4 $\pm$ 0.8	+ 13.2 $\pm$ 1.5 <sup>a</sup>
Ocitocina	+ 19.0 $\pm$ 1.5	+ 11.9 $\pm$ 1.3	+ 7.1 $\pm$ 1.0 <sup>b</sup>
Diferencias *	+ 1.6 $\pm$ 1.1	- 4.5 $\pm$ 1.2 <sup>c</sup>	

\* Diferencias medias de datos pareados  $\pm$  ESM.

<sup>a</sup>:  $p < 0.001$  ( $t = 8.60$ ); <sup>b</sup>:  $p < 0.001$  ( $t = 6.87$ ); <sup>c</sup>:  $p < 0.01$  ( $t = 3.62$ ).

Peso corporal =  $243.3 \pm 22.5$  gr. (N = 6).

CUADRO 23. Efecto de la inyección intraperitoneal de *mesotocina* ( $3.4 \times 10^{-11}$  M/Kg de peso corporal) sobre los flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en  $\text{NaCl}$  3.4 mEq/l y sumergida en solución de  $\text{NaCl}$  1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{EEM}$ ).

Período	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias *
Testigo	+ 7.8 $\pm$ 1.4	+ 5.5 $\pm$ 0.8	+ 2.3 $\pm$ 1.6 <sup>a</sup>
Mesotocina	- 4.3 $\pm$ 2.4	- 3.8 $\pm$ 2.6	- 0.5 $\pm$ 0.9
Diferencias *	+ 12.1 $\pm$ 2.7 <sup>b</sup>	+ 9.3 $\pm$ 1.9 <sup>c</sup>	

\* Diferencias medias de datos pareados  $\pm$  ESM.

<sup>a</sup>:  $p = 0.20$ ; <sup>b</sup>:  $p < 0.01$  ( $t = 4.50$ ); <sup>c</sup>:  $p = 0.001$  ( $t = 4.85$ ).

Peso corporal =  $125.7 \pm 6.6 \text{ gr}$ . (N = 6).

CUADRO 24. Efecto de la inyección intraperitoneal de *mesotocina* ( $3.4 \times 10^{-11}$  M/Kg de peso corporal) sobre el flujo neto (fn) de  $\text{Cl}^-$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre adaptada en  $\text{NaCl}$  3.4 MEq/l y sumergida en solución de  $\text{Cl}$ -colina 1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Período	fn $\text{Cl}^-$
Testigo	+ 6.8 $\pm$ 1.8
Mesotocina	- 1.4 $\pm$ 2.2
Diferencia *	+ 8.2 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>

\* Diferencia media de datos pareados  $\pm$  ESM.

<sup>a</sup>:  $p < 0.001$  ( $t = 8.37$ ).

Peso corporal =  $146.0 \pm 30.9 \text{ gr}$ . (N = 5).

CUADRO 25. Efecto de la inyección intraperitoneal de *mesotocina* ( $3.4 \times 10^{-11}$  M/Kg de peso corporal) sobre el flujo neto (fn) de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en  $\text{NaCl}$  3.4 mEq/l y sumergida en solución de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Período	fn $\text{Na}^+$
Testigo	+ 2.4 $\pm$ 0.5
Mesotocina	- 1.6 $\pm$ 0.6
Diferencia *	+ 4.0 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>

\* Diferencia media de datos pareados  $\pm$  ESM.

<sup>a</sup>:  $p < 0.01$  ( $t = 3.97$ ).

Peso corporal =  $159.9 \pm 21.3 \text{ gr}$ . (N = 7).

CUADRO 26. Efecto de la inyección intraperitoneal de *mesotocina* ( $3.4 \times 10^{-11}$  M/Kg de peso corporal) sobre los flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en  $\text{Cl}$ -colina 3.4 mEq/l y sumergida en solución de  $\text{NaCl}$  1.7 mEq/l ( $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Período	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias *
Testigo	+ 1.8 $\pm$ 1.6	+ 5.7 $\pm$ 0.8	- 3.9 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>
Mesotocina	- 4.6 $\pm$ 2.6	- 0.7 $\pm$ 1.5	- 3.9 $\pm$ 1.8 <sup>b</sup>
Diferencias *	+ 6.4 $\pm$ 2.6 <sup>c</sup>	+ 6.4 $\pm$ 1.7 <sup>d</sup>	

\* Diferencias medias de datos pareados  $\pm$  ESM.

<sup>a</sup>:  $p < 0.005$  ( $t = 3.65$ ).

<sup>b</sup>:  $0.05 < p < 0.10$  ( $t = 2.14$ ).

<sup>c</sup>:  $p = 0.025$  ( $t = 2.60$ ).

<sup>d</sup>:  $p < 0.005$  ( $t = 3.83$ ).

Peso corporal =  $222.5 \pm 17.9 \text{ gr}$  (N = 6).

CUADRO 27. Efecto de la inyección intraperitoneal de *Ringer-anfibio* (1.0 ml/Kg de peso corporal) sobre los flujos netos (fn) de Cl<sup>-</sup> y de Na<sup>+</sup> a través de la piel *in situ* de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en diferentes soluciones de 3.4 mEq/l y puesta en solución de NaCl 1.7 mEq/l (promedios en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr}$ ).

Pre-adaptación	N	Peso corporal (gr)	fn Cl <sup>-</sup>		fn Na <sup>+</sup>	
			pre	post	pre	post
NaCl	3	158.3	+ 7.2	+ 6.5	+ 1.4	+ 1.7
Cl-colina	4	141.3	+ 6.9	+ 6.8	+ 7.4	+ 8.0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4	159.0	+ 16.7	+ 14.7	+ 5.9	+ 5.4

CUADRO 28. Efecto de la inyección intraperitoneal de *ocitocina*, *vasotocina* y *mesotocina* sobre la diuresis de *Calyptocephalella caudiverbera* pre-adaptada en NaCl 3.4 mEq/l y sumergida en solución de NaCl 1.7 mEq/l (ml/hr  $\times 100 \text{ gr} \pm \text{ESM}$ ).

Datos del Cuadro N <sup>o</sup> , Hormona inyectada	N	Período Testigo	Período Hormona	Diferencia	Cambio %
18 — Ocitocina	6	1.3 $\pm$ 0.4	0.4 $\pm$ 0.1	- 0.9 $\pm$ 0.4	- 69.2
19 — Vasotocina	5	0.7 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.1	- 0.4 $\pm$ 0.1	- 57.1
23 — Mesotocina	6	1.4 $\pm$ 0.5	1.8 $\pm$ 0.6	+ 0.4 $\pm$ 0.2	+ 28.6

## II. Diuresis.

En los animales pre-adaptados y sumergidos en NaCl la ocitocina y la vasotocina produjeron una inmediata y drástica anti-diuresis. La mesotocina, en cambio, está desprovista de aquél efecto; por el contrario, produjo una considerable diuresis (Cuadro 28). Ambos tipos de respuesta fueron visualizados inmediatamente después de la inyección y duraron varias horas.

### Cuarta Parte

## DISCUSION GENERAL

### 1. Efecto de las pre-adaptaciones sobre el medio interno.

En el Cuadro 29 se enlistan, comparativamente, las natremias y cloremias de batracios de diverso habitat. Como puede apreciarse, a pesar de su hábito (acuático) dichos valores de *Calyptocephalella caudiverbera* adulta mantenida en agua potable no son di-

ferentes de la de otros anuros. Asimismo, la natremia de *Bufo arunco* es muy próxima a la de otros *Bufo*; tampoco se notan diferencias entre anuros y urodelos. El caso de *Ambystoma mexicanum* muestra que la transición larva (acuática)  $\rightarrow$  adulto (terrestre) no va acompañada por cambios en las concentraciones séricas de Cl<sup>-</sup> y Na<sup>+</sup>.

Los resultados del Cuadro 3 indican que los ejemplares de la rana chilena pre-adaptados en diversas soluciones de NaCl pueden considerarse legítimamente como "controles" toda vez que, por lo menos, su natremia y cloremia no son diferentes de la de los animales mantenidos en agua potable.

Antes de ahora (Cuadros 7 y 8) llamamos la atención al hecho de que los flujos iónicos de *B. arunco* y *C. caudiverbera* pre-adaptados en agua destilada resultaban ser muy próximos a los del grupo "control". Si bien este hallazgo merece mayor trabajo experimental, hemos de recordar que CRABBÉ (1963) mostró que la aldosteronemia de *Bufo marinus* mantenido en agua destilada es notoriamente superior a la de los controles. Por otra parte sabemos que *C. caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada se deshidrata con respecto a los animales controles (SA-

CUADRO 29. Concentraciones de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  en el suero de diversos anfibios. Datos en mEq/l.

Especie	Hábito	$\text{Cl}^-$	$\text{Na}^+$	Referencias bibliográficas
I. Anuros:				
<i>C. caudiverbera</i>	acuático	69.9	105.6	Este trabajo, Cuadro 3.
<i>R. temporaria</i>	semi-acuático	75.4	103.8	SCHOFFENIELS y TERCAFS, 1965/66.
<i>R. pipiens</i>	semi-acuático	77.0	104.8	HUF, WILLS y ARRIGHI, 1955.
<i>B. marinus</i>	terrestre	100.4	116.2	SHOEMAKER, 1964.
<i>B. arunco</i>	terrestre	—	116.7	PRELLER y GONZÁLEZ, comunicación personal.
II. Urodelos:				
<i>A. mexicanum</i>				
larva	acuático	76.0	107.4	ACEVES, ERLIJ y WHITTEBURY, 1970
adulto	terrestre	81.2	106.1	

LIBIÁN, inédito); las primeras ( $N = 5$ ) tienen  $75.3 \pm 0.8\%$  de humedad, mientras que las controles ( $N = 8$ ) tienen  $79.5 \pm 1.6\%$  de humedad ( $p < 0.005$ ;  $t = 4.40$ ). Esta deshidratación (4.2%) puede ser estímulo suficiente para aumentar significativamente los niveles circulantes de neuropéptidos (BENTLEY, 1969 b).

Los dos factores antes mencionados (aumento de aldosteronemia y de hormonas neurohipofisarias) pueden ser los responsables de una reabsorción aumentada de  $\text{Na}^+$  en la vejiga urinaria y el riñón, de manera que la "normalidad" de los flujos netos de  $\text{Na}^+$  no sería más que el reflejo de una natremia "normal" obtenida, indirectamente, gracias a aquellos mecanismos endocrinos que se desencadenarían al pre-adaptar los animales en agua destilada.

BENTLEY (1973) ha mostrado la validez de esta posibilidad en tres anfibios de diverso hábito sumergidos en soluciones diluídas de amilorida; dicho diurético bloquea el influjo de  $\text{Na}^+$  de manera que ese tratamiento puede ser equivalente a nuestra pre-adaptación en agua destilada. Después de una inmersión de 15 días la natremia de los batracios en contacto con amilorida no fue diferente a la de los controles mantenidos en agua potable.

La hipótesis que estamos planteando, de ser válida, implica también una inhibición simultánea de la diuresis, una disminución

notoria de los iones excretados por el sistema renal y, también, es probable un aumento de la osmolaridad plasmática. En efecto, en algunos experimentos preliminares (SALIBIÁN, PRELLER y ROBRES, inédito) pudimos comprobar que la pre-adaptación de *B. arunco* en agua destilada produce una disminución, aproximada, del 70% de la excreción urinaria de  $\text{Na}^+$ . Recientemente, A. PRELLER y T. GONZÁLEZ (comunicación personal) confirmaron aquellos resultados previos sobre un número mayor de ejemplares; en el grupo control ( $N = 25$ ) la concentración de sodio en la orina fue de  $4.4 \pm 0.4 \mu\text{Eq/l}$  mientras que en el pre-adaptado en agua destilada ( $N = 15$ ) fue de  $1.2 \pm 0.2 \mu\text{Eq/l}$ . En otras observaciones, también inéditas hasta ahora, pudimos detectar una disminución del 60% en la diuresis de sapos pre-adaptados en agua destilada comparados con los controles mantenidos en  $\text{NaCl}$ .

El reciente hallazgo de ALVARADO (1972), quien mostró que en *Ambystoma tigrinum* deshidratado el  $\text{Cl}^-$  pasa de los tejidos al plasma, aporta otro elemento más en favor de nuestra postulada "normalidad" de los elementos plasmáticos de animales pre-adaptados en agua destilada.

