

Ecopatologías. Influencia en la salud pública y sanidad animal

José Félix PÉREZ GUTIÉRREZ y Félix PÉREZ PÉREZ*

1. INTRODUCCIÓN

LA NOSOLOGIA (noso = enfermedad, logos = tratado) significa: «parte de la medicina que tiene por objeto describir, diferenciar y clasificar las enfermedades». La nosología convencional se ha modificado notablemente a partir de la Era Ecológica como consecuencia de efluentes tóxicos vertidos al medio (ecosistema acuático, terrestre y aéreo) donde se desenvuelven los seres vivos que integran la Biosfera.

La importancia de estos efluentes es tan destacada que ha sido motivo de enfermedades generadas por ecopatógenos, de aquí que la *Ecopatología sea la Ciencia que se ocupa de estas nuevas enfermedades* que incrementan la Nosología convencional.

La importancia de estos procesos radica en que las referidas modificaciones (ecopatógenos) tienen incidencia singular en relación con la Salud humana y animal. Los *ecógenos antropogénicos* son aquellos patógenos generados directamente por el hombre y vertidos al medio en que se desenvuelve, mientras que existen otros ecopatógenos que llamaríamos *universales o naturales* que proceden de cataclismos generados en el Planeta Tierra, como pueden ser: acción de los volcanes, terremotos, maremotos, cambios climatológicos, modificaciones en la composición de la atmósfera (agujeros negros, destrucción de la capa de ozono, etc.).

Aceptado: 15/V/2001.

* Departamento de Cirugía y Reproducción. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.

2. ERA ECOLÓGICA. NUEVAS ECOPATOLOGÍAS

A partir de los años 40 del siglo en que vivimos se aprecia una inquietud respecto a las alteraciones que se van produciendo en los equilibrios biológicos del Planeta, en algunos *aspectos irreversibles*, cuya acumulación puede conducir a la inhabilitación del mismo. Esta situación se hace patente a medida que alcanza ciertas cotas el desarrollo industrial, ya que se encuentra íntimamente vinculada al mismo. En consecuencia puede hablarse de una Era Ecológica en la historia de la Humanidad caracterizada por preocupación respecto a la habitabilidad del Planeta, la salubridad del mismo y las perspectivas de vida que acechan al ser humano y animales, en definitiva a todos los habitantes del Planeta. La Historia no es un hecho aislado, sino un conjunto de episodios protagonizados por el hombre que se desenvuelven a través del tiempo y el espacio. En la Historia de la Humanidad aparece, por tanto, la que se ha llamado «Era Ecológica» que no se debe a sí misma ni al proceso cronológico, sino a la circunstancia —como diría Ortega y Gasset—. La circunstancia base de la Era Ecológica ha sido la contaminación ambiental motivada principalmente por el desarrollo de la industria.

El desarrollo lo necesita el individuo para cumplir su ciclo vital y perspectivas de realización, la familia, el Gobierno y el Estado, deben estimularlo, *a fin de conseguir los objetivos que se derivan del mismo*.

El hombre de hoy está obligado a adaptarse al cambio que ha significado en el «*eikos*» (entorno en que se desarrolla) y a utilizar los medios que le ofrece para su propia realización. Debemos recapitular en el sentido de que el Planeta Tierra no es sino una nave espacial (NET), *nave espacial llamada Tierra*, que se desenvuelve en el espacio sometida a leyes físicas y matemáticas que le mantienen fiel a su órbita —órbita de hierro— describiendo círculos periódicos que permiten el desarrollo biológico en la misma, gracias a los cuales es posible la vida a partir de un ciclismo perfectamente ordenado: cambios climatológicos, productividad vegetal, desarrollo procreativo de las especies, etc.

La Tierra es un valor finito, contiene una cantidad limitada de aire, de agua y de otros elementos; cualquier alteración en los equilibrios biológicos de los mismos puede perturbar a estos al límite de la irreversibilidad convirtiendo al Planeta en un ecosistema totalmente inhabitable. La rigurosidad del reciclaje en virtud del cual las reacciones vuelven al punto de partida es absolutamente necesario. En condiciones naturales —normales— se cumplen con toda fidelidad conduciéndonos al concepto de que «la Tierra que con todos sus condicionantes biológicos, podría tener la misma coeternidad del Creador» sin el efecto agresivo del hombre.

El Génesis señala: «el hombre fue situado en un jardín maravilloso (paraíso) lleno de paz, belleza, armonía, espíritu de donación», donde existían to-

das las condiciones necesarias para que pudiera alcanzar su desarrollo —realización— hasta llegar a un grado de perfección que le permita ganar lo Infinito —como señalan las Sagradas Escrituras—. Sin embargo, el ser humano en principio que adoró a la Naturaleza de la que procede, la respetó fielmente, la veneraba y adoraba (Teocentrismo) a través de la magnificencia del Creador. Este planteamiento filosófico va cambiando a través del tiempo, perdiendo aquel respeto y desligándose del compromiso Divino. Los sociólogos piensan que este fue el punto de inflexión —de partida— del Renacimiento, en el que el hombre se siente libre, piensa en sí mismo y por sí mismo, comienza incluso a admirar su propio ser, apareciendo así el hedonismo, se considera fuerte, inteligente, bello y además con cierta creatividad parecida a la de Dios.

A medida que el hombre va alcanzando esa confianza, se desliga de la dependencia teocentrista, se desarrollan los campos científicos y técnicos que conducirán a un desarrollo evidente y ciertamente espectacular en el que la filosofía cambia considerablemente, siendo sustituido el teocentrismo por el antropocentrismo, culto al hombre mismo de forma en cierto modo muy equivocada. El hombre ya no admira a la Naturaleza, sino que se subleva contra ella, pretende conquistarla, dominarla, allanarla, tarea en la que se encuentran todavía muchos países subdesarrollados. En cierto modo habría que dar la razón al Profesor Leonardo Wolf de la Universidad de Rio de Janeiro que dice: «el hombre moderno lo que pretende es dominar, aplastar, allanar, someter a la Naturaleza, olvidando que ella tiene sus leyes —que cumple inexorablemente—, que es más poderosa que el hombre y que ella nos da la vida. La vida no es nuestra, no la hemos creado nosotros, es —somos— un simple hilo del inmenso tejido que constituye la Biosfera».

Es posible que muchas de las enfermedades conocidas desde la antigüedad se deban —sin embargo— a cambios climatológicos, medioambientales, incidencia tóxica de elementos lanzados al ambiente, etc., e incluso a mutaciones llevadas a cabo por estos mismos cambios (efectos termicos, radiaciones, etc., presión del medio ambiente de acción reiterada) en determinados gérmenes que en principio eran saprofitos. Todo esto es muy difícil de deslindar, sin embargo desde el punto de vista pragmático nos vamos a referir a aquellas enfermedades que están directamente relacionadas con cambios en el medio ambiente a consecuencia de factores contaminantes de diferente naturaleza: contaminantes gaseosos, contaminantes líquidos, elementos sólidos, perturbaciones en la composición de los alimentos, etc. A este conjunto se le ha denominado también «enfermedades de la civilización», denominación referida a que están generadas por efectos antropogénicos sobre el medio que nos rodea —generando Ecopatologías— de diferente naturaleza.

3. ECOPATÓGENOS EN ATMÓSFERAS CERRADAS

Los cambios en el desarrollo del ciclo vital tanto del hombre a través de actividades que se ejercen en atmósferas cerradas, sobre todo en los núcleos urbanos, así como en los recintos en que tiene lugar el desarrollo de la ganadería industrial, han traído como consecuencia enfermedades muy definidas que afectan a determinadas funciones. Por lo que respecta a la *respiración*, es evidente el efecto nocivo del polvo motivado por partículas grandes de más de 10 microgramos, y por *partículas pequeñas*, que en todo caso ingresan el aparato respiratorio provocando reacciones diferentes: neumonías, irritaciones, tumores, etc.