## 2. Independencia de los flujos netos de $\text{Cl}^-$ y de $\text{Na}^+$ .

Los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* son independientes.

Tres son las evidencias experimentales que con diversa fuerza justifican esta conclusión:

- a) captación desigual de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  desde soluciones de  $\text{NaCl}$ .
- b) captación de iones a partir de soluciones en las que el co-ión es impermeante, y
- c) inhibición selectiva e inmediata de uno de los flujos mientras el otro permanece inalterado.

En el caso de *Leptodactylus ocellatus* la coincidencia de las medidas de la conductividad del baño externo con las de los flujos netos de  $\text{Na}^+$  (pero no con los de  $\text{Cl}^-$ ) (Cuadro 6), sugiere la posibilidad de que en esta especie una parte del  $\text{Cl}^-$  sea acompañado de  $\text{Na}^+$  y que el resto pueda ser intercambiado por algún otro ión endógeno. Posiblemente esta ligazón entre ambos flujos desaparezca cuando aumenten sus concentraciones en el medio externo.

Sin embargo, la disociación de los flujos netos que se observa en las tres especies estudiadas, después de pre-adaptaciones en soluciones de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , no deja lugar a dudas en cuanto a la posibilidad, por lo menos potencial, de que el  $\text{Cl}^-$  y el  $\text{Na}^+$  puedan ser captados de manera independiente. En el mismo sentido, la captación de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  desde diferentes soluciones de  $\text{Cl}^-$ -colina o de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (en el caso de *B. arunco* y *C. caudiverbera*) es una clara y adicional indicación de la independencia que nos ocupa.

Por último, la inhibición instantánea de sólo uno de los flujos (en *C. caudiverbera*) es otra prueba en favor de la independencia de los mecanismos de captación de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$ .

A pesar de que las evidencias mencionadas pueden parecer conclusivas por sí mismas, debemos señalar que nuestros resultados en *B. arunco* y en *C. caudiverbera* parecen indicar que por debajo de ciertas concentraciones de  $\text{NaCl}$ , la presencia de  $\text{Cl}^-$  condiciona, de una manera difícil de interpretar por ahora, la permeabilidad de la piel *in situ* al  $\text{Na}^+$ . Cuando los flujos de  $\text{Na}^+$  se miden en animales sumergidos en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  es necesario aumentar varias veces la con-

centración del medio externo hasta lograr flujos netos que sean comparables con los obtenidos cuando están en soluciones de  $\text{NaCl}$ . De todas maneras, es evidente que por encima de ciertas concentraciones la independencia es real y los animales son capaces de captar  $\text{Na}^+$  desde soluciones de sulfato de sodio.

Aquella interdependencia de los flujos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  *in vivo* por debajo de cierta concentración externa parece ser una característica común a diversos epitelios; también ocurre, por ejemplo, en *Astacus* (SHAW, 1959, 1960 a), en larvas de *Aedes aegypti* (STOBBART, 1965, 1967), en la piel *in vitro* de *Rana ridibunda* (FERREIRA, 1968, 1973) y de *Ambystoma mexicanus* (ACEVES, ERLIJ y EDWARDS, 1968) y en la de *A. gracile*, *in vivo* (ALVARADO y STIFFLER, 1970).

Tanto en *B. arunco* como en *C. caudiverbera* hay una relación entre la concentración de  $\text{Na}^+$  en el baño externo y su flujo neto *in vivo* (Figuras 8 y 10). CARLISKY, CERELJIDO, BARRIO y MIGLIORA (1970) mostraron que la piel aislada de la rana chilena es también capaz de transportar  $\text{Na}^+$  activamente desde soluciones muy diluidas de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y que cuando la concentración externa llega a los 115. mM el sistema se satura ( $0.29 \pm 0.02 \mu\text{Eq/hr} \times \text{cm}^2$ ). Esta misma dependencia concentración/flujo neto fue señalado para el caso del transporte de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel aislada de *Leptodactylus ocellatus* (FISCHBARG, ZADUNAISKY y DE FISCH, 1967; ROTUNNO y CERELJIDO, 1966). Sin embargo, nosotros no hemos podido detectar una dependencia similar en los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  *in vivo* de *C. caudiverbera* pre-adaptada en agua destilada y sumergida en soluciones diluidas de  $\text{NaCl}$ . Posiblemente, las concentraciones de  $\text{NaCl}$  en que las ranas fueron sumergidas para las medidas de los flujos netos hayan sido muy bajas. La velocidad de penetración de  $\text{Cl}^-$  es, en nuestros casos, independiente del catión acompañante; esta es una de las diferencias cruciales con la mayor parte de los datos de flujos netos de  $\text{Cl}^-$  *in vitro* los que se describen acoplados al  $\text{Na}^+$ . Nos llama la atención que cuando se miden simultáneamente, los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  son siempre mayores que los de  $\text{Na}^+$ ; se trata de una característica que resultó ser común a las tres especies estudiadas.

La captación independiente de iones se sabe que ocurre *in vivo* a través de las branquias de crustáceos (SHAW, *op. cit.*) y de peces eurihalinos o de agua de mar (MAETZ, 1968; MOTAIS, 1967; MOTAIS y GARCÍA ROMEU, 1972), en larvas de artrópodos (STOBBART, 1965, 1967, 1971), salamandras (DIETZ, KIRSCHNER y PORTER, 1967) y anuros (ALVARADO

y MOODY, 1970), cutícula de anélidos (DIETZ y ALVARADO, 1970), plantas (MAC ROBBIE, 1970) y microorganismos (SLAYMAN y SLAYMAN, 1968). La información que poseemos referente a especies de anuros adultos confirma la independencia *in vivo* de los flujos netos de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  (Cuadro 30).

CUADRO 30. Flujos netos (fn) de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  a través de la piel *in situ* de diversos anfibios pre-adaptados en diferentes soluciones y sumergidos en soluciones de  $\text{NaCl}$  (0.9 — 3.0 mM). Medias en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100$  gr.

Especie	Solución de pre-adaptación	fn $\text{Cl}^-$	fn $\text{Na}^+$	Diferencias **
<i>R. temporaria</i> (4) — a	$\text{NaHCO}_3$ — 120*	+ 20.3	— 7.2	+ 27.5
<i>R. temporaria</i> (4) — a	agua destilada	+ 15.8	+ 17.5	— 1.7
<i>R. esculenta</i> (6) — a	$\text{NaHCO}_3$ — 10	+ 50.7	+ 25.4	+ 25.3
<i>R. esculenta</i> (6) — a	$\text{CaCl}_2$ — 2	— 7.7	+ 25.4	— 33.1
<i>L. ocellatus</i> (6) — b	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ — 0.4	+ 9.5	+ 1.9	+ 7.6
<i>B. arunco</i> (5) — c	$\text{Cl}^-$ —colina — 1.7	+ 8.4	+ 26.6	— 18.2
<i>C. caudiverbera</i> (40) — d	$\text{NaCl}$ — 3.4	+ 7.8	+ 5.5	+ 2.3

Entre paréntesis, número de mediciones.

\*) Concentración de las soluciones, en mM

\*\*) Diferencia algebraica (fn  $\text{Cl}^-$  — fn  $\text{Na}^+$ )

Referencias bibliográficas:

a: JORGENSEN, LEVI y ZERAHN, 1954.

b: Este trabajo, Cuadro 5.

c: Este trabajo, Cuadro 7.

d: Este trabajo, Cuadro 8.

Habiendo quedado demostrado que la piel *in situ* es capaz de captar un anión o un catión de manera independiente, debemos concluir que el mecanismo más probable que estaría involucrado en dichos procesos es el de intercambio estequiométrico de aquellos iones externos ( $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$ ) por otros de origen endógeno. En otras palabras, debemos postular la existencia, por lo menos, de dos intercambiadores iónicos, uno aniónico y el otro catiónico. Es evidente que esta posibilidad es la única que permite mantener la electroneutralidad de las soluciones en las que los animales están sumergidos.

MOTAIS y GARCÍA ROMEU (1972) avanzaron una interpretación general y simple de estos mecanismos de captación independiente de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  por la piel *in vivo* de los batracios la que consideramos pertinente y de la que nos permitimos adoptar algunas de sus consideraciones. Dicha interpretación postula, básicamente, la presencia de cargas fijas en la membrana lo que daría cuenta de: a) la independencia, concibiendo la existencia de poros provistos de cargas (positi-

vas o negativas); los co-iones impermeantes no penetrarían por impedimentos estéricos más que por efecto de carga, y b) del efecto del pH: los cambios de pH provocarían modificaciones en la ionización de los poros, lo que a su vez sería responsable del comportamiento de la piel, por ejemplo, al ser acidificada. Los resultados de los experimentos de inhibición con anestésicos locales también sugieren la validez de la mediación de las cargas fijas de los fosfolípidos de las membranas (BLAUSTEIN y GOLDMAN, 1966).

Aunque por ahora sin bases experimentales sólidas, proponemos un mecanismo final compuesto por los intercambiadores aquí estudiados, que regulen de alguna manera la calidad y cantidad de los iones que entran, acoplado a una bomba iónica capaz de realizar el trabajo necesario para el transporte de los iones en contra de su gradiente electroquímico (véase KIRSCHNER, 1970).

La ubicación precisa de los intercambiadores así como su exacta naturaleza escapan a nuestro conocimiento actual.

### 3. Naturaleza de los iones endógenos intercambiados por $\text{Cl}^-$ y $\text{Na}^+$ externos.

— *Amonio*. Los datos cuantitativos referentes a la excreción de  $\text{NH}_4$  por la piel de

anfibios son escasos. En el Cuadro 31 se comparan las mediciones efectuadas sobre *Leptodactylus ocellatus* y *Calyptocephalella caudiverbera* con algunos datos correspondientes a otras especies.

CUADRO 31. Excreción de  $\text{NH}_4^+$  (fn  $\text{NH}_4^+$ ) a través de la piel *in situ* de diferentes anfibios (medias, en  $\mu\text{Eq/hr} \times 100 \text{ gr}$ ).

Especie	Hábito	fn $\text{NH}_4^+$	Referencias bibliográficas
<b>I. Anuros</b>			
<i>L. ocellatus</i>	semi-acuático	— 0.9	Este trabajo, Cuadro 14.
<i>C. caudiverbera</i>	acuático	— 0.4	Este trabajo, Cuadro 15.
<i>X. laevis</i>	acuático	— 4.0	BALINSKY y BALDWIN, 1961.
<b>II. Urodelos</b>			
<i>A. tigrinum</i> (larvas)	acuático	— 7.1	DIETZ, KIRSCHNER y PORTER, 1967.
<i>N. maculosus</i>	acuático	— 12.3	FANELLI y GOLDSTEIN, 1964.
<i>A. gracile</i> (larvas)	acuático	— 20.0	ALVARADO y STIFFLER, 1970.

Si bien la principal vía de excreción nitrogenada es, en los anfibios adultos, el sistema renal, la piel juega un rol no despreciable; KROGH (1939) fue el primero en sugerir, aunque sin pruebas experimentales, que el intercambio de cationes externos podría efectuarse a través de la piel, por  $\text{NH}_4^+$  endógeno.

En algunas especies de batracios, como en *Necturus maculosus* el 90% de la excreción nitrogenada se hace (como  $\text{NH}_4^+$ ) a través de la piel (FANELLI y GOLDSTEIN, 1964). Por otra parte, hay casos en los que la piel juega un papel despreciable en la eliminación del  $\text{NH}_4^+$ ; tal es el caso de *Xenopus laevis* que elimina menos del 15% de amonio de la piel (BALINSKY, 1970). Coincidentemente, nuestros resultados en *C. caudiverbera* y en *L. ocellatus* sugieren, sin duda, que la piel de estas especies no es el lugar principal de excreción nitrogenada; la cantidad de  $\text{NH}_4^+$  excretada por la piel de la primera corresponde, aproximadamente, al 1% de la eliminada por la orina (ESPINA, ROJAS y SALIBIÁN, en preparación).

Los resultados en *L. ocellatus* (Cuadro 14) sugieren un intercambio parcial de  $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$ . Sin embargo, si dicho intercambio fuese real, la inyección de sales de amonio debería producir un aumento substancial en el flujo neto de  $\text{Na}^+$  como ocurre en

peces dulceacuícolas y marinos (MAETZ y GARCÍA ROMEU, 1964; PAYAN y MAETZ, 1973). No obstante, en algunos experimentos previos, la inyección intraperitoneal de sulfato de amonio (1 mEq/100 gr de peso corporal) a *L. ocellatus* no produjo, en ningún caso, modificaciones en los flujos de  $\text{Na}^+$ . Por eso creemos que la correlación observada entre la excreción de amonio y la captación de  $\text{Na}^+$  (Figura 14) debe ser fortuita y que su explicación resida simplemente en algún mecanismo de difusión pasiva de  $\text{NH}_3$ . En este mismo caso de *L. ocellatus* puede ser válida la explicación sugerida por MAETZ (1972, 1973) en el sentido de que el intercambio  $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$  no sea obligatorio y que dependa, por ejemplo, de la magnitud de los fn  $\text{Na}^+$  la que establecería un "umbral" por encima del cual el  $\text{Na}^+$  se intercambia por  $\text{H}^+$  mientras que por debajo predominaría el proceso  $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$ .

En *C. caudiverbera* (Cuadro 15) no parece existir correlación alguna entre el  $\text{Na}^+$  captado y el  $\text{NH}_4^+$  eliminado el medio externo.

— *Hidrógeno y bicarbonato*. Se sabe que la piel de los batracios *in vivo* e *in vitro* es capaz de crear a ambos lados de ella un gradiente de  $\text{H}^+$ ; el lado mucoso se acidifica y el seroso (o interno) se alcaliniza (EMI-

LIO, MACHADO y MENANO, 1970; FLEMING, 1957; FRIEDMAN, LAPRADE, AIYAWAR y HUF, 1967; FRIEDMAN, AIYAWAR, HUGHES y HUF, 1967). Nuestros resultados confirman aquella capacidad y estamos en condiciones de interpretarla como una consecuencia del intercambio  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ ; USSING (1949) había sugerido previamente esta alternativa.

FLEMING (*op. cit.*) descartó la posibilidad de este mecanismo de intercambio catiónico al no poder detectar cambios en el pH de la solución externa. En efecto, es imposible correlacionar los cambios de pH en el medio externo con los cambios reales en la concentración de  $\text{H}^+$  ya que estando ambos intercambiadores funcionando, el medio externo se amortigua; así, los  $\text{H}^+$  secretados por el  $\text{Na}^+$  externo captado, son atrapados por la solución externa y el pH prácticamente no se modifica; por eso, la forma correcta de evaluar la excreción de hidrogeniones por la piel *in vivo* es titular alícuotas de la solución externa hasta neutralidad teniendo sumergidos los animales en soluciones en las que el anión sea impermeante (por ejemplo,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

Los resultados de EMILIO y colaboradores (*op. cit.*) muestran también que en la piel aislada de *Rana rudibunda* no hay relación entre la corriente de corto-circuito y la excreción de  $\text{H}^+$ ; este hallazgo permite concluir que bajo condiciones *in vitro* el intercambio  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  no es funcional y que el transporte de  $\text{H}^+$  hacia el lado mucoso no es, como lo señaló GARCÍA ROMEU (1971), condición para que exista transporte neto de  $\text{Na}^+$  hacia el lado seroso.

En el caso del intercambiador aniónico no parece haber dificultad en reconocer al bicarbonato como el anión endógeno excretado para compensar el  $\text{Cl}^-$  absorbido cuando *C. caudiverbera* está sumergido en Cl-colina o en NaCl. Los valores de pK de la Base excretada así como el significativo aumento de la capacidad amortiguadora de la solución externa, indican que el  $\text{HCO}_3^-$  debe ser ión involucrado en el intercambio; este último argumento excluye la alternativa de que otros aniones,  $\text{OH}^-$ , por ejemplo, puedan ser los intercambiados a través de la piel.

La inhibición del transporte neto de  $\text{Na}^+$  *in vivo* que hemos observado después de acidificar la solución externa es una propiedad también descrita en la piel *in vitro* de

diversas especies (FUNDER, USSING y WIETH, 1967; SNELL y Mc INTYRE, 1960).

Resultados similares a los nuestros fueron publicados recientemente por KIRSCHNER, GREENWALD y KERSTETTER (1973) en la piel intacta de *Rana pipiens*; GARCÍA ROMEU (comunicación personal) ha extendido estos hallazgos a la piel de *R. esculenta*.

Aparte de los anfibios, la captación de iones por intercambio *in vivo* en epitelios ha sido postulada, como lo hemos señalado anteriormente, en numerosos casos. En las branquias de peces hay evidencias directas e indirectas de que los intercambios que ocurren en ellas son  $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  y  $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$  (KERSTETTER, KIRSCHNER y RAFUSE, 1970; MAETZ, 1972; MOTAIS y GARCÍA ROMEU, 1972; PAYAN y MAETZ, 1973). STOBART (1971) demostró que las larvas de *Aedes aegypti* son capaces de intercambiar parcialmente el  $\text{Cl}^-$  y el  $\text{Na}^+$  externos por  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{H}^+$ , respectivamente.

#### 4. Origen de los iones endógenos.

En la mayor parte de los anfibios, el  $\text{CO}_2$  se excreta principalmente a través de la piel mientras que el  $\text{O}_2$  se absorbe mayormente por los pulmones (FOXON, 1964; HUTCHISON, WHITFORD y KOHL, 1968; WHITFORD y HUTCHISON, 1965). Siendo que la piel de los batracios carece de anhídrido carbónico (MAREN, 1967), cabe preguntarse por el origen del bicarbonato intercambiado por cloro cuando los animales están sumergidos en diversas soluciones; en este contexto, también es lícito pensar en la posible relación entre el  $\text{CO}_2$  respiratorio y el  $\text{HCO}_3^-$  eliminado al medio (ROBIN, BROMBERG y CROSS, 1969).

A la luz de los datos de FRIEDMAN, LAPRADE, AIYAWAR y HUF (*op. cit.*) que muestran que la concentración de  $\text{HCO}_3^-$  de la piel de *Rana pipiens* es prácticamente igual a la de su plasma, es razonable postular que la sangre es el lugar de origen del bicarbonato detectado en las soluciones externas.

Las curvas de disociación del  $\text{CO}_2$  en el plasma de anfibios muestran que la sangre de este grupo lo retiene mucho más que la de otros vertebrados (FOXON, *op. cit.*; PROSSER y BROWN, 1965; REDFIELD, 1933) especialmente, bajo forma de  $\text{HCO}_3^-$  efectivamente, la concentración de  $\text{HCO}_3^-$  del plasma de los batracios es superior a la de otros vertebrados acuáticos (RAHN, 1966 b).

El papel respiratorio de la piel de los anfibios ha de ser diferente según si el animal está dentro o fuera del agua. La captación de  $O_2$  por la piel será mucho menor en agua debido a la escasa solubilidad de aquel gas en agua; por eso es evidente que en *C. caudiverbera* sumergida en soluciones la efectividad de la piel como órgano respiratorio es muy limitada.

Esta aparente insuficiencia de la piel es compensada en los anfibios adultos por una mayor concentración de hemoglobina (respecto a los peces) que permite un transporte de  $O_2$  aumentado (LENFANT y JOHANSEN, 1972)<sup>7</sup>.

Del mismo modo, la afinidad de la Hb por el  $O_2$  decrece gradualmente cuando se compara esa propiedad en vertebrados de hábitos acuáticos con los de hábitos terrestres; en otras palabras, esta disminución de la afinidad de la Hb por  $O_2$  no es más que un aumento de la presión parcial de oxígeno en la sangre y, por consiguiente, su mayor disponibilidad por parte de los tejidos (JOHANSEN y LENFANT, 1972; LENFANT y JOHANSEN, 1967, 1972).

En el aire, en cambio, la mayor captación de  $O_2$  ha de provocar una mayor conversión de la Hb en oxihemoglobina, lo que a su vez disminuye el pH (JUST, GATZ y CRAWFORD, 1973; RAHN, 1966 a) y la acidosis producida provocará una disociación del  $HCO_3^-$  en  $CO_2$  y  $H_2O$  en una reacción catalizada por la anhidrasa carbónica de los glóbulos rojos.

Por lo anteriormente expuesto, cuando los animales están en el aire la piel asume un importante rol respiratorio y excreta principalmente  $CO_2$ ; en cambio al estar los animales sumergidos, aquella disociación no ha de ocurrir o ha de ocurrir en muy baja proporción, con lo que el ión predominante sería de  $HCO_3^-$ , el que finalmente será excretado por intercambio con  $Cl^-$  externo. La inmersión debe significar un "shift" en la excreción de  $CO_2$  a  $HCO_3^-$  debido a la muy diferente disponibilidad de  $O_2$  ambiental.

Con respecto al  $H^+$  intercambiado por  $Na^+$  podemos postular un origen similar. Si el  $HCO_3^-$  es eliminado por la piel, el  $H_2CO_3$  debe disociarse como  $HCO_3^- + H^+$  para poder mantener el equilibrio  $HCO_3^-/H_2CO_3$ .

Así, los mecanismos de captación aquí discutidos están ligados íntimamente a los procesos respiratorios que residen en la

piel y al mantenimiento del equilibrio ácido-base.

5. Efecto de las hormonas neurohipofisarias sobre los flujos netos de  $Cl^-$  y de  $Na^+$ .

La ocitocina y la vasotocina produjeron, en *Calyptocephalella caudiverbera* básicamente el mismo tipo de respuesta que denominamos como "paralelización positiva" de los flujos; dicha paralelización se logra, en ambos casos, por la inhibición del flujo neto de  $Cl^-$  mientras que el de  $Na^+$  permanece prácticamente inalterado. El resultado final es que la piel de las ranas controles (o preadaptadas en NaCl) pierde su conocida capacidad de discriminar independientemente la captación de iones del medio externo y los incorpora, inmediatamente después de la inyección, juntos, a la misma velocidad. Cuando ambos péptidos son administrados a ranas pre-adaptadas en Cl-colina se logra el mismo efecto final (paralelización) pero por un mecanismo diferente: el fn  $Na^+$  se inhibe mucho más que el de  $Cl^-$  (que permanece casi sin modificarse).

Por otra parte nos encontramos con que en los animales Cl-deficientes (mantenidos en  $Na_2SO_4$ ) e inyectados con ocitocina se ve la misma tendencia a la paralelización pero por un mecanismo diferente, esto es, por aceleración del flujo más lento (fn  $Na^+$ ). La respuesta no es, en este caso, tan clara como en el caso de las ranas controles y preadaptadas en Cl-colina, lo que podría deberse, posiblemente, a que la dosis inyectada fue insuficiente para lograr una paralelización real.

De manera más general diremos que después de la administración de ocitocina y de vasotocina, el flujo neto más alto es el que se inhibe o que la historia iónica previa del animal condiciona la respuesta que es en ambos casos la misma: paralelización positiva de los flujos.

Después de la inyección de mesotocina, en cambio, nos encontramos que tanto las ranas controles como las mantenidas en Cl-colina responden con una "paralelización

<sup>7</sup> El lector podrá encontrar información adicional referente a la hematología de *C. caudiverbera* en el trabajo de GONZÁLEZ, VALLEJOS y DELGADO (1969).

negativa"; en otras palabras, las ranas empiezan a perder, de inmediato, ambos iones a la misma velocidad y su piel también pierde la capacidad de separar ambos flujos como ocurría en el período testigo de los experimentos. Más aún, cuando los flujos son medidos sobre ranas sumergidas en soluciones en las que el co-ión es impermeante, también se observa la misma inhibición.

La respuesta de *C. caudiverbera* a la inyección de ocitocina y vasotocina es cualitativamente semejante y es claro que la segunda fue igualmente activa en dosis 15 veces menores; esto habla en favor de una mayor sensibilidad de sus efectores a ella, confirmando hallazgos de otros autores (BENTLEY, 1969 a; HELLER, 1965; JARD, 1966) quienes interpretan este comportamiento como prueba de que la hormona natural es la Arg-8-ocitocina.

En nuestros experimentos sobre animales controles, la ocitocina y la vasotocina provocaron inhibición del flujo de  $\text{Na}^+$  contrariamente a lo que clásicamente se describe como "efecto natriférico" en la piel *in vitro* de batracios (BENTLEY, 1971; MOREL y JARD, 1968; SAWYER, 1968).

Esta es una de las pocas veces en la que se evaluó el efecto de las hormonas posterohipofisarias sobre el transporte *in vivo* de  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$  simultáneamente; siendo el animal testigo de sí mismo es posible comparar con precisión los efectos de la inyección sobre cada rana.