El «síndrome de la atmósfera cerrada» (SAC) se caracteriza por vómitos, náuseas, malestar, cansancio, fatiga, etc., así como alteraciones en el sistema óseo (osteoporosis, osteomalasia), perturbaciones en el sistema locomotor y dinámico (neuralgias, mialgias, etc), ciertos procesos de carácter hepático, renal. Las perturbaciones en la salud pública motivadas por la ingesta de alimentos contaminados (cadena alimentaria) consecuencia de empleo de estimulantes metabólicos, anabolizantes, fijadores, etc., así como por el tratamiento de animales y plantas con determinados factores de crecimiento, fitoprotectores, estimulantes, receptores químicos, hormonas, etc., constituyen una serie de factores que determinan cuadros difíciles de definir pero, sin embargo, evidentes que en conjunto integran la *Ecopatología Alimentaria*.

Hace unos años tuvo lugar la respuesta oficial a este tema, mediante la creación en España de dos organismos: el *Centro Nacional de Sanidad Ambiental* y el *Instituto de Salud Pública Carlos III*, radicados en Madrid, organismos que se están implantando en todas las Comunidades autónomas y que tienen por objeto controlar la incidencia de la contaminación del ambiente sobre la salud pública y animal, es decir el desarrollo de la *Ecopatología* en toda la extensión de la palabra: etiología, fisiopatología, pronóstico, diagnóstico, tratamiento y especialmente la profilaxis que es el tema de referencia, singularmente importante al tratar del efecto tóxico de los contaminantes medioambientales.

4. ECOPATÓGENOS. CONTAMINACIÓN

Contaminación

Quizá la definición más exacta de contaminación es la que se recoge en la Ley XXVI-X12 (1964) de la Legislación belga que expresa: «contaminación es toda emisión de sustancias gaseosas, líquidas, sólidas o de cualquier otro

origen susceptibles de afectar a la salud del hombre, dañar a los animales y plantas, así como otros bienes, alterando el medio ambiente. Los contaminantes pueden ser de origen físico, químico o biológico y afectar a los ecosistemas aéreos, acuáticos y al terrestre».

En los últimos años se acusa un nivel notable de morbilidad y mortalidad, en estas circunstancias relacionadas con la contaminación por efectos externos, emisiones que llegan a la atmósfera del Planeta, sino también por contaminantes que se generan en las atmósferas limitadas donde el hombre y los animales se desenvuelven. Por lo que se refiere a la contaminación ambiental, tema demasiado amplio para ser tratado en el marco de este trabajo, haremos el siguiente resumen.

La contaminación ambiental comienza con el desarrollo agrícola que se inicia en el descubrimiento de los cultígenos por el hombre nómada en virtud de su capacidad de observación, experimentación, cultivo individualizado, etc. El cultivo de estas plantas para conseguir frutos rentables, aprovechables por el hombre y los animales ha ocupado grandes superficies de terreno, las cuales han ido perdiendo sus elementos fertilizantes (a través del monocultivo, etc.) para convertirse en *tierras poco productivas, en proceso de desertificación*.

Hay que señalar que el empleo de: herbicidas, insecticidas, molusquicidas (fitoprotectores) etc., en base a productos químicos altamente tóxicos (dificilmente sustituibles) ya que la preservación de las cosechas es algo importante. Las plagas que señala el Exodo en el Antiguo Testamento constituyeron el elemento más peligroso —atentatorio de la salud humana— a través de la hipocalimentación que significaba la pérdida de las cosechas. En los países desarrollados estas pérdidas no pasan del 10%, mientras que en los subdesarrollados se elevan al 60% e incluso adquieren niveles superiores como consecuencia del ataque de insectos (plagas), de diferente naturaleza.

La agricultura productiva está íntimamente relacionada con la defensa frente a las enfermedades que motivan trastornos en el desarrollo vegetal y por tanto en las producciones. La utilización de hidrocarburos (DDT) constituyen un peligro en la actualidad, a pesar de haber sido sustituidos en parte por otros plaguicidas como la aldrina, dialdrina, clordano, endrina y finalmente el eptacloro, así como derivados orgánicos del fósforo que todavía presentan mayor garantía.

El problema desde el punto de vista de la Salud Pública y animal, es que representan *venenos universales* que atacan a mamíferos, peces, aves, anfibios, reptiles, insectos y microorganismos. Se trata de sustancias *de muy lenta degradación*, siendo difícil controlar su efecto a través del tiempo; otra característica importante es que son *solubles en las grasas*, de tal manera que *se acumulan en el organismo y cuando los animales utilizan las mismas* (crisis

alimentaria) se eleva su contenido tóxico al ser liberadas a la circulación, generando así la muerte, tal como se ha podido demostrar en la trucha, el salmón que viven en aguas contaminadas como consecuencia de fertilizantes, insecticidas, etc., que llegan a los continentes acuáticos donde se desarrollan estas especies. En años fríos, etc., en que utilizan las reservas energéticas acumuladas, aquéllas se liberan convirtiéndose en tóxicas y provocando desastres no solo en la prolificidad de estas especies (disminución de los censos en la población acuática) sino la muerte de las mismas.

Estos planteamientos han llevado a recomendar métodos alternativos, tales como el uso de fosfatos orgánicos en sustitución del DDT, aplicación de tecnologías biológicas basadas en alterar la capacidad procreativa de los agentes destructores (consumidores vegetales de las cosechas, etc.), tras la castración de los machos, anulación de la sexualidad mediante interferencias hormonales, creación de cepas resistentes, etc., en la actualidad, en algunos países desarrollados se sigue una política de limitación —de ordenación y control— de plaguicidas, insecticidas, molusquicidas, etc.

Otro contaminante temible para la salud pública —humana y animal— es la energía radiactiva. A partir del año 1939 en que se consigue la fisión del átomo el hombre dispone de energía nuclear para usos muy diversos: actividades bélicas e incluso industriales, etc. Sin embargo esta radiactividad representa un verdadero peligro (patógenos radiactivos) ya que el efecto de las radiaciones está en que a pesar de las precauciones se encuentran residuos en sangre, leche materna; el efecto sistémico es muy variado, llegando a crear distintos problemas de infertilidad, desarrollo del embrión, aparición de formas teratogénicas, desarrollo de oncógenos, etc. Lo más lamentable es que es muy difícil prescindir de esta fuente de energía, tan importante para el desarrollo de la industria —base del bienestar del hombre moderno— que aspira de una manera casi obsesiva a mejorar la calidad de vida en base a la utilización de diferentes formas de energía.

En todo caso, hay que diferenciar entre las variedades de radiactividad y la composición química de los residuos procedentes de (procesos industriales) de dicha de energía. La radioactividad puede afectar a cualquier parte del organismo humano y animal, destruyendo los leucocitos, perturbando la función del bazo, órganos linfoides, lesiones en pulmón, cáncer de piel, cataratas y una interminable lista de procesos patológicos, cada día más temibles por la problemática que plantea a la terapéutica restitutiva.

Contaminantes —temibles— son aquellos que afectan al medio atmosférico. Las emisiones de contaminantes (efluentes) al medio aéreo son cada día más importantes, no solamente generadas por los procesos industriales, locales cerrados. La adición a la atmósfera de materias indeseables tales como el humo, polen, productos de emanaciones volcánicas, emanaciones fabriles,

contaminación por orgánicos volátiles, por hidrocarburos aromáticos, etc., resulta muy frecuente.

El ozono realmente no representa un elemento ecopatógeno en sí; tras su desintegración disminuye la densidad del mismo y permite el paso de la luz ultravioleta que tiene efecto nocivo sobre los seres vivos perfectamente conocido; de otra parte, se incrementa la concentración de oxígeno que también puede motivar trastornos actuando como ecopatógeno. El ozono se sitúa a 25 kilómetros de altura y es el protector biológico más importante, ya que la ausencia o la disminución del mismo en áreas concretas (agujeros de la capa de ozono) resultan realmente peligrosos.