La ocitocina y la vasotocina provocaron, además, una severa antiuresis (Cuadro 28); la mesotocina, por el contrario, produjo un ligero aumento del débito urinario coincidentemente con resultados de JARD (*op. cit.*). Lamentablemente nuestra preparación no permite definir el o los efectores del sistema renal que responden a estos péptidos.

Los efectos hasta aquí comentados a) son inmediatos, b) perduran varias horas y c) son específicos. No obstante, son difíciles de interpretar y si debemos adelantar alguna explicación hemos de reconocer que la información brindada por nuestras experiencias hablan a favor de un sistema de hormonas de efecto antagónico; unas alteran la entrada de iones, mientras que la tercera modifica su salida por la piel. Otro tanto es válido para la diuresis.

El significado fisiológico de las "paralelizaciones" no es claro y la interpretación

final y correcta evaluación de los efectos aquí comentados requiere de mayor información sobre el efecto simultáneo de estos péptidos sobre el pasaje de agua por la piel. En algunos experimentos inéditos aún (SALBIÁN, ESPINA, ROJAS y ZAMORANO, en preparación) medimos el efecto de estos péptidos sobre la captación de agua; encontramos que con dosis iguales a las utilizadas en los experimentos de flujo, la vasotocina y la ocitocina producen un ligero aumento de la captación de agua, mientras que la mesotocina produce un efecto contrario. De ser confirmados estos hallazgos preliminares, nuestra explicación adquiriría otra dimensión pues estaríamos en condiciones de afirmar que unas producen dilución del medio interno, mientras que la Ileu-8-ocitocina lo concentraría. Una interpretación muy próxima a ésta fue sugerida por SAWYER (1972).

Es posible que la regulación endocrina de estos mecanismos de intercambio iónico que nos preocupaba al comienzo, sea mediada por otras hormonas (conocidas o no). Queda claro que el efecto de los péptidos neurohipofisarios sobre la captación de iones no es tan simple como generalmente se acepta; también queda ilustrado, una vez más, que el comportamiento de la piel *in vitro* no es extrapolable a las condiciones *in vivo*. En el mismo sentido, BENTLEY y MAIN (1972) mostraron que la magnitud del efecto natriférico de la vasotocina sobre la piel *in vitro* depende del área de la piel escogida para efectuar las mediciones.

## 6. Algunas consideraciones finales.

Durante la larga y compleja historia de la colonización de la tierra, la pérdida de las branquias ha debido ser un momento crucial; es allí donde la piel, hasta entonces posiblemente inerte frente a los cambios externos, reemplaza a la branquia y asume muchas de sus funciones. Así puede explicarse que el intercambio del  $\text{Na}^+$  externo por  $\text{NH}_4^+$  o  $\text{H}^+$  sea un mecanismo común a los epitelios de peces y anfibios. La nueva función de la piel, además, llega a ser complementaria del sistema renal y se imbrica en los mecanismos respiratorios creando una nueva alternativa evolutiva. Mucho después, al aparecer los reptiles, es cuando la respiración pulmonar se perfecciona y reem-

plaza definitivamente a la piel tanto en la función de absorber  $O_2$  como en la de eliminar el  $CO_2$ ; la instauración concomitante del ureotelismo también desplaza a la función de la piel como órgano de excreción de productos nitrogenados.

Sin embargo, la permeabilidad de los epitelios a los gases es indisoluble de la permeabilidad del agua y los iones en ella disueltos; es por ello que si bien los anfibios fueron capaces de vivir en tierra firme nunca pudieron desligarse totalmente de su dependencia del agua. Probablemente, dicha dependencia sea, en realidad, sólo una limitación secundaria del desarrollo de su nuevo sistema respiratorio cutáneo.

Evidentemente la respiración aérea tiene la ventaja de un ambiente más rico en oxígeno que el agua; sin embargo, el peligro de la desecación es una desventaja que siempre acompaña a la ventaja anterior. Por eso, siendo que cada ambiente ofrece la paradójica situación de ventaja y desventaja simultáneamente, la evolución de los procesos ha de haber seguido un curso muy especial en el intento de superar las desventajas y de desarrollar otras alternativas que permitan enfrentar las nuevas situaciones.

Esta función homeostática que la piel adquiere, tiene en los anfibios acuáticos como *C. caudiverbera*, una significación diferente ya que permite al animal respirar largos períodos de tiempo bajo el agua. Junto a esta adaptación llama la atención que la frecuencia cardíaca de la rana chilena cuando está sumergida es extremadamente baja (AGUIRRE y colaboradores, 1969) lo que habla en favor de una menor demanda metabólica (lo que había sido demostrado en 1954 por GÜNTHER y MICCO).

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo satisfizo parte de los requerimientos establecidos para obtener el título de Doctor en Ciencias con mención en Biología de la Universidad de Chile; fue presentado y defendido en acto público llevado a cabo en la sede de la Facultad de Ciencias el 28 de noviembre de 1973. El autor no ha querido modificar el texto original de su trabajo; por ello la Bibliografía registra las referencias consultadas hasta julio de 1973.

Escribir esta Tesis no fue tarea fácil; requirió sintetizar y concretar muchas ideas manejadas y maduradas por varios años, entre varios colegas;

hubo que re-calcular decenas de experimentos, hubo que confeccionar numerosos Cuadros, figuras, etc. Una parte de los resultados ya vieron la luz; el resto se trata de datos inéditos hasta ahora.

Deseo agradecer de manera especial a los que participaron en la elaboración de los innumerables experimentos que a continuación se presentan. La lista sería larga; nombraré de manera destacada, por orden alfabético, a quienes aportaron su inextinguible entusiasmo en esta tarea de empezar a entender algunos aspectos de la fisiología de los anfibios: ALICIA CARRASCO, SONIA ESPINA, ROBERTO MORENO, SILVIA PEZZANI, ANA PRELLER, LUIS ROBRES, MIREYA ROJAS y BERTA ZAMORANO.

Quiero destacar a los Padrinos de esta Tesis, Profesores Doctores JUAN CONCHA, HUMBERTO MATURANA y FERNANDO VARGAS, quienes con su experiencia, amistad y, sobre todo, paciencia, hicieron que este trabajo fuese considerablemente diferente de la primera versión que llegó a sus manos.

Mi gratitud se extiende a las Instituciones que financiaron la mayor parte de estos estudios: Facultad de Ciencias, Universidad de Chile; Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Chile) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina).

A FEDERICO GARCÍA ROMEU expreso mi profundo agradecimiento; gran amigo a quien debo mi iniciación en la disciplina científica. Su espíritu crítico e inquieto y su sólida preparación académica fueron un estímulo permanente para mí.

Un párrafo aparte merece MARISA, mi esposa, quien está, literalmente, detrás de cada letra o número de este trabajo.

A MARISA y a FEDERICO dedico este esfuerzo.

#### RESUMEN

Se estudiaron los mecanismos de transporte de  $Cl^-$  y de  $Na^+$  a través de la piel *in situ* de tres anfibios sudamericanos: *Leptodactylus ocellatus*, *Bufo arunco* y *Calyptocephalella caudiverbera*. En las tres especies fue posible demostrar que ambos iones pueden ser captados desde la solución externa de manera independiente. Los animales son capaces, además, de ganar  $Cl^-$  o  $Na^+$  desde soluciones en las que el co-ión es impermeante (colina o sulfato).

En *C. caudiverbera* es posible inhibir la captación de  $Na^+$  por adición de  $H_2SO_4$  o procaína al baño externo; la adición de pentobarbital provoca la inhibición del transporte de  $Cl^-$ . La captación de  $Cl^-$  a través de la piel de esta especie se hace por intercambio con  $HCO_3^-$  endógeno; el  $Na^+$  se capta por intercambio con  $H^+$ . En *L. ocellatus*, una parte del  $Na^+$  se intercambia por  $NH_4^+$  endógeno.

La inyección de hormonas neurohipofisarias a *C. caudiverbera* provoca la pérdida de aquella capacidad de absorber  $Cl^-$  y  $Na^+$  en forma independiente. Después de inyectar ocitocina o vasotocina, las ranas ganan dichos iones a la misma velocidad (flujos netos paralelos); la inyección de mesotocina provoca la pérdida neta de  $Cl^-$  y de  $Na^+$ , también a la misma velocidad.

## SUMMARY

The  $\text{Cl}^-$  and  $\text{Na}^+$  transport mechanism through the *in vivo* skin of three South American amphibians *Leptodactylus ocellatus*, *Bufo arunco* and *Calyptocephalella caudiverbera*, were studied. It was demonstrated that these species are able to take up  $\text{Cl}^-$  and  $\text{Na}^+$  from the external solution independently. They are able, in addition, to take up  $\text{Cl}^-$  or  $\text{Na}^+$  from solutions which the accompanying co-ion is impermeant (choline or sulfate).

In *C. caudiverbera* it is possible to inhibit the uptake of  $\text{Na}^+$  by addition of  $\text{H}_2\text{SO}_4$  or procaine to the external medium; adding pentobarbital the  $\text{Cl}^-$  is by exchange against endogenous  $\text{HCO}_3^-$ ; the  $\text{Na}^+$  is exchanged against  $\text{H}^+$ . In *L. ocellatus*, part of the  $\text{Na}^+$  is exchanged against endogenous  $\text{NH}_4^+$ .

The injection of neurohypophysial hormones to *C. caudiverbera* produces the lack of that capacity of independent  $\text{Cl}^-$  and  $\text{Na}^+$  uptake. After injection of oxytocin or vasotocin, frogs take up these ions at the same velocity (parallel net fluxes); the injection of mesotocin produces net loss of  $\text{Cl}^-$  and  $\text{Na}^+$ , at the same velocity too.

## BIBLIOGRAFIA

- ACEVES, J., D. ERLIJ y C. EDWARDS.  
1968  $\text{Na}^+$  transport across the isolated skin of *Ambystoma mexicanus*. *Biochim. Biophys. Acta* 150: 744-746.
- ACEVES, J., D. ERLIJ y G. WHITTEMBURY.  
1970 The role of the urinary bladder in water balance of *Ambystoma mexicanum*. *Comp. Biochem. Physiol.* 33: 39-42.
- AGUIRRE, M., R. CABELLO, J. LAZCANO, A. MANCILLA, B. HOLMGREN y A. VELOSO.  
1969 Respuesta cardíaca a la inmersión en diferentes especies de anuros chilenos. *Arch. Biol. Med. Exp.* 6: R 1.
- ALVARADO, R. H.  
1972 The effects of dehydration on water and electrolytes in *Ambystoma tigrinum*. *Physiol. Zool.* 45: 43-53.
- ALVARADO, R. H. y A. MOODY.  
1970 Sodium and chloride transport in tadpoles of the bullfrog *Rana catesbeiana*. *Am. J. Physiol.* 218: 1510-1516.
- ALVARADO, R. H. y D. F. STIFFLER.  
1970 The transepithelial potential difference in intact larval and adult salamanders. *Comp. Biochem. Physiol.* 33: 209-22.
- BALINSKY, J. B.  
1970 Nitrogen metabolism in amphibians. En: *Comparative biochemistry of nitrogen metabolism*, 2, The Vertebrates, Editor J. W. Campbell, Academic Press, New York. Páginas 519-637.
- BALINSKY, J. B. y E. BALDWIN.  
1961 The mode of excretion of ammonia and urea in *Xenopus laevis*. *J. Exp. Biol.* 38: 695 - 705.
- BENTLEY, P. J.  
1966 a Adaptation of Amphibia to arid environment. *Science.* 152: 619-623.  
1966 b The physiology of the urinary bladder of Amphibia. *Biol. Rev.* 41: 275-316.  
1969 a Comparison of actions of neurohypophysial hormones in Amphibia. *Colloques intern. CNRS.* 177, Paris: 57-62.  
1969 b Neurohypophysial function in Amphibia: hormone activity in the plasma. *J. Endocrinol.* 43: 359-369.  
1971 *Endocrines and osmoregulation. A comparative account of the regulation of water and salt in vertebrates.* Springer-Verlag, Berlin.  
1973 Role of the skin in Amphibian sodium metabolism. *Science.* 181: 686-687.
- BENTLEY, P. J. y A. R. MAIN.  
1972 Zonal differences in permeability of the skin of some anuran Amphibia. *Am. J. Physiol.* 223: 361-363.
- BIBER, T. U. L., R. A. CHEZ y P. F. CURRAN.  
1966 Na transport across frog skin at low external Na concentration. *J. gen. Physiol.* 49: 1161-1176.
- BLAUSTEIN, M. P. y D. E. GOLDMAN  
1966 Action of anionic and cationic nerveblocking agents: experiment and interpretation. *Science* 153: 429-432.
- BROWN, A. C.  
1962 Current and potential of frog skin *in vivo* and *in vitro*. *J. Cell. comp. Physiol.* 60: 263-270.
- CARASSO, N., P. FAVARD, S. JARD y R. M. RAJERISON  
1971 The isolated frog skin epithelium. I. Preparation and general structure in different physiological states. *J. Microsc.* 10: 315-330.
- CARLISKY, N. J., M. CEREJIDO, A. BARRIO y G. MIGLIORA.  
1970 Studies on the relationship between sodium and water balance and renal mechanisms of excretion of urea in Amphibia. *Comp. Biochem. Physiol.* 36: 321-337.