La contaminación por partículas constituye otro factor *ecopatógeno temible* a consecuencia de los procesos de inhalación de las referidas partículas que se sitúan en el aparato respiratorio a nivel de la faringe, traquea, bronquios y alveolos, determinando problemas graves que en principio se manifiestan por: *estornudos, cefaleas, cansancio, fatiga, malestar*, para complicarse posteriormente con procesos serios (incapacidad física de penetración de oxígeno al pulmón). La importancia de las referidas partículas se deriva de su tamaño: *partículas pequeñas, grandes y gruesas* cuya valoración se expresa por el diámetro medido en micrómetros (micrón). A las partículas denominadas torácicas (PM, 10) se unen otras de menor tamaño (PM, 2,5), así como determinados elementos que se asocian como los aldehidos, cetonas, hidrocarburos aromáticos policíclicos y especialmente el cadmio.

Este tipo de contaminantes (ecógenos) se puede controlar con dispositivos con los que actualmente cuenta el Servicio Nacional de Salud Ambiental, el Instituto Nacional Medioambiental Carlos III (Madrid), material que se ha difundido y generalizado ya en algunas de las Comunidades autonómicas, entre ellas la de Castilla y León. Los laboratorios ambulantes al efecto miden el nivel de estas partículas, siguiendo el sistema de filtros microporos para evaluar sucesivamente los sedimentos mediante microbalanzas de elemento cónico oscilante (TEOm); de esta manera se separan las partículas utilizando generalmente los filtros de vidrio Whatman y se les somete a un tratamiento mediante ácidos a fin de separar aquellas que proceden del plomo; el resto de las mismas se evalúan mediante cromatografía de líquidos de alta resolución. A este grupo corresponde generalmente la contaminación de hidrocarburos aromáticos (HAPs) cuyo límite de detección es muy elevado, acercándose al 0,010 y hasta el 0,01 ngr./m³.

Las partículas de escaso desarrollo pasan al aparato respiratorio y son fagocitadas por los leucocitos (macrófagos), mientras que las de gran tamaño se acumulan en las vías respiratorias, alveolos, bronquios, dando lugar a inteferencias que producen bronquitis, alveolitis, reacciones inflamatorias, etc., cuando la situación se hace crónica suelen comportarse como oncógenos.

Es importante la contaminación por partículas de carácter agrícola, industrial, transporte aéreo (vientos del desierto), de naturaleza microbiana de origen animal o vegetal (polvo, descamaciones cutáneas, etc), así como por residuos de combustión (AHPs), hidrocarburos aromáticos policíclicos generados por motores, especialmente cuando están alimentados por gasoil. Las partículas de plomo eliminadas por los motores de explosión (automóviles) representan un aspecto muy importante en el momento actual dada su frecuencia. El grupo más frecuente está determinado por el consumo de la gasolina con plomo para evitar explosiones en la combustión que se elimina al medio ambiente en forma de tetrametilplomo y tetraetilplomo. Estos productos son abundantísimos; en los Estados Unidos (ambiente urbano), ya en el año 1962 se producían 230 millones de kilogramos, mientras que en España apenas llegamos a 8 millones. El 70-80% se expulsa a la atmósfera en forma de partículas pequeñas con un tamaño comprendido entre unas centésimas de micrómetro o varios micrómetros, según los casos, se combinan con el cloro y el bromo, mientras que el 20-30% restante pasan al aceite del lubricante y otra fracción es retenida por el motor, tubo de escape, etc. Es uno de los ecopatógenos que inciden sobre el sistema nervioso propiciando la enfermedad de Parkinson, parexias, muerte precoz del lactante, etc.

La contaminación por el plomo viene de muy antiguo, se especula que en la decadencia del Imperio romano tuvo gran importancia la contaminación crónica con el plomo, utilizado profusamente en soldaduras, embalajes, utensilios de cocina, en circunstancias el plomo se combina con el anhídrido carbónico por efecto de la temperatura y la humedad convirtiéndose en carbonatos de plomo que se incorporan al organismo a través del aparato digestivo (bebidas, comidas, etc.), el agua, el propio material (instrumentos de cocina). La toxicidad es tan importante que en pequeñas fracciones puede determinar cuadros clínicos.

Deshechos sólidos.—Los países desarrollados producen grandes cantidades, de tal manera que si hace unos años solamente se producía un kilogramo por individuo, en la actualidad la cantidad de residuos sólidos por persona superan los 4 kilogramos/día.

La producción de residuos sólidos urbanos es un exponente —aunque lamentable— de nivel de desarrollo, de manera que en la Comunidad de Castilla y León durante los años 1980 a 1992 la producción de residuos sólidos urbanos pasó de una media de 330 kilogramos por habitante y año a 390. El control de los residuos urbanos en la Comunidad Europea se ha centrado en la reducción de embalajes (Directiva 94/62), el control del sistema de eliminación y concretamente en instalaciones de incineración de residuos sólidos urbanos, etc., (Directiva 89/369). En el ámbito estatal está regulado por la Ley del 42/1975, así como aportaciones legislativas que han tenido lugar en distin-

tas Comunidades, si bien en este sentido se espera una nueva normativa de carácter básico. El problema de los residuos entra dentro del *plan de protección ambiental*, la mayor parte de las Comunidades autonómicas en España y en la Comunidad Económica Europea se deciden por la estrategia de las tres «erres»: reducción, reutilización y reciclaje; sin embargo existe una gran controversia respecto al destino final de estos residuos: enterramiento, incineración, etc. Como perspectiva de futuro las soluciones más importantes se refieren a la mentalización, cursos de formación, evaluación del impacto ambiental de los vertederos, inspección, control y registro de los mismos, centros de tratamiento provinciales con sistema de separación —reciclado—, la continuidad de estos programas, mejora de la información y en especial la sensibilización ciudadana.

Dentro de la contaminación por residuos hay que incluir la de carácter industrial que está regulada, al menos en Castilla y León, mediante un Decreto 159/1994 del 14 de julio que aprueba el reglamento para la aplicación de la Ley de Actividades clasificadas, en las cuales se incluyen los niveles admitidos de la contaminación industrial a la cual se ha dado solución mediante la utilización de los «modernos laboratorios móviles» capaces de controlar la eliminación de residuos a través del agua, del aire, etc., lo cual determina el grado de incidencia que una determinada industria produce sobre el problema de la contaminación ambiental.

Residuos ganaderos.—Es un tema realmente importante en aquéllas circunstancias en que la actividad agraria resulta realmente significativa. Es evidente, que *la contaminación animal generadora de ecopatógenos es mucho más intensa que la humana*, tal como se expresa en el Libro Verde de C. y L. La Comunidad Europea presentaba especial atención a esta problemática —residuos de las explotaciones pecuarias— como consecuencia de ello, aprobó la directiva CEE 91/676. El problema es distinto en las explotaciones agrarias (abonos químicos, fitoprotectores, etc.) que en la ganadería (instalaciones industriales de gran emvergadura, etc.), en cuyo caso el nivel de contaminación varía con la naturaleza de la explotación, tipo de ganadería, intensiva, extensiva, etc. Se acusa tendencia a *disminuir el censo bovino, incremento del ganado caprino, del ganado ovino, la cunicultura, coturnicultura, explotación de especies exóticas* (avestruz, perdiz, etc.) que representan una alternativa a las grandes explotaciones de ganado vacuno, etc.