- CARLISKY, N. J.  
1970 Urea excretion and arginase in anuran kidney. En: *Urea and the kidney*, Editor B. Schmidt-Nielsen, Excerpta Medica, International Congress Series 195: 263-271.
- CARROLL, R. L.  
1970 Quantitative aspects of the Amphibian-Reptilian transition. *Forma et functio*. 3: 165-178.
- CASAMIQUELA, R. M.  
1963 Sobre un par de anuros del Mioceno de Río Negro (Patagonia) *Wawelia gerholdi* n. gen et sp (*Ceratophryidae*) y *Gigantobatrachus parodii* (*Leptodactylidae*). *Ameghiniana* 3: 141-157.
- CEI, J. M.  
1962 *Batracios de Chile*. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.
- CEREJIDO, M., F. C. HERRERA, W. J. FLANIGAN y P. F. CURRAN.  
1964 The influence of Na concentration on Na transport across frog skin. *J. gen. Physiol.* 47: 879-893.
- CEREJIDO, M., J. H. MORENO, I. REISIN, E. RODRÍGUEZ, C. A. ROTUNNO y E. A. ZYLBER.  
1973 On the mechanism of sodium movement across epithelia. *Ann. N. Y. Acad. Sc.* 204: 310-324.
- CEREJIDO, M., I. REISIN y C. A. ROTUNNO.  
1968 The effect of sodium concentration on the content and distribution of sodium in the frog skin. *J. Physiol., London* 196: 237-253.
- CEREJIDO, M. y C. A. ROTUNNO.  
1970 *Introduction to the study of biological membranes*, Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- CRABBE, J.  
1963 *The sodium-retaining action of aldosterone*, Presses Academiques Europeens, Bruxelles.
- CRIM, J. W.  
1972 Studies on the possible regulation of plasma sodium by prolactin in Amphibia. *Comp. Biochem. Physiol.* 43 A: 349-357.
- CZOPEK, J.  
1962 Vascularization of respiratory surfaces in some Caudata. *Copeia* 3: 576-587.  
1967 Changes in the skin of *Rana temporaria* L. produced by prolonged submersion. *Acta anat.* 68: 300-305.
- DAVENPORT, H. W.  
1966 *El ABC de la química ácido-base*, EUDEBA, Buenos Aires.
- DAVSON, H.  
1970 *A textbook of general physiology*, Fourth Edition, Volumen I, The Williams and Wilkins Company, Baltimore.
- DICKER, S. E.  
1970 The skin and bladder of Amphibians as models for the mammalian nephron. *Hormones* 1: 352-363.
- DIETZ, T. H. y R. H. ALVARADO.  
1970 Osmotic and ionic regulation in *Lumbricus terrestris*. *Biol. Bull.* 138: 247-254.
- DIETZ, T. H., L. B. KIRSCHNER y D. PORTER.  
1967 The roles of sodium transport and anion permeability in generating transepithelial potential differences in larval salamanders. *J. exp. Biol.* 46: 85-96.
- DOBSON, J. G. y G. W. KIDDER.  
1968 Edge damage effect in in vitro frog skin preparations. *Am. J. Physiol.* 214: 719-724.
- DONOSO-BARROS, R.  
1970 Catálogo herpetológico chileno. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Stgo.* 31: 49-124.
- EMILIO, M. G., M. M. MACHADO y H. P. MENANO.  
1970 The production of a hydrogen ion gradient across the isolated frog skin. Quantitative aspects and the effect of acetazolamide. *Biochim. Biophys. Acta* 203: 394-409.
- ERLIJ, D.  
1971 Salt transport across isolated frog skin. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. B.* 262: 153-161.
- ESPINA, S. y M. ROJAS.  
1972 A comparison of the size of the urinary bladder of two South American anurans of different habitat. *Comp. Biochem. Physiol.* 41 A: 115-119.
- FANELLI, G. M. y L. GOLDSTEIN.  
1964 Ammonia excretion in the neotenus newt, *Necturus maculosus* (Rafinesque). *Comp. Biochem. Physiol.* 13: 193-204.
- FAROUHAR, M. G. y G. E. PALADE.  
1964 Functional organization of amphibian skin. *Proc. Nat. Acad. Sc. (USA)* 51: 569-577.  
1965 Cell junctions in amphibian skin. *J. cell Biol.* 26: 263-291.  
1966 Adenosine triphosphatase localization in amphibian epidermis. *J. cell. Biol.* 30: 359-379.

- FERREIRA, K. T. G.  
 1968 Anionic dependence of sodium transport in the frog skin. *Biochim. Biophys. Acta.* 150: 587-598.  
 1973 Kinetic characterization of the chloride dependence of sodium transport in the frog skin. *Biochim. Biophys. Acta.* 291: 269-273.
- FISCHBARG, J., J. A. ZADUNAIKY y F. W. DE FISCH.  
 1967 Dependence of sodium and chloride transports on chloride concentration in isolated frog skin. *Am. J. Physiol.* 213: 963-969.
- FLEMING, W. R.  
 1957 On the role of hydrogen ion and potassium ion in the active transport of sodium across the isolated frog skin. *J. Cell. comp. Physiol.* 49: 129-136.
- FOLLET, B. K.  
 1970 Effects of neurohypophysial hormones and their synthetic analogues on lower vertebrates. *Intern. Encyclop. Pharm. Therap.* 1: 321-350.
- FOXON, G. E. H.  
 1964 Blood and respiration. En: *Physiology of the Amphibia*, Editor J. A. Moore, Academic Press, New York.
- FRIEDMAN, R. T., R. M. AIYAWAR, W. D. HUGHES y E. G. HUF.  
 1967 Effect of  $\text{NH}_4$ -ions on acid-base properties and ion movements in isolated frog skin. *Comp. Biochem. Physiol.* 23: 847-869.
- FRIEDMAN, R. T., N. S. LAPRADE, R. M. AIYAWAR y E. G. HUF.  
 1967 Cremlinal basis for the  $[\text{H}^+]$  gradient across frog skin. *Am. J. Physiol.* 212: 962-972.
- FUNDER, J., H. H. USSING y J. O. WIETH.  
 1967 The effects of  $\text{CO}_2$  and hydrogen ions on active Na transport in the isolated frog skin. *Acta physiol. Scand.* 71: 65-76.
- GANS, C.  
 1970 Strategy and sequence in the Evolution of the external gas exchangers of ectothermal vertebrates. *Forma et Functio* 3: 61-104.
- GARCÍA ROMEU, F. y J. MAETZ.  
 1964 The mechanism of sodium and chloride uptake by the gills of a fresh-water fish, *Carrasius auratus*. I. Evidence for an independent uptake of sodium and chloride ions. *J. gen. Physiol.* 47: 1195-1207.
- GARCÍA ROMEU, F.  
 1971 Anionic and cationic exchange mechanisms in the skin of anurans, with special reference to Leptodactylidae *in vivo*. *Phil. Trans. Roy. Soc. London B* 262: 163-174.
- GONZÁLEZ, C., J. SÁNCHEZ y J. CONCHA.  
 1966 Changes in potential difference and short-circuit current produced by electrical stimulation in a nerve-skin preparation of the toad. *Biochim. Biophys. Acta* 120: 186-188.  
 1967 Further evidence for the release of noradrenaline under nerve stimulation and its effect on the potential difference in a toad nerve-skin preparation. *Biochim. Biophys. Acta.* 135: 167-170.  
 1969 Influence of adrenergic or blocking drugs on the electrical potential profiles in the isolated toad skin. *Arch. Biol. Med. Exp.* 6: 60-62.
- GONZÁLEZ, D., R. VALLEJOS y F. DELGADO.  
 1969 Hemograma periférico de invierno de *Ca-liptocephalella Gayi* (Dumeril y Bibron) (Amphibia, Salientia, Leptodactylidae). *Acta cient. Venezol.* 20: 58-60.
- GÜNTHER, B. y E. MICCO.  
 1954 Metabolismo de algunos anfibios en función del peso corporal. *Bol. Soc. Biol. Concepción.* 29: 57-72.
- HELMAN, S. I. y D. A. MILLER.  
 1971 *In vitro* techniques for avoiding edge damage in studies of frog skin. *Science* 173: 146-148.
- HELLER, H.  
 1965 Osmoregulation in Amphibia. *Arch. Anat. Microsc.* 54: 471-490.
- HELLER, H. y B. T. PICKERING.  
 1970 The distribution of vertebrate neurohypophysial hormones and its relation to possible pathways for their evolution. *Intern. Encyclop. Pharm. Therap.* 1: 59-79.
- HERRERA, F. C.  
 1971 Frog skin and toad bladder. En: *Membranes and ion transport*, Editor E. E. Bittar, Wiley, Interscience, Volumen 3, Páginas 1-47.
- HOSHIKO, T., B. D. LINDLEY y C. EDWARDS  
 1964 Diffusion delay in frog skin connective tissue: a source of error in tracer investigations. *Nature* 201: 932-933.
- HUF, E.  
 1935 Versuche über den Zusammenhang zwischen Stoffwechsel, Potentialbildung und Funktion der Froschhaut. *Pflüger Arch.* 235: 655-673.

- HUF, E. G., J. P. WILLS y M. F. ARRIGHI.  
1955 Electrolyte distribution and active salt uptake in frog skin. *J. gen. Physiol.* 38: 867-888.
- HUTCHISON, V. H., W. G. WHITFORD y M. KOHL.  
1968 Relation of body size and surface area to gas exchange in Anurans. *Physiol. Zool.* 41: 65-85.
- JARD, S.  
1966 Etude des effets de la vasotocine sur l'excrétion de l'eau et des électrolytes par le rein de la grenouille *Rana esculenta* L.: Analyse à l'aide d'analogues artificiels de l'hormone naturelle des caractères structuraux requis pour son activité biologique. *J. Physiol. Paris* 58 Suppl. XV: 1-124.
- JOHANSEN, K. y C. LENFANT.  
1972 A Comparative approach to the adaptability of O<sub>2</sub>HB affinity. En: *The 4 th. Alfred Benzon Symposium: O<sub>2</sub>, affinity of hemoglobin and red cell and acid-base status*. Editor P. Astrup.
- JORGENSEN, C. B., H. LEVI y K. ZERAHN.  
1954 On active uptake of sodium and chloride ions in Anurans. *Acta physiol. Scand.* 30: 178-190.
- JUST, J. J., R. N. GATZ y E. C. CRAWFORD.  
1973 Changes in respiratory functions during metamorphosis of the bullfrog, *Rana catesbeiana*. *Resp. Physiol.* 17: 276-282.
- KERSTETTER, T. H., L. B. KIRSCHNER y D. RAFUSE.  
1970 On the mechanism of sodium ion transport by the irrigated gills of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. gen. Physiol.* 56: 342-359.
- KEYNES, R. D.  
1969 From frog skin to sheep rumen: a survey of transport of salts and water across multicellular structures. *Q. Rev. Biophys.* 2: 177-281.
- KIRSCHNER, L. B.  
1960 Permeability of frog skin to choline. *Science* 132: 85-86.  
1970 The study of NaCl transport in aquatic animals. *Am. Zool.* 10: 365-376.
- KIRSCHNER, L. B., L. GREEWALD y T. H. KERSTETTER.  
1973 Effect of amiloride on sodium transport across body surfaces of freshwater animals. *Am. J. Physiol.* 224: 832-837.
- KOEFOD-JOHNSEN, V. y H. H. USSING.  
1958 The nature of the frog skin potential. *Acta physiol. Scand.* 42: 298-308.
- KROGH, A.  
1937 Osmotic regulation in the frog (*R. esculenta*) by active absorption of chloride ions. *Skand. arch. Physiol.* 76: 60-74.  
1939 *Osmotic regulation in aquatic animals*, Cambridge University Press (reimpreso por Dover Publications, New York).
- LAHLOU, B.  
1970 La fonction rénale des téléostéens et son rôle dans l'osmo-régulation. *Bull. Inf. Scientif. Techn. Comm. Energie Atom. (France)* 144 (Janvier): 17-52.
- LENFANT, C. y K. JOHANSEN.  
1967 Respiratory adaptations in selected amphibians. *Resp. Physiol.* 2: 247-260.  
1972 Gas exchange in gill, skin, and lung breathing. *Resp. Physiol.* 14: 211-218.
- LINDLEY, B. D.  
1970 Fluxes across epithelia. *Am. Zool.* 10: 355-364.
- LYNCH, J. D.  
1971 Evolutionary relationships, osteology, and zoogeography of Leptodactyloid frog. *Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Misc. Publ.* 53: 1-238.
- MACEY, R. I. y D. C. KOBlick.  
1963 Effects of choline and other quaternary ammonium compounds on Na movements in frog skin. *Am. J. Physiol.* 205: 1063-1066.
- MACROBBIE, E. A. C.  
1970 The active transport of ions in plant cells. *Q. Rev. Biophys.* 3: 251-294.
- MAETZ, J.  
1956 Les échanges de sodium chez le poisson *Carrasius auratus* L. Action d'un inhibiteur de l'anhydrase carbonique. *J. Physiol. Paris.* 48: 1085-1099.  
1968 Salt and water metabolism. En:  *Perspectives in endocrinology. Hormones in the lives of lower vertebrates*. Editores HE. J. W. Barrington y C. Barker Jorgensen, Academic Press, London, páginas 47-162.  
1970 Mechanisms of salt and water transfer across membranes in teleosts in relation to the aquatic environment. *Mem. Soc. Endocrinol.* 18: 3-29.