La CEE en los objetivos del 5.º Programa de Acción de la Comunidad Económica en materia de medio ambiente, previó un desarrollo creciente de los censos pecuarios de los próximos años, especialmente por lo que se refiere al porcino (un crecimiento anual del 0,5%). En consecuencia se plantea reformar el contenido de la Directiva 91/676 sobre el impacto de la contaminación pecuaria en el medio ambiente. Esta Directiva fue acondicionada al sistema

de Ordenamiento Jurídico español mediante el Real Decreto 261/1996 del 16 de Febrero sobre protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos y otros elementos dependientes de fuentes agrarias.

Lo más importante es el control de zonas de desarrollo de la ganadería industrial (porcina, avícola, mataderos, etc.) a cuyo efecto algunas Autoridades de Medio Ambiente *han incluido en su ordenamiento territorial* un control sistemático de las referidas instalaciones pecuarias y alrededores, etc., para puntualmente conocer los niveles de contaminación mediante la utilización de laboratorios móviles de control medioambiental.

Podemos significar que la *lucha contra los ecopatógenos derivados* de la contaminación ambiental producidos por la actividad ganadera tiene distintos matices. El de Ordenación de la gestión de residuos ganaderos de Castilla y León (España) constituye un ejemplo a seguir. Los puntos a los que se refiere la mencionada Ordenación son los siguientes:

- Diagnóstico de la situación actual.
- Determinación de la vulnerabilidad de zonas a nivel Municipal: densidad ganadera, residuos ganaderos vertidos hacia los suelos.
- Diagnóstico de la situación futura, anteriores planes de desarrollo pecuario, sistemas de explotación, etc.
- Instrumentación del Plan en los puntos de desarrollo de acuerdo con los siguientes grupos:
 - Aspecto jurídico, como soporte legal de actuación.
 - Planteamientos económicos y enlace con fuentes de financiación.
 - Aspectos administrativos estableciendo el principio de corresponsabilidad de ejecución de los temas a fin de implicar no solamente a los Municipios sino también a las Diputaciones Provinciales, sistema Autonómico, etc.
 - Bases técnicas e información para especializados en el sector agrario.

Contaminación térmica, cambios climatológicos, entendida como ecopatógeno, más bien representa una circunstancia difícilmente de resolver, ya que no se trata de efectos locales sino de una acción global referente a cambios climatológicos, si bien determinados en la mayoría de las circunstancias por modificaciones en el medio ambiente referente a la emisión de fluoroclorados, incremento de la producción de carbónico (CO₂), disminución de oxígeno, desaparición de la capa de ozono, etc. En todo caso los *cambios climatológicos* han sido admitidos con cierta relatividad en el sentido de que tienen un carácter cíclico con fases que se repiten cada muchos años y que no siguen un orden cronológico. Se cita el ejemplo de que a finales del siglo pasado en

Inglaterra, cambió el clima de tal manera que en los meses más fríos comenzó la floración de las especies vegetales, la nidificación de las aves, etc., dando la impresión de que se había producido un auténtico cambio climatológico; sin embargo al cabo de unos años el orden se estableció nuevamente.

La llamada contaminación sónica —por el ruido, como ecopatógeno—, es un factor de perturbación aunque no un efecto realmente contaminante. Se ha dicho que para darnos una idea de lo que significa esta contaminación hay que experimentar el silencio: «el silencio es salud y el ruido es una perturbación». En todo caso el ruido en la sociedad moderna está asociado al dinamismo, a la actividad. Esta misma situación se asocia también la contaminación por vibraciones, etc., circunstancias que en la sociedad moderna están relacionadas con la actividad, el movimiento, ya que la palabra «quieto» es el mejor antídoto del ruido. Es importante desde el punto de vista de la salud pública tener en cuenta que el exceso de ruido se valora el patrón basado en el sistema decimal, referente a la base logarítmica 10, tomando como unidad la propuesta por Alexander Graham Bell, inventor de esta valoración; de tal manera que el valor $dP = 0$ es el punto de partida de la escala de sonidos. Se considera que el ruido es un factor de perturbación ya que altera la comunicación pero por otra parte puede provocar trastornos, convirtiéndose en un ecopatógeno auditivo cuando los niveles superan los 80 decibelios, circunstancia muy frecuente en los núcleos urbanos, salas de fiesta, lugares de trabajo, manejo de animales a nivel industrial, etc. *Los planes energéticos eólicos*, han sido protestados por molestos (contaminación sónica, perturbadores para el paso de aves, etc.

En conclusión podemos señalar que tanto los elementos tóxicos que se vierten al ecosistema terrestre, como los que pasan al acuático, lo mismo que los que se mantienen en el aire (ecopatología por gases), *inciden (todos) en el ecosistema acuático* al que en última instancia van a parar, y de este al organismo humano que de esta manera paga caro tributo a su posición en la cúspide de Albrecht (escala biológica).

En el momento actual la perspectiva ha cambiado considerablemente, *el hombre es un ser inteligente* que vive en la Biosfera, dotado de gran capacidad de movilidad, por la utilización de los actuales medios de locomoción, puede escapar de un entorno más o menos contaminado encontrando de esta manera una defensa e incluso medios de depuración de su propio organismo, tales como la segunda vivienda, desplazamientos hacia la montaña, el mar, etc. En este momento la preocupación se centra en aquellas personas que viven y trabajan en reducidos, atmósferas contaminadas cerradas (de las que no pueden escapar fácilmente). Representan un serio peligro hacia cuya solución se dirigen los modernos programas de medicina preventiva, sanidad ambiental, tanto en lo que se refiere al organismo humano como al animal. Respecto a esta situa-

ción se ha pasado de una actividad pasiva dominada por la retórica, a la activa en la que entra en juego el matiz jurídico (derecho laboral) en virtud de la cual se plantean temas de gran repercusión social (derecho ecológico).

5. EFLUENTES TÓXICOS DEL MEDIO AMBIENTE (ECOPATÓGENOS GASEOSOS) Y SALUD PÚBLICA

El hombre de nuestro tiempo (habitante de la Era Ecológica) en la que ha de desarrollar su ciclo vital está expuesto a la incidencia tóxica (patógenos efluentes de distinta naturaleza) que se comportan como ecopatógenos de dos formas: de una —inevitable— consecuencia de la contaminación atmosférica natural (en la que se hallan todos los seres vivos habitantes de la Biosfera); y de otra, en aquellos reductos con atmósferas cerradas donde se desenvuelve el ser humano o los animales de explotación industrial. En ambos casos la incidencia es grave, sin embargo en la primera, el hombre puede evadirse con ciertos recursos de liberación, mientras que en la segunda el grado de incidencia tóxica depende del tiempo de permanencia en los referidos locales, la intensidad del trabajo y sobre todo la naturaleza del mismo por lo que se refiere a la eliminación de elementos tóxicos al ambiente cerrado.

Los efluentes tóxicos que actúan como ecopatógenos pueden ser de naturaleza:

- *Gaseosa* (contaminantes atmosféricos): CO, CO₂, NO, NO₂, NO₃, SO₂, SO₃, SO₄ (ácido sulfúrico); elementos volátiles que se engloban entre HAPs (hidrocarburos aromáticos policíclicos), HAVs (hidrocarburos aromáticos volátiles) principalmente en grandes concentraciones humanas y animales.

El CO, es un elemento gaseoso que se produce como consecuencia de combustiones incompletas, tal como sucede con la combustión de braseros, motores, instalaciones industriales de diferente naturaleza. El efecto tóxico del mismo se refiere a la combinación con la hemoglobina (carboxihemoglobina), a través del bloqueo del hierro evita la utilización del oxígeno provocando la intoxicación profunda de células y tejidos que se manifiesta en el organismo por sintomatologías diversas. Es un efluente peligroso puesto que no produce modificaciones ambientales y el individuo respira el aire contaminado sin percibirse de tal situación.