- MAETZ, J.  
1971 Fish gills: mechanisms of salt transfer in fresh water and sea water. *Phil. Trans. Roy. Soc. London B* 262: 209-249.  
1972 Branchial sodium exchange and ammonia excretion in the goldfish *Carassius auratus*. Effects of ammonia-loading and temperature changes. *J. exp. Biol.* 56: 601-620.  
1973  $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  exchanges and  $\text{NH}_3$  movement across the gill of *Carassius auratus*. *J. exp. Biol.* 58: 255-275.
- MAETZ, J. y F. GARCÍA ROMEU.  
1964 The mechanism of sodium and chloride uptake by the gills of a fresh water fish, *Carassius auratus*. II. Evidence for  $\text{NH}_4^+/\text{Na}^+$  and  $\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^-$  exchanges. *J. gen. Physiol.* 47: 1209-1227.
- MAREN, T. H.  
1967 Carbonic anhydrase: chemistry, physiology and inhibition. *Physiol. Revs.* 47: 595-781.
- MARTIN, D. W.  
1964 Reversed potentials of isolated frog skin. *J. Cell comp. Physiol.* 63: 245-251.
- MARTIN, D. W. y CURRAN, P. F.  
1966 Reversed potentials in isolated frog skin II. Active transport of chloride. *J. Cell comp. Physiol.* 67: 367-374.
- MOENS, L.  
1972 Isolation of neurohypophysial hormones of *Rana temporaria*. *Nature* 237: 268-269.
- MOREL, F. y S. JARD.  
1968 Actions and functions of the neurohypophysial hormones and related peptides in lower vertebrates. En: *Neurohypophysial hormones and similar polypeptides*. Editor B. Berde, Springer-Verlag, Berlín, Páginas 655-716.
- MORENO, J. H., I. L. REISIN, E. RODRÍGUEZ, C. A. RUTUNNO, y M. CEREJIDO.  
1973 Barriers to sodium movement across frog skin. *J. Membrane Biol.* 11: 99-115.
- MOTAIS, R.  
1967 Les mécanismes d'échanges ioniques branchiaux chez les téléostéens. *Ann. Inst. Océanogr.* 45: 1-83.
- MOTAIS, R. y F. GARCÍA ROMEU.  
1972 Transport mechanism in the teleostean gill and amphibian skin. *Ann. Rev. Physiol.* 34: 141-176.
- NORRIS, B. J. CONCHA, C. GONZÁLEZ y J. SÁNCHEZ.  
1972 Relation between the corium glands and the effects of catecholamines and acetylcholine on toad skin potential. *Acta physiol. Latinoam.* 22: 38-44.
- NUTBOURNE, D. M.  
1968 The effect of small hydrostatic pressure gradients on the rate of active sodium transport across isolated living frog skin membranes. *J. Physiol. London* 195: 1-18.
- PAYAN, P. y J. MAETZ.  
1973 Branchial sodium transport in *Scyliorhinus canicula*: evidence for  $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$  and  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  exchanges and for a role of carbonic anhydrase. *J. exp. Biol.* 58: 487-502.
- PÉFAUR, J.  
1972 Gondwana, deriva continental y fósiles antárticos. *Boletín de Difusión INACH* 7: 7-12.
- PROSSER, C. D. y F. A. BROWN.  
1965 *Comparative animal physiology*. W. B. Saunders Co., Philadelphia.
- RAHN, H.  
1966 a Aquatic gas exchange: theory. *Resp. Physiol.* 1: 1-12.  
1966 b Evolution of the gas transport system in vertebrates. *Proc. Roy. Soc. Med.* 59: 493-494.
- RAWLINS, F., L. MATEU, F. FRAGACHAN y G. WHITTEMBURY.  
1970 Isolated toad skin epithelium: transport characteristics. *Pflügers Arch.* 316: 64-80.
- REDFIELD, A. C.  
1933 The evolution of respiratory function of the blood. *Q. Rev. Biol.* 8: 31-57.
- ROBIN, E. D., P. A. BROMBERG y C. E. CROSS.  
1969 Some aspects of the evolution of vertebrate acid-base regulation. *Yale J. Biol. Med.* 41: 448-467.
- ROMER, A. S.  
1972 Skin breathing — Primary or secondary? *Resp. Physiol.* 14: 183-192.  
1973 L'origine des classes de vertébrés. *La Recherche* 4: 347-361.
- RORUNNO, C. A. y M. CEREJIDO.  
1966 Movimiento y distribución de sodio en membranas epiteliales. *Acta Physiol. Latinoam.* 16: (Supl. N° 2): 270-276.

- SALÉE, M. L. y M. VINDREQUIN-DELIÈGE.  
1967 Nervous control of the permeability characteristics on the isolated skin of the toad *Bufo bufo* L. Comp. Biochem. Physiol. 23: 583-597.
- SÁNCHEZ, J., C. GONZÁLEZ y J. CONCHA.  
1966 Influencia de la estimulación nerviosa sobre la corriente de corto-circuito y diferencia de potencial en un trozo de piel aislada de sapo. Arch. Biol. Med. Exp. 3: 79-84.
- SANDERSON, P. H.  
1952 Potentiometric determination of chloride in biological fluids. Biochem. J. 52: 502-505.
- SAWYER, W. H.  
1968 Phylogenetic aspects of the neurohypophysial hormones. En: *Neurohypophysial hormones and similar polypeptides*. Editor B. Berde, Springer-Verlag, Berlín, Páginas 717-747.  
1972 Lungfishes and amphibians: endocrine adaptation and the transition from aquatic to terrestrial life. Fed. Proc. 31: 1609-1614.
- SCHAEFFER, B.  
1969 Adaptive radiation of the fishes and the fish-amphibian transition. Ann. N.Y. Acad. Sc. 167: 5-17.
- SCHMALHAUSEN, I. I.  
1968 *The origin of terrestrial vertebrates*. Academic Press, New York.
- SCHOFFENIELS, E. y M. L. SAEÉE.  
1965 The effects of the electrical stimulation of the brachial plexus on the potential difference of frog skin. Comp. Biochem. Physiol. 14: 587-602.
- SCHOFFENIELS, E. y R. R. TERCAFS.  
1965/66 L'osmorégulation chez les batraciens. Ann. Soc. Roy. Zool. Belgique 96: 23-29.
- SHAW, J.  
1959 The absorption of sodium ions by the crayfish, *Astacus pallipes* Lereboullet. I. The effect of external and internal sodium concentrations. J. exp. Biol. 36: 126-144.  
1960 a The absorption of sodium ions by the crayfish *Astacus pallipes* Lereboullet. II. The effect of the external anion. J. exp. Biol. 37: 534-547.  
1960b The absorption of chloride ions by the crayfish, *Astacus pallipes* Lereboullet. J. exp. Biol. 37: 557-572.
- SHOEMAKER, V. H.  
1964 The effects of dehydration on electrolyte concentrations in a toad, *Bufo marinus*. Comp. Biochem. Physiol. 13: 261-271.
- SLAYMAN, C. L. y C. W. SLAYMAN.  
1968 Net uptake of potassium in *Neurospora*: exchange for sodium and hydrogen ions. J. gen. Physiol. 52: 424-430.
- SNELL, F. M. y O. R. MC INTYRE.  
1960 The effects of carbon dioxide and hydrogen ion on sodium transport in isolated frog skin. Biochim. Biophys. Acta 41: 89-98.
- STOBART, R. H.  
1965 The effect of some anions and cations upon the fluxes and net uptake of sodium in the larva of *Aedes aegypti* (L.) J. exp. Biol. 42: 29-43.  
1967 The effect of some anions and cations upon the fluxes and net uptake of chloride in the larva of *Aedes aegypti* (L.), and the nature of the uptakes mechanisms for sodium and chloride. J. exp. Biol. 47: 35-57.  
1971 Evidence for  $N^+/H^+$  and  $Cl^-HCO_3^-$  exchanges during independent sodium and chloride uptake by the larva of the mosquito *Aedes aegypti* (L.) J. exp. Biol. 54: 19-27.
- SZARSKI, H.  
1962 The origin of the Amphibia. Q. Rev. Biol. 37: 189-241.
- THOMSON, K. S.  
1971 The adaptation and evolution of early fishes. Q. Rev. Biol. 46: 139-166.
- TORELLI, G. F. CELENTANO, G. CORTILI y G. GUELLA.  
1968 Dispositivo per la misura del potenziale di membrana su pelle di rana *in vivo*. Boll. Soc. Ital. Biol. Sper. 44: 501-504.
- USSING, H. H.  
1949 The active transport through the isolated frog skin in the light of tracer studies. Acta physiol. Scand. 17: 1-37.  
1960 The frog skin potential. J. gen. Physiol. 43: (Suppl.): 135-147.  
1969 Summary address. En: *The molecular basis of membrane function*. Editor D.C. Tosteson, Prentice Hall Ins, New Jersey.
- USSING, H. H. y K. ZERAHN.  
1951 Active transport of sodium as the source of electric current in the short-circuited isolated frog skin. Acta physiol. Scand. 23: 110-115.
- VAN LENNEP, E. W. y H. KOMNICK.  
1971 Histochemical demonstration of sodium and chloride in the frog epidermis. Cytobiologie 3: 137-151.

VOÛTE, C. L. y H. H. USSING.

1968 Some morphological aspects of active sodium transport. The epithelium of the frog skin. *J. Cell Biol.* 36: 625-638.

WHITFORD, W. G.

1973 The effects of temperature on respiration in the Amphibia. *Am. Zool.* 13: 505-512.

WHITFORD, W. G. y V. H. HUTCHISON.

1965 Gas exchange in salamanders. *Physiol. Zoöl.* 38: 228-242.

ZADUNAIKY, J. A., O. A. CANDIA y D. J. CHIARANDIN.

1963 The origin of the short —circuit current in the isolated skin of the South American frog *Leptodactylus ocellatus*. *J. gen. Physiol.* 47: 393-402.



DICCIONARIO DE SITIOS  
ARQUEOLOGICOS DE CHILE CENTRAL  
APENDICE 1975-1977

RUBÉN STEHBERG L. (\*)

Este estudio ha sido realizado a fin de mantener debidamente actualizado el Diccionario de Sitios Arqueológicos de Chile Central, del suscrito, editado en 1975, en la Publicación Ocasional 17: 3-96 del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago.