El CO₂ es un elemento muy tóxico que se produce en combustiones completas (coches nuevos, concentraciones humanas, animales, etc.), la penetración en las vías respiratorias se traduce en el bloqueo de la hemoglobina. Las

concentraciones de CO_2 se incrementan en relación directa con la densidad humana y animal, especialmente en reductos cerrados.

Se trata de un gas más pesado que el aire por lo que tiende a ocupar capas bajas, tanto en los edificios cerrados como en la propia atmósfera en la que actúa como factor de retención de calorías y por tanto determinante fundamental del calentamiento de la tierra. En las instalaciones pecuarias de carácter industrial la incidencia del CO_2 es muy importante. Nuestra experiencia es que el acumulo de este gas en las partes bajas de las instalaciones determina alteraciones metabólicas en los animales que ocupan las mismas (instalaciones en baterías verticales) tal como sucede en avicultura convencional, cunicultura, coturnicultura, etc., que llegan a generar muertes, alteraciones en la composición del huevo, de la incubación, etc. La ventaja de este efluente tóxico es que se puede eliminar con facilidad estableciendo sistemas de ventilación en la parte inferior (próxima al suelo) por la que pueden eliminarse al exterior.

La capacidad de difusión es grande y por lo tanto la salida de los locales cerrados, tal como sucede con el CO, resulta relativamente sencilla por sistemas naturales o forzados (ventilación, aire acondicionado, etc). El efecto tóxico en el organismo está relacionado con la combinación estable (carboxihemoglobina), bloqueo de la función respiratoria, etc. *Los síntomas* que producen son muy variados pero están relacionados fundamentalmente con *insuficiencia respiratoria, alteraciones en las funciones cerebrales (síncopes, mareos, pérdida de conocimiento, vómitos), polipnea, cianosis, convulsiones, etc.*

El óxido de nitrógeno (ON) se genera con cierta dificultad ya que no es fácil la combinación entre el oxígeno y el nitrógeno, sin embargo este proceso tiene lugar cuando existe elevada temperatura. El óxido de nitrógeno se produce en el arranque de los coches, focos de ignición, etc. *El óxido de nitrógeno* junto con el dióxido y el trióxido (ácido nítrico) representan, sobre todo los dos primeros, efluentes de carácter gaseoso muy peligrosos ya que igualmente actúan bloqueando la función oxidativa de la sangre de forma muy estable, convirtiéndose en tóxicos de carácter peligroso y acción rapidísima. La eliminación de estos productos debe hacerse por dilución, mezcla con el aire, expulsión, etc.

En la actualidad tanto los óxidos de nitrógeno como los de carbono representan los efluentes contaminantes más frecuentes de garajes, industrias, etc. Existen normativas encaminadas al establecimiento de sistemas automáticos de control que marcan los niveles tóxicos de dichos productos. A tal efecto la red de control del medio ambiente existente en muchas comunidades que cuentan con dispositivos móviles (laboratorios) que determinan dichas variaciones en los propios locales, proximidades de las industrias, establecimientos ganaderos, etc.

Oxido de azufre, monóxido de azufre, bióxido, trióxido, tetraóxido (ácido sulfúrico) representan efluentes tóxicos gaseosos muy peligrosos. Los primeros se generan abundantemente por la quema de la madera. Este efluente a pasado a tener menos importancia a medida que se descarta de las combustiones industriales, etc., la madera; también se produce aunque en menor cantidad por la combustión del gasoil. Es un contaminante frecuente en máquinas de instalaciones industriales mal ajustadas, motores viejos, etc; representa un elemento ecopatógeno que actúa a nivel de las vías respiratorias generando: conjuntivitis, rinitis, faringitis, exofagitis, alveolitis, traqueitis, en definitiva neumonías de diferente naturaleza. Estos efectos pueden coexistir, y tienen semejante expresión clínica que los producidos por los óxidos de carbono y de nitrógeno.

Los HAPs (hidrocarburos aromáticos policíclicos) son elementos que se desprenden de diferentes industrias pero que habitualmente la producción más abundante corresponde a motores de explosión, locales cerrados, hacinamientos humanos, animales. Determina trastornos: encefálicos, cefaleas, náuseas, vómitos, y algunos investigadores piensan que están relacionados con la etiología de la enfermedad de Parkinson.

Los HAVs (hidrocarburos aromáticos volátiles) son contaminantes muy frecuentes en el hacinamiento humano y especialmente animal, derivan generalmente del aparato digestivo (gases) contaminando el ambiente, manifestando, como previo a su toxicidad peligrosa mal olor, etc., también se producen a consecuencia del erupción y es un contaminante habitual en instalaciones de ganado avícola, porcino, ovino, bovino, etc.

Otros contaminantes de gran interés (ecopatógenos) en determinadas circunstancias son el fluoretano, antraceno, bitreno, benzo (a) antraceno, cirseno, benzo (b) fluoranteno, benzo (k) fluoranteno, benzo (A) pireno, benzo (ah) antraceno, benzo (ghl) pirileno y el indo (123tcd) pireno que suelen agruparse dentro del conjunto de los HAPs (hidrocarburos aromáticos policíclicos).

Las cetonas que aparecen más frecuentemente en áreas administrativas (industriales), instalaciones pecuarias, etc. Los más importantes son formaldehído, acetaldehído, acroleína, propanol, crotanaldehído, metacroleína, butanal, benzonaldehído, pentanona, pentanal, toloaldehído, 1-2 hexanal, hexanal, 1-2 heptanal, heptanal, 1-2octenal, octenal, 1-2 nonenal, nonenal y decanal, así como el cadmio que se asocia frecuentemente a estos contaminantes.

La determinación (valoración y control) de los referidos efluentes tóxicos no resulta en todo caso sencilla. Para cada uno de ellos se ha elegido un método especial. El monóxido de carbono se mide por correlación de infrarrojos con una precisión de 0,1 ppm y un límite de detección de 0,1 ppm; mientras que el dióxido de carbono se evalúa por absorción de radiación infrarroja no

dispersiva con una precisión de $\pm 1\%$ del máximo de la escala. Los óxidos de nitrógeno (NO , NO_2), se determina por la técnica de quimioluminiscencia con una precisión de 1 ppm y un límite de detección de 2 ppm.

Es interesante la evaluación de partículas torácicas muy peligrosas (PM10), se efectúa mediante el aislamiento por colación de las mismas mediante filtros microporos. A continuación se evalúan mediante la técnica de microbalanza de elemento cónico oscilante (TEOM). Generalmente a estos efectos se emplea el filtro de vidrio Whatman. Estas partículas se les somete a dos tratamientos, por una parte mediante ácidos para separar aquellas que proceden del plomo, y el resto se evalúa mediante cromatografía de líquidos de alta resolución. A este grupo corresponden los *contaminantes HAPs* (hidrocarburos aromáticos policíclicos) en los que se alcanza un nivel de detección muy elevado, equivalente a 0,010 y hasta 0,001 ngr./m³.

La incidencia de estos ecopatógenos cualquiera que sea su naturaleza no está perfectamente definida ni adecuadamente reglamentada, con frecuencia no actúan aisladamente sino de forma conjunta (multicausal). Los síntomas más importantes que podemos señalar son: malestar, atonías, cefaleas, náuseas, vértigos, problemas respiratorios, conjuntivitis, rinitis, dermatitis, etc.

6. ECOPATÓGENOS PRODUCIDOS POR METALES

La contaminación por metales que se convierte en efluentes, capaces de alterar los equilibrios biológicos del suelo, del aire (gases volátiles derivados de los mismos) y del agua, es un episodio que tiene un doble origen: de una parte, la degradación de las rocas a través del tiempo, la existencia de yacimientos minerales, procesos industriales, etc., que consiguen pasar al agua y a la cadena alimentaria, llegando al organismo humano o animal; de otra parte, como consecuencia de cataclismos biológicos en los cuales el hombre (acción antropogénica) no tiene participación, tal como sucede con la contaminación por erupciones volcánicas, movimientos geológicos, terremotos, etc.

Los ecopatógenos metálicos comienzan a tener importancia a medida que el hombre utiliza los recursos (metales pesados) para uso doméstico a partir de la era industrial consecuencia de las transformaciones de aquéllos, con la reconversión de procesos, etc., para conseguir a partir de los mismos elementos para uso doméstico, la defensa, aplicaciones agrícolas, industriales, etc. El origen de estos metales es antiquísimo, se sabe que el cobre se utilizaba ya cuatro mil años antes de Jesucristo y de unos tres mil años data la utilización del plomo, así como el latón (mil años antes de Jesucristo). El desarrollo industrial ha generado como resultado multitud de mezclas (aleaciones), del plomo, cobre (latón), etc., utilizados para diversos usos. En estos procesos in-

dustriales tiene lugar la eliminación de multitud de productos tóxicos convertidos en efluentes líquidos e incluso gaseosos. Se cita el caso de Gran Bretaña en que procesos industriales (gases de fundiciones) provocaron la muerte de varias personas, también se atribuye gran número de casos de cáncer de pulmón al níquel, plomo, etc. Otra intoxicación reflejada por la historia es, la de Goya —el pintor Goya— sufrió saturnismo consecuencia de chupar los pinceles que contenían gran cantidad de plomo por la pintura respectiva. Se han descubierto intoxicaciones graves *en niños* próximos a autopistas contaminadas con el óxido trimetil plomo, tetrametil plomo, procedente de automóviles. Estos episodios —de carácter histórico y en muchos casos anecdótico— dieron como resultado una seria preocupación por la intoxicación por metales, que afecta a la salud pública y animal, como veremos a continuación.

Intoxicaciones por mercurio

El mercurio es el contaminante fundamental en los países mediterráneos vinculado a la riqueza mineral del suelo español en cinabrio.

La toxicidad del mercurio ya se conocía desde la Edad Media; sin embargo hay que reconocer que fue el accidente tóxico de Minamata (Japón) el que puso de manifiesto la toxicidad. Se observó en principio, que morían los gatos de aquella Península, como consecuencia del consumo de pescado portador de mercurio por la contaminación de las aguas sirviendo este episodio de punto de partida de los llamados «animales centinelas». El gato, en estas circunstancias, puso en alerta a los responsables de la salud, sucesivamente se pudo comprobar que los propios habitantes de Minamata padecían una intoxicación crónica con sintomatología preocupante. Sin duda esta contaminación tuvo como punto de partida la integración del mercurio en la cadena trófica, alimentación de peces y posteriormente en el hombre y animales consumidores de los mismos. Se sabe que el mercurio en contacto con el agua se metila (metil mercurio), de efecto muy tóxico y fácilmente incorporable a la referida cadena alimentaria; dando lugar a una serie de pasos tróficos (de acumulación) que pueden llegar a concentraciones de hasta tres mil partes ppm.

Determinados productos agrícolas y ganaderos son portadores de factores tóxicos por Hg comparables a los que se generan en el agua.

Al mercurio se le denomina también metal líquido (mágico), atribuyéndole multitud de cualidades. España cuenta con una reserva importantísima de mercurio a través del cinabrio (en las minas de Almadén) cuya extracción comenzó ya doscientos años antes de Jesucristo y continúa hasta nuestros días. El uso de los mercuriales en la farmacopea ha sido realmente importante; *los efluentes masivos y desordenados de este elemento* dan como resultado acci-

dentos muy serios para la salud. Los compuestos de mercurio pueden encontrarse bajo la forma de inorgánicos tales como el Hg_2Cl_2 y el HgCl_2 , derivados del Hg (I) y el Hg (II), mientras que los orgánicos están representados desde el punto de vista clínico por el CH_3 , Hg^+ y el CH_3HgCH_3 que derivan en todo caso del Hg (II). El origen más importante es de carácter antropogénico, procesos industriales: fabricación de equipos eléctricos, pinturas, plaguicidas, fungicidas, procesos laboratoriales de carácter químico, odontología, así como procesado en las plantas de cloro-sosa. La mayor cantidad de efluentes de mercurio que llegan al suelo proceden de la agricultura (tratamiento de las semillas, fungicidas, plaguicidas, etc). Se admite la existencia de un *ciclo global* en virtud del cual el mercurio pasa a la atmósfera, al agua y al suelo; estableciéndose ciclos que enriquecen cada vez más el contenido de este metal hasta niveles realmente preocupantes (tóxicos). El agua contiene niveles elevados de mercurio que se van incrementando a medida que este efluente tóxico llega a la atmósfera procedente del origen antropogénico (especialmente abundante en los países industrialmente desarrollados). Cuando el mercurio llega a ponerse en contacto con el agua es capaz de ionizarse, oxidar y transformarse en Hg (II). En esta reacción generadora del mercurio pueden *participar bacterias del tipo pseudomonas* en condiciones anaerobias, fenómeno que está relación con el nivel de contaminación de las aguas. Cualquiera que sea la vía mediante la cual se forma el metil mercurio (aerobia o anaerobia), este elemento una vez libre, atraviesa las membranas con facilidad por lo que se incorpora rápidamente a las cadenas tróficas acuáticas. El carácter patógeno de este elemento (ecopatología) radica en que el *metil mercurio* tiene una gran liposolubilidad, así como trofismo por las proteínas, circunstancia que hace que sea muy peligroso para todos los seres vivos, dada la permanencia en el organismo y su liberación en circunstancias especiales tal como sucede en crisis alimentarias en que las grasas (ricas en mercurio) son utilizadas por el animal (intoxicaciones endógenas). Se absorbe fácilmente a través del aparato digestivo e incluso la placenta y *daña de forma irreversible el sistema nervioso central* generando cuadros ciertamente graves. La eliminación (desintoxicación) resulta lenta y muy difícil de acelerar.

Para los organismos superiores, el efecto tóxico del mercurio más temible es el que se manifiesta a través de la inhalación de gases; se ha podido demostrar que en locales cerrados, en un periodo muy breve es posible conseguir concentraciones de 18 mgr./m^3 , de ahí la necesidad de una reglamentación especial que regule la permanencia de operarios en los referidos locales, ventilaciones adecuadas. Se ha demostrado que el riesgo comienza a existir cuando las concentraciones de los referidos gases cuando alcanzan $0,01 \text{ mgr./m}^3$. Estos vapores se propagan por el aparato respiratorio, pasan a la circulación y tienen un especial *tropismo por el sistema nervioso central*, cuando llegan al

mismo se ionizan uniéndose a las proteínas del axón y a los lipoides, ocasionando daños reversibles y muchas veces irreversibles. Los efluentes tóxicos en base a compuestos alquilmercuriales llegan al organismo por tres vías: *inhalatoria* (80%), *digestiva* (95%) y por vía *cutánea*. Manifestando una vez situadas en el organismo tropismo por todo el sistema nervioso y los ganglios espinales. Este efecto es muy peligroso ya que se manifiesta precozmente, incluso antes de que se manifiesten los síntomas clínicos; su acción dañina se refiere a alteraciones bioquímicas en las estructuras del sistema nervioso de carácter muy grave. De acuerdo con las investigaciones de E. R. Lozano Hernández, *el peligro de semieliminación biológica del metil mercurio sería el siguiente*: ratón = 70 días, simio y humano = 70 días, foca = 500 días, peces y crustáceos = 1000 días. Las vías de eliminación son fundamentalmente las heces y la orina, si bien ciertas cantidades pueden eventualmente eliminarse a través de la leche, pelo, uñas y especialmente el sudor.