El descubrimiento frecuente de nuevos yacimientos arqueológicos en la zona y nuestro deseo de mantener esta obra rigurosamente vigente, hacen necesaria la publicación continua de apéndices como el presente —con que iniciamos la serie—, y que estamos seguros será de gran utilidad para la comunidad arqueológica, máxime si consideramos la conveniencia de poseer en un texto toda la información sobre la materia, de por sí dispersa y sin un adecuado tratamiento científico.

Consciente de esta realidad, la Sección de Antropología del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, mantendrá un fichero de sitios arqueológicos, base de estas publicaciones, que podrá ser incrementado con los aportes de los especialistas, para su oportuna publicación.

---

(\*) Investigador - Jefe del Laboratorio de Antropología. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago. Casilla 787. Profesor de Arqueología del Dpto. de Ciencias Antropológicas y Arqueológicas. Universidad de Chile. Santiago.

**ANDES, Los**  
Cementerio diaguíta

32° 50' L.S. - 70° 36' L.W.

Durante excavaciones realizadas para instalar la red de alcantarillado en Avenida Pascual Barburizza, población Pucara de la ciudad de Los Andes, fueron encontrados varios esqueletos humanos en posición semisentada, junto a artefactos arqueológicos que los vinculan a la cultura diaguíta chilena.  
El Mercurio 31-7-1975: 21.

**ALFALFAL, El**  
Petroglifos

33° 30' - 70° 12'

En el borde nororiente de la terraza alta, a 3 km de la margen N del curso inferior del Río Colorado, del Maipo, a corta distancia hacia el NE de Los Maitenes, se han detectado varios sitios al aire libre, posiblemente agrícola-habitacionales y/o talleres líticos. Existen además varios conjuntos de petroglifos.  
Madrid 1974-5: 175, 177 y 1977: IV, 107, 110, 186, 188, 198, 218, 229, 241, 261, 269, 273.

**BAJO DEL MAITEN**  
Piedras tacitas

32° 30' - 70° 37' aprox.

En la comunidad agrícola de Campo de Ahumada, situada en un cordón de cerros al NW de San Esteban, en el Departamento de Los Andes, en el sitio de la familia Vivar, se encuentra una piedra tacita con dos cavidades. En sus alrededores se han hallado numerosas puntas de proyectil, tembetás, cerámica y otros artefactos.  
Sanguinetti 1972: 277 - 279.

**BLANCO, Cerro**  
Piedras tacitas y taller lítico

33° 25' - 70° 29'

En la falda NE del Cerro Blanco, antiguamente conocido como Huechuraba y localizada en la parte N de la ciudad de Santiago, existe una piedra tacita con más de 150 horadaciones, presuntamente de origen precerámico (3.000 a 4.000 años A.P.), pero existen evidencias de reutilización posterior por parte de grupos araucanizados. Algo más arriba se detectó la presencia de un taller lítico.  
León 1889: 12; El Mercurio 5-9-75: 23; 27-6-76: 27, 28; 10-11-76: 21, 24; 2-1-78: 24 y 19-1-78: 2; La Tercera de Santiago 6-9-75: 12; Vea 11-9-75: 14, 15.

**BLANCO, Río**  
Petroglifos

32° 33' - 70° 13'

En Potrero Escondido, en el río Blanco, que fluye hacia el NW, vaciándose en la margen E del curso superior del río Colo-

rado, del Aconcagua, Rodolfo Kuhrke, descubrió figuras de guanaco, avestruces y figuras humanas trazadas en relieve. Iribarren 1973: 143.

**BUIN**

33° 44' - 70° 45'

Cementerio agroalfarero tardío

En la plaza José Alberto Bravo, a la entrada del pueblo de Buin y junto a la Carretera Panamericana, fueron exhumados esqueletos humanos junto a grandes vasijas globulares, jarros con dos asas, etc., aparentemente de origen indígena tardío. La Tercera de La Hora 3-9-75: 13.

**CAMPO DE AHUMADA**

32° 47' - 70° 33', aprox.

Petroglifos y piedras tacitas

En la comunidad agrícola de Campo de Ahumada, situada en un cordón de cerros al NW de la comuna de San Esteban, en el Depto. de Los Andes y ocupando las hoyas de las Quebradas Seca, Honda y del Arpa, existen numerosos sitios arqueológicos tales como: Llano de Los Corrales y Quebrada Honda, con petroglifos; Las Represas y el Visnagal, con petroglifos y piedras tacitas; El Llano y Bajo del Maitén con piedras tacitas. Sanguinetti 1968: 250 y 1972: 271, 291.

**CRUZ DEL PADRE, La**

32° 47' - 70° 33' aprox.

Taller lítico

Pasando el Cajón del Arpa, al NW de la comuna de San Esteban, en el Depto. de Los Andes, se llega al sector denominado La Cruz del Padre, a 3.900 m.s.n.m., donde se han encontrado puntas de proyectil foliáceas pedunculadas trabajadas en ambas caras. Su pedúnculo es ancho, redondeado y ocupa el 25% del total de la lámina, lo que recuerda a un tipo lítico de Huentelauquén. Sanguinetti 1972: 279, 281.

**CHACAYES, Los**

33° 49' - 70° 06'

Cementerio alfarero temprano.

A 5 km al E de la localidad del Romeral, camino al embalse de El Yeso, en la margen sur del curso superior del río Volcán, entre las Quebradas El Salto y El Yesillo, se excavó un cementerio con osamentas braquioides, junto a un ajuar consistente en tembetás, orejeras, pipas, piedras horadadas, puntas de proyectil y cerámica negra y roja pulida, con presencia de jarros con gollete y asa puente, decoración en pintura negativa y cántaros con forma de cucurbitácea y estilización de camélido, que los vinculan al Molle II o Avanzado del Norte Chico. Fue datado en 430 ± 90 años d.C.

Puente Alto al Día 11-8-73; 1; Perl 1973: 6; Madrid 1974-5: 175, 177 y 1977: 107, 108, 175, 176, 177, 204, 219, 241, 248, 257, 259, 260, 262, 267, 269, 272, 274, 279; Stehberg 1976a; Castro y otros 1977: 61, 63.

**CHIÑIHUE**

32° 41' - 71 05'

Cementerio alfarero temprano

En el patio de una casa de Chiñihue, a 50 m de la carretera a San Antonio, a 12 km al E de Melipilla, apareció a escasos centímetros de profundidad un cementerio indígena constituido por tumbas individuales con esqueletos flectados lateral derecho; algunas urnas funerarias para infantes y ajuar consistente en jarros patos y vasijas cerámicas de color negro bien alisado, decoradas en rojo sobre crema o con pintura postcocción rojo sobre beige pulido; tembetás botoniformes con o sin aleta de greda o piedra; pipas cerámicas; cintas de cobre; ofrendas de mariscos de mar y agua dulce, etc., que lo vinculan a ocupaciones alfareras tempranas de la zona.

Castro y otros 1977: 61; Madrid 1977: 183, 202, 248, 259, 279, 283.

**GUAYACANES, Los**

33° 07' - 70° 50' aprox.

Piedras tacitas

En afloramientos rocosos de la ladera NE del Cerro Casanova, en el interior del Fundo Los Guayacanes, al oriente de Huechún, y a pocos metros al sur del estero Los Perales, existen 4 núcleos de piedras tacitas de forma cupuliforme y ovoidales, algunas comunicadas entre sí por una pequeña canaletta. En sus alrededores se encontró material lítico.

Stehberg y Durán, 1976 (MS).

**HIGUERAL, El**

32° 46' - 70° 33' aprox.

Cementerio de túmulos Aconcagua Salmón

En el sector NE de Los Andes, en el lugarejo El Higueral o Los Espinales, al NE de San Esteban, existe un cementerio saqueado de túmulos con restos de cerámica Aconcagua Salmón e Inca-local. Los túmulos alcanzan alturas de 2 y 5 m de radio.

Stehberg y Durán, 1976 (MS).

**LONQUEN**

33° 43' - 70° 52'

Cementerio indígena tardío

En la localidad de Lonquén, en la banda N del curso medio del río Maipo, próximo a Isla de Maipo, fueron exhumados de un cementerio indígena, esqueletos junto a un ajuar consistente en jarros y ollas de superficie gris alisada, de forma globular, base plana y cuello cilíndrico, posiblemente del período agroalfarero tardío.

Marcela Lama y Carlos Thomas, 1975 (MS).

**LLANO DE LOS CORRALES**

32° 46' - 70° 37' aprox.

Petroglifos

En la Quebrada del Arpa que nace al NW de Campo de Ahumada Alto, en un cordón que se extiende entre los cerros del Yaretal y el Alto del Cobre, al NW de la comuna de San Esteban, en el Depto. de Los Andes, a 1850 m.s.n.m. existen 2 bloques de petroglifos con representaciones geométricas, antropo y zoomorfas.

Sanguinetti 1972: 272 - 274.

**LLANO, El** 32° 46' - 70° 37' aprox.  
Piedras tacitas

Próximo al sitio Llanos de Los Corrales, en la localidad de El Llano, en Campo de Ahumada Alto, a 1800 m.s.n.m., al NW de la comuna de San Esteban, en el Depto. de Los Andes, existe una piedra tacita con una cavidad central de 20 cm de diámetro y 18 cm de profundidad. En el cercano potrero de Las Majadas, del mismo fundo, se hallaron varios morteros y metates partidos. Sanguinetti 1972: 275.

**LLANOS, Casa de Piedra Los** 33° 16' - 70° 22' aprox.  
Alero rocoso Molle y Aconcagua Salmón

En el comienzo de la Quebrada La Huesera, que corre hacia el W y cae en el Estero Arrayán, al NE del pueblo del mismo nombre, a 30 km de Santiago, a 1760 m.s.n.m., fue excavado un amplio alero rocoso que arrojó una secuencia ocupacional desde tiempos precerámicos tardíos hasta coloniales, pasando por períodos Molle y Aconcagua Salmón. Las evidencias faunísticas demuestran una economía básica cazadora-recolectora durante todas las ocupaciones, combinadas con relaciones con el valle durante el período Aconcagua Salmón. Stehberg y Fox, 1977.

**MAITENES, Los** 33° 32' - 70° 17'  
Cementerio indígena

En la margen S del curso inferior del río Colorado, del Maipo, a unos 6 km al E de El Manzano, se ha mencionado la existencia de un cementerio indígena. Madrid 1974-5: 175 y 1977: 108.

**MARIA PINTO** 33° 31' - 71° 08'  
Cementerio Aconcagua Salmón

A 2 km al N de María Pinto, comuna de Melipilla, en la margen N del río Puangue, dentro del fundo Las Tranqueras, fueron encontrados durante faenas de apertura de un canal de desagüe, un cementerio de túmulos con esqueletos braquioides enterrados en posición decúbito dorsal o lateral derecha y un ajuar consistente en platos y escudillas con decoración tricroma (Aconcagua Salmón), en cuyo interior se halló restos de ofrendas alimenticias (choritos de río-diplodón y ratones silvestres-degú). Fue datado con RC-14 en  $990 \pm 80$  años d.C. El Labrador, Melipilla 22-8-1975: 1; La Segunda 27-8-75; El Mercurio 29-8-75: 1, 21; Stehberg 1977; Durán 1977 (MS); Madrid 1977: 188, 202, 286 y Castro y otros 1977: 61.

**MERCACHAS, Cerro Las** 32° 55' - 70° 33'  
Fortaleza inca y petroglifos

A 6 km al E de la ciudad de Los Andes, entre los fundos El Sauce y Santa Rosa, a 3 km al S del río Aconcagua, en el Cerro Mercachas, más conocido como Cerro La Mesa, a 1655 m.s.

n.m. existen los restos de una fortificación incaica, consistente en muros y recintos semicirculares de cumbre, elaboradas a base de la técnica de pirca seca, rodeadas de murallones defensivos. El material encontrado corresponde a restos de cerámica inca-local y algunas puntas pequeñas triangulares de base cóncava. Existen además dos conjuntos de petroglifos con motivo "círculo con punto central", figura humana esquemática y signo escudo. Sanguinetti 1975: 129, 139; Stehberg, 1977 (MS).

#### **MINCHA SUR**

31° 34' - 71° 27'

##### **Petroglifos**

Sobre el cono de deyección de la Quebrada Ramona, que cae en la margen S del curso inferior del río Choapa, en la localidad de Mincha Sur, existen dos petroglifos consistentes en figuras o máscaras antropomorfas (cabezas tiara), elaboradas por técnicas de piqueteado. Ambas apuntan hacia el SE, dominando la Quebrada Ramona. Por su parecido con las del Valle del Encanto, se las ha considerado de origen Molle. Stehberg y C. Duque, 1976 (MS).