Los compuestos del mercurio tanto orgánicos como inorgánicos generan una sintomatología, actualmente comprobada en animales de experimentación, que se expresa en los siguientes cuadros: colapso cardiovascular, insuficiencia renal aguda, lesiones gastrointestinales graves, shock, aunque principalmente las lesiones más graves son las que se refieren al sistema nervioso central. Estos cuadros tóxicos se presentan en todos los animales, pero con especial significación y regularidad en los mamíferos; en los vegetales el metil mercurio determina mutaciones en algunos casos interesantes.

En atmósferas cerradas (medios laborales, instalaciones industriales, escolares, pecuarias de carácter intensivo, etc.) el mercurio elemental en concentraciones de 0,004 mgr./m³ en el aire genera el síndrome astémico-vegetativo, con manifestaciones clínicas muy diferentes: hipertrofia del tiroides, pulso débil, neurastenia, taquicardia, gingivitis; cuadros hemopoyéticos, eliminación de mercurio por la orina y alteraciones en la piel (dermografismo). El metil mercurio fue el responsable del accidente de Minamata (Japón, 1950-1968), así como el de Iraq (1931-1972), Pakistán, Guatemala, síndromes que han sido recientemente observados en Bahía (Brasil), Cartagena de Indias (Colombia), Chile, etc.

Estos síndromes se pueden manifestar de forma grave (sordera total), formas leves tales como ataxa, temblores y manifestaciones moderadas como ciertas parexias, constricción del campo visual, dificultad auditiva, alteraciones en el tacto y sensibilidad de las extremidades, en el entorno de la cara, órbitas, llegando incluso a provocar pérdida total de la fonación, ceguera, estado de coma y finalmente la muerte. Actualmente se tiene la impresión de que los diferentes efluentes tóxicos del mercurio se manifiestan como *oncógenos o preoncógenos*, determinantes del incremento de tumores mamarios (perra, gata, cerda, etc.), habiéndose comprobado que la muerte masiva de aves, ma-

míferos silvestres, etc., ocurridos en zonas muy contaminadas (ribera del Mediterráneo, etc) obedece a la referida intoxicación.

Contaminación por el plomo. Ecopatologías

El plomo es un efluente tóxico importante consecuencia de la gran difusión en la naturaleza y especialmente en el hábitat industrial. El plomo se incluye en el grupo 14, de la tabla periódica, sus estados de oxidación son 0, +2, +4, y su valencia 2, pero también funciona con valencia 4 cuando se trata de compuestos orgánicos. Se genera en la degradación de los suelos, del desgaste de los depósitos de minerales de plomo, emanaciones volcánicas, etc; la proporción en la corteza terrestre es de 15 partes por millón (mgr/kgr). Deriva del *sulfato de plomo* (galena), PbS , también de la *anglesita*, *sulfato de plomo* ($PbSO_4$), así como de la *celusita* (carbonato de plomo), $PbCO_3$. Es un efluente importante que se encuentra en el aire, en el agua y sobre todo en los suelos, así como los organismos animal y vegetal. En la industria el interés por el plomo radica fundamentalmente en la resistencia a la meteorización, acción de ácidos como el sulfúrico, para instalaciones de fábricas, drenajes, tuberías (envolturas), enlatados, etc.

El plomo ha sido utilizado desde la más remota antigüedad por el hombre, fue base de diversas civilizaciones, los egipcios desde el año siete mil antes de Jesucristo lo utilizaban incluso para vidriar vasijas. La contaminación por el plomo en la sociedad moderna ha sido realmente impresionante, incrementándose a partir del año 1750 y en especial como consecuencia de la revolución industrial, sobre todo a partir de la Segunda Guerra Mundial, por el uso del plomo como antiexplosivo en los carburantes (motores, automóviles, etc). Los yacimientos minerales de galena en España se asocian a la importancia que tiene el plomo en la contaminación en nuestro país como ecopatógeno.

Las contaminaciones más importantes por efluentes derivados del plomo son de carácter antropogénico, residuos industriales: fábricas de colorantes, insecticidas, explosivos, soldaduras, reactivos químicos, aditivos antidetonantes para la gasolina, minería, alfarería, acumuladores y baterías, etc., elementos de conducción, protectores contra los rayos X, etc.). La producción de plomo ha sido aproximadamente de 4.500 toneladas por año ultimamente, siendo los principales productores Estados Unidos, la URSS, Australia, Perú, Méjico, China, Bulgaria y Yugoslavia. Sólo un 4% del plomo contenido en la atmósfera es de carácter natural, el resto procede de fuentes antropogénicas, adquiriendo niveles de 1-3 microgramos por metro cúbico en el medio urbano, en el medio rural las concentraciones varían entre 0,1 y 0,5 microgramos por metro cúbico e incluso menor. El deterioro de las conducciones (de plo-

mo) incrementa el contenido en el agua de este metal de forma alarmante, lo cual aconseja una revisión periódica de las mismas. El contenido en el agua puede llegar a 3000 microgramos/litro, que pueden provocar intoxicaciones en las referidas circunstancias.

Desde el punto de vista de la salud pública, es importante tener en cuenta que el contenido en plomo en las calles (asfaltadas) en zonas residenciales, etc., llega a ser de 1600 a 2400 microgramos, lo cual representa un serio peligro para los animales y especialmente los niños que ofrecen singular sensibilidad a esta intoxicación. La abundancia de plomo en el medio ambiente de las zonas urbanas se ha relacionado con la muerte súbita del niño recién nacido, así como de fracasos en la cría, especialmente cachorros y gatos que viven en el medio urbano. Por lo que respecta a los efectos en el *medio biótico* se ha podido comprobar que las plantas, aunque están dotadas de dispositivos de selección para la absorción de ciertos metales (entre ellos el plomo), no obstante se absorbe con relativa facilidad y se acumula principalmente en las raíces, de ahí la peligrosidad de ciertos bulbos: remolacha, cebollas, patata, etc. En concentraciones de 0,1 a 0,5 mgr./ml. el plomo retrasa la ruptura heterolítica en la materia orgánica. Algunos animales tienen particular facilidad para acumular el plomo sin verse afectados por el mismo, tal es el caso de *la lombriz de tierra que representa un reservorio importantísimo de plomo, de ahí que la alimentación con lombrices de tierra, actualmente en uso en avicultura, porcicultura, etc.*, represente un peligro al efecto. El efecto tóxico del plomo no está bien determinado. *El Departamento de Sanidad de los Estados Unidos* informa que más de dos millones de patos mueren en América del Norte accidentalmente por ingerir perdigones de plomo o retener en su organismo el referido material, de ahí que las leyes que regulan la caza tiendan a sustituir el plomo en determinados proyectiles.

El paso del plomo al organismo (absorción) es diferente según se trate de compuestos *inorgánicos que incluyen sales y óxidos y los orgánicos*, referentes sobre todo al tetra etil y tetrametil plomo derivados de la combustión de la gasolina principalmente. La absorción del plomo puede producirse por vía respiratoria alcanzando un 50%, pasando posteriormente a la sangre para eliminarse principalmente los excrementos ya que dicha absorción depende de varios factores, tal como expresa el Profesor R. Lozano Fernández: *tamaño de la partícula, forma química, ritmo respiratorio, características intrínsecas del organismo receptor.*

Los cuadros tóxicos aparecen cuando en la sangre adquiere concentraciones de 80-100 microgramos por cien ml., aunque en circunstancias, estos niveles pueden elevarse incluso a 300. Los primeros síntomas afectan al: aparato respiratorio: cólicos, anorexia, dispepsia, estreñimiento y en otras circunstancias diarrea, sabor metálico en la boca, vómitos, insomnio, laxitud,

debilidad, etc. En algunas aves y especialmente en las paserinas (canarios) hemos podido observar parálisis motora más o menos intensa del sistema respiratorio, dando lugar al enfisema que en otras circunstancias atribuíamos a la singamosis (parasitosis). En este sentido al canario se le puede considerar como un animal centinela del nivel de intoxicación que se alcanza en determinados puntos del centro urbano.