#### **MORROS, Puente de Los**

33° 38' - 70° 38'

##### **Puente incaico y bocatomas indígenas**

En el curso medio del río Maipo, algunos kilómetros al W de Puente Alto, cerca del actual Puente de Los Morros, existió en tiempos incaicos un puente y bocatomas de las acequias indígenas del Maipo.

Bibar 1966: 84, 85; Arroyo 1975: 19; Stehberg, 1976b: 5.

#### **NOGALES**

32° 45' - 71° 14' aprox.

##### **Cementerio Aconcagua Salmón (?)**

En el fundo Bellavista, a 15 km al NE de La Calera, en la comuna de Nogales, fueron exhumados 12 esqueletos acompañados de utensilios cerámicos de color rojo-anaranjado (Aconcagua Salmón) (?). Anteriormente y en otro potrero del mismo fundo se halló un conjunto de artefactos metálicos en cuyo interior había restos de escoria.

Las Últimas Noticias 1-3-76: 8; y 2-3-76: 4; El Mercurio 3-3-76: 19.

#### **PIRQUE, San Juan de**

33° 40' - 70° 35'

##### **Petroglifos**

En la localidad de San Juan de Pirque, frente a Las Vertientes, en la margen S del curso medio del río Maipo, existe un conjunto de petroglifos, con diseños geométricos destacando el motivo círculo con o sin punto central y apéndices.

Madrid 1974-5: 175 y 1977: 108, 115, 200.

#### **PUENTE DE TIERRA**

34° 06' - 70° 02'

##### **Abrigo rocoso**

En el cauce del curso superior del río Maipo, aguas arriba de la desembocadura del río Barroso, a 2200 m.s.n.m., está la

Cueva de las Termas, de la que se extrajo cerámica tosca café y decorada negro sobre salmón.

Madrid 1974-5: 175 y 1977: 67, 107, 108, 110, 112, 113, 186, 188, 209, 258, 262.

### **QUEBRADA HONDA**

32° 46' - 70° 36' aprox.

Petroglifos

En Quebrada Honda, en Campo de Ahumada, situado en un cordón de cerros al NW de la comuna de San Esteban, en el Depto. de Los Andes, existen dos bloques con petroglifos grabados con el "signo escudo". En sus cercanías se han hallado fragmentos de piedras de moler.

Saguinetti 1972: 277, 282.

### **QUEREDO**

31° 56' - 71° 32'

Paleoindio

En las cercanías de los estanques de agua potable de Los Vilos, en las riberas de una antigua laguna litoral —hoy convertida en bosque relictual— conocido como bosque de Queredo, en la planicie de los llanos del mismo nombre, a 3 km al S del puerto de Los Vilos, existe un yacimiento paleoindio, con restos de fauna extinta de fines del pleistoceno (huesos de mastodonte), asociados a artefactos de hueso utilizado por el hombre y material lítico. Un estrato medio fue datado en aproximadamente 7.000 años a.C. por lo que se supone que el sitio comenzó a ser utilizado mucho antes.

Montané y Bahamondes 1973: 215-222; El Mercurio 8-10-1976 y 17-4-77: 38; L. Núñez 1977 (MS).

### **QUILICURA**

33° 23' - 70° 45'

Cementerio incaico

En la calle Guardiamarina Riquelme altura del 500, en la ciudad de Quilicura, al N de Santiago, fueron exhumados a 1,80 m de profundidad, osamentas humanas en posición extendida y lateral, junto a un ajuar consistente en platos, ollas y aribaloides de origen inca-local. Se postula que Quilicura fue una aldea satélite del centro administrativo del Mapocho, durante la segunda etapa de la conquista incaica de Chile Central.

La Segunda 27-6-75: 5; La Patria 27-6-75: 9; Las Ultimas Noticias 27-6-1975: 11; El Mercurio 27-6-75: 20; Vea 3-8-75: 13; Durán, 1976: 3-5; Stehberg, 1976c: 5-13.

### **QUINTRALA, Parque La**

33° 27' - 70° 33'

Cementerio alfarero temprano

En la calle La Cañada, dentro del Parque La Quintrala de La Reina, al E de la ciudad de Santiago, se descubrió un cementerio —presuntamente alfarero temprano— a 2,70 m de profundidad, con presencia de esqueletos de adultos e infantes flectados o extendidos, rodeados de un emplentillado circular de piedra, junto a restos de cerámica negra y roja pulida, gris incisa, pin-

tura negativa, tembetá lítico discoidal con alas y cuentas de collar.

El Mercurio 26-9-76: 31, 34; 1-10-76: 2; Las Ultimas Noticias 26-9-76: 28; Thomas, 1975 (MS); Madrid 1977: 248, 279, 283; Castro y otros 1977: 61 y Stehberg, 1976d: 138.

**REPRESAS, Las**

32° 30' - 70° 34' aprox.

Piedra tacita y petroglifos

Se encuentra a continuación del Llano de Los Corrales, en un cordón de cerros al NW de la comuna de San Esteban, en el Depto. de Los Andes, a 1.800 m.s.n.m., en un lugar en que la quebrada se ensancha formando terrazas. Junto a una acequia apareció un esqueleto y un jarro utilitario alisado de forma globular con dos asas aplanadas que sobresalen del borde. Próximo también, se ha encontrado una piedra tacita pequeña con tres cavidades, metates, puntas triangulares, tembetás, algunos pendientes de piedra y un conjunto de petroglifos geométricos zoo y antropomorfos.

Sanguinetti 1972: 274-275.

**ROSA, La**

34° 21' - 71° 17'

Enterratorios indígenas

En un naranjal del fundo La Rosa, en la banda N del curso inferior del río Cachapoal, a 10 km al NW de Peumo, el Sr. E. Zúñiga encontró a 45 cm de profundidad, restos de piedras horadadas, puntas de proyectil, esqueletos humanos, manos de moler, tembetás y jarros de cerámica gris pulida.

Ercilla 10-3-76: 23.

**SANTA ROSA, Lomas de**

32° 55' - 70° 33' aprox.

Cementerio de túmulos

Al pie SW del Cerro Mercachas, al E de la ciudad de Los Andes, arqueólogos de la Universidad de Chile, Santiago, excavaron un cementerio de túmulos, perteneciente al período agroalfarero tardío.

Sanguinetti 1975: 129; Madrid 1977: 286; Castro y otros 1977: 61.

**TRIUNFO, El**

32° 48' - 70° 36'

Cementerio Inca

En el asentamiento El Triunfo, Comuna de San Esteban, al NE de la ciudad de Los Andes, fue excavado un cementerio inca-local, constituido por sepulturas individuales o múltiples, exhumadas a distintas profundidades, con un ajuar consistente en aribaloides, platos ornitomorfos, ollas utilitarias y pequeñas puntas de proyectil triangulares de base cóncava. Presenta evidente influencia diaguita.

E. Durán y C. Coros, 1977 (MS).

**TUNGA SUR** 31° 27' - 71° 22'  
Petroglifos y cementerio diaguita

En un afloramiento rocoso al pie de la terraza principal, en la margen S del curso inferior del río Choapa, frente a un meandro del río denominado Posa El Almendro, en Tunga Sur, existen numerosos petroglifos principalmente geométricos y zoomorfos. La superficie del sector se encuentra removida con mucha cerámica tosca poco diagnóstica. Se vincularían con un cementerio diaguita saqueado, localizado en una era de cultivo moderna, a sólo 200 m en dirección W. Stehberg y C. Duque, 1976 (MS).

**TOBALABA** 33° 27' - 70° 34'  
Enterratorio incaico

En la calle Javiera Carrera 346, en Tobaraba, sector E de la ciudad de Santiago, fue encontrado un esqueleto en posición extendida a una profundidad de 2.80 m junto a platos, tazas y jarrros engobados de rojo. Dos de los platos se encontraban decorados interiormente con líneas paralelas en V, mientras que un tercero, poseía la decoración en el exterior, constituida por rombos contiguos unidos por el vértice en colores blanco y negro sobre rojo, que los vinculan a la ocupación inca regional. H. Niemeyer, 1955 (MS).

## BIBLIOGRAFÍA

**ARROYO ACUÑA, MARIO**

1975 Acuarelas de Ayer y Hoy. Crónicas de San Bernardo. Ediciones Maipo. Santiago. pp. 8-137.

**BIBAR, GERONIMO DE**

1966 Crónica y relación copiosa y verdadera de los reinos de Chile. MDLVIII. Fondo Histórico y bibliográfico J. T. Medina. Santiago. Tomo II, MCMLXVI, 214 págs.

**CASTRO, VICTORIA; J. KALTWASSER, J. MADRID, etc.**

1977 Prehistoria. Cultura Chilena. Depto. de Ciencias Antropológicas y Arqueológicas. Univ. de Chile. Santiago: 43-78.

**DURAN SERRANO, ELIANA**

1976 Antecedentes geográficos e históricos de Quilicura. Mus. Nac. Hist. Nat. Not. Mens. 234: 3-5. Santiago.

**IRIBARREN CHARLIN, JORGE**

1973 Geoglifos, Pictografías y Petroglifos de Chile. Public. del Mus. Arq. de La Serena 15: 133-159. La Serena. Chile.

**LEON, CARLOS EMILIO**

- 1889 Tradiciones y recuerdos de la Hermita de Monserrat, Rosario de La Viña. Santiago.

**MADRID, JACQUELINE**

- 1974-5 Ocupación indígena en el Valle Superior del río Maipo. Bol. de Prehistoria de Chile. 7-8: 171-177. Universidad de Chile. Santiago.
- 1977 Ocupación indígena en el valle superior del río Maipo. Tesis de Licenciatura en Arqueología y Prehistoria. Univ. de Chile. 409 Págs.

**MONTANE M., JULIO Y RAUL BAHAMONDES**

- 1973 Un nuevo sitio paleo-indio en la provincia de Coquimbo, Chile. Public. del Mus. Arq. de La Serena. Bol. 15: 215-222.

**PERL, ELISABETH**

- 1973 Tesoro indígena hace presente la historia. La Segunda, lunes 27 de agosto de 1973: 6. Santiago.

**SANGUINETTI DE CATARDO, NORMA**

- 1968 Algunos petroglifos de Piguchén. Valparaíso. An. del Mus. de Hist. Nat. de Valpo. 1: 249-259.
- 1972 Notas sobre la Arqueología de Campo de Ahumada. An. del Mus. de Hist. Nat. de Valparaíso. 5: 271-291. Valparaíso.
- 1975 Construcciones indígenas en el Cerro Mercachas. An. Mus. Hist. Nat. de Valpo. 8: 129-139. Valparaíso.

**STEHBERG LANDSBERGER, RUBEN**

- 1976a El cementerio alfarero temprano de Chacayes. Interior del Cañón del Maipo, Chile, datado en 430 años d.C. Actas del IV Congreso Nacional de Arqueología Argentina, realizado en San Rafael en mayo de 1976. (En Prensa).
- 1976b La Fortaleza de Chena y su relación con la ocupación incaica de Chile Central. Mus. Nac. de Hist. Nat. Public. Ocas. 23: 3-37. Santiago.
- 1976c Notas arqueológicas del cementerio incaico de Quilicura. Santiago - Chile. Mus. Nac. de Hist. Nat. Not. Mens. 234: 5-13. Santiago, Chile.
- 1976d Un sitio habitacional alfarero temprano en el interior de la Quinta Normal, Santiago, datado en 180 años A. C. An. Univ. del Norte 10: 127-140. Antofagasta.
- 1977 Primeros fechados RC-14 de los pueblos portadores de cerámica en la zona central de Chile. Revista Chilena de Antropología 1. Univ. de Chile. Santiago (En prensa).

**STEHBERG, RUBEN Y KEITH FOX**

- 1977 Excavaciones arqueológicas en el alero rocoso de Los Llanos. Interior de El Arrayán. Provincia de Santiago. Actas del VII Congreso de Arqueología realizado en Altos de Viches, entre el 27 de octubre y 1º de noviembre de 1977. Talca. (En prensa).



**SE OFRECE Y SE ACEPTA CANJE**

Exchange with similar publications is desired.

On désire l'échange avec des publications congénères

Wir bitten um Austausch mit aehnlichen Fachzeitschriften.

Si desidera il cambio con pubblicazioni congeneri

Deseja-se a permuta com as publicacões congéneres.