La intoxicación crónica por el plomo se manifiesta tanto en el hombre como en los animales por disminución del desarrollo corporal (microsomía, menor talla). Las formas agudas se manifiestan con: encefalopatías agudas, especialmente en intoxicaciones directas con pinturas, barnices, etc., llegando posteriormente al paro respiratorio precedido de anemia, dolor abdominal y encefalopatía muy aguda, así como apatías, vómitos, ataxia, somnolencia, hiperactividad, estupor y otros síntomas de carácter neurológico que se aprecian tanto en el hombre como en los animales. Como ecopatógeno, una actividad importante del plomo se refiere a sus efectos sobre el *sistema nervioso periférico*, en principio, afectando a los músculos extensores, trastornos sensoriales, sensación de calor, frío, mayor sensibilidad al dolor, mientras que en el *sistema nervioso central* determina: *encefalopatías, en cuadros de intoxicación subcrónica y crónica* que se manifiestan por: irritabilidad, dolor de cabeza, temblor muscular, torpeza, ataxia y sobre todo pérdida de memoria, caudros que al agravarse terminan en coma, convulsiones y muerte. Los efluentes más temibles en este caso son aquellos que proceden de la absorción (por vía oral); mientras que sólo algunos compuestos orgánicos se absorben a través de la piel.

Cuando el plomo llega al organismo la difusión a través del sistema sanguíneo presenta predilección para acumularse en los huesos (principal reservorio que alcanza el 90% de la concentración corporal), mientras que otros tejidos adquieren, como el hígado concentraciones de 1 mgr./kgr., en tanto que en la médula renal sólo llegan al 0,08 miligramos por kilogramo. A través de la vehiculación sanguínea el plomo se incorpora rápidamente a los eritrocitos. La eliminación del plomo tiene lugar fundamentalmente a través de las *heces, secreción biliar, pelo, sudor y en circunstancias por la leche materna en concentraciones de hasta 12 mgr./l.*, lo cual representa un gran peligro para el recién nacido, fenómeno que algunos clínicos consideran determinante de la «muerte súbita del recién nacido». En todo caso los niveles de eliminación dependen de la especie animal, así en los antropoides la secreción más importante es por la orina, en las ratas la secreción biliar lo mismo que en los rumiantes y en los cánidos y felinos a través de la secreción transmucosa.

Las investigaciones actuales han podido demostrar que el plomo se comporta como factor de quiescencia en los espermatozoides (hipocinesis), ge-

nerando trastornos serios en la capacidad fecundante; mientras que en las hembras provocan alteraciones en el desarrollo embrionario (abortos, aberraciones cromosómicas y formas teratogénicas de singular gravedad).

El cadmio como ecopatógeno

El cadmio pertenece al *grupo 12 de la tabla periódica* que incluye también al zinc y al mercurio, su valencia es 2. Se trata de un elemento que se encuentra en la naturaleza asociado a otros minerales, especialmente el zinc, plomo y cobre, de ahí que en la toxicología de estos elementos deba contarse siempre con el contenido en cadmio. Fue descubierto en el año 1972 como un mineral puro por los investigadores Strhmeier y Hermann. De tal manera está asociado al zinc que la denominación de cadmio (palabra griega), cadmio, significa óxido de zinc.

En el campo de la toxicología se le considera como uno de los tóxicos más graves ya que se encuentra asociado (en cierto modo camuflado) con otros minerales cuya toxicidad no es alarmante. Se encuentra inevitablemente en todos los concentrados de zinc en la proporción de 0,1-0,3% en términos generales y en porcentaje menor en los de plomo y de cobre. Los minerales más ricos en sulfuro de cadmio se encuentra la greenockita (CtS) cuyo nombre se debe también a la localidad de Greenock (Escocia), también se encuentra en forma de óxido y carbonato en la otavita.

Las *fuentes antropogénicas* generan los efluentes principales de cadmio. Se trata de un metal relativamente volátil que se desprende en los procesos industriales del zinc, cobre, plomo, etc., estando la eliminación de vapores de cadmio muy relacionada con la producción de zinc (procesos industriales). *En los suelos* se halla en concentración de 1 mgr/kgr., adquiriendo un valor constante casi siempre comprendido entre 0,1 y 0,5 mgr/kgr., abundando más en los suelos ácidos ya que se libera en determinadas circunstancias con mayor facilidad de la roca madre. *En el aire* (otro efluente importante del cadmio) adquiere valores de 0,002 microgramos por metro cúbico puesto que se trata de un metal muy volátil, de ahí la difusión (peligrosa) como consecuencia de movimientos atmosféricos, etc. En el *ambiente biótico* lo más significativo es la presencia del referido metal en las plantas (a través de las cuales se incorpora generalmente a la cadena alimenticia) almacenándose en la parte aérea a diferencia del plomo que lo hace en las raíces. En este sentido el trigo y el arroz representan reservorios importantes de cadmio, en el mecanismo de almacenamiento influye el pH de los suelos y la presencia de otros minerales que actúan como catalizadores. En este proceso influye notablemente el *nivel de fertilizantes* (riqueza de los suelos), así se ha demostra-

do que en cebada y avena muy fertilizadas, la cantidad de cadmio adquiriría unos niveles de 0,28 microgramos por gramo a diferencia de 0,02 que alcanza en la agricultura ecológica (no fertilizada). Desde el punto de vista de la acción fitopatológica se demuestra que el cadmio es muy poco activo respecto al tomate y la col, sin embargo presenta una enorme sensibilidad la *espinaca* y la *soja*, así como el mastuerzo chino, de tal manera que *pueden informarnos (vegetales centinela)* de los niveles de cadmio en el suelo. La intoxicación vegetal por el cadmio genera alteraciones en la: función clorofílica (marchitez, necrosis, clorosis) inhibiendo los procesos de fotosíntesis y la fijación del dióxido de carbono, lo cual conduce a la muerte de los vegetales a corto plazo.

La enfermedad de itay-itay, descubierta en Japón, consecuencia de la ingestión de aguas ricas en minerales ha sido ultimamente *atribuida a los niveles de cadmio* en los cultivos de arroz, cuyo *efecto ecopatógeno* se empezaba a manifestar cuando se adquirirían valores de 0,72, 4, 12 microgramos por gramo, con una media de 2,5 microgramos por gramo; mientras que las zonas de control (libres de tal contaminación) los valores oscilan entre 0,03 y 0,11 microgramos por gramo. El contenido en cadmio de las aguas del mar es mucho más bajo que el que acumulan los organismos que viven en la misma (zooplacton): *moluscos, mariscos y especialmente la jaiba* que llega a adquirir niveles de 5-15 microgramos por kilogramo. Se ha demostrado que el efecto tóxico del cadmio disminuye la prolificidad de los peces, resulta particularmente tóxico para los alevines. La muerte se produce por hipoxia determinada por acúmulos de mucina en las branquias. Los efectos tóxicos del cadmio son mucho más agresivos en el mundo vegetal y en los hervíboros, mientras que en los carnívoros hasta el momento no se ha descubierto ninguna ecopatología por este efluente. Los niveles de cadmio eliminados por la leche nunca son superiores a 1 microgramo/litro, lo cual demuestra que la referida glándula es una barrera eficaz frente a este efluente tóxico.

Las alteraciones más importantes han sido descubiertas a través de la absorción intestinal al penetrar el referido efluente tóxico a través de la cadena alimentaria dietéticas. Los animales y *las personas que padecen anemia tienen una capacidad de absorción del cadmio* y por tanto sensibilidad a la intoxicación cuatro veces superior a los normales; en este mismo sentido actúan la *hipoproteinemia, hipocalcemia*, siendo los animales más jóvenes —lo mismo que sucedía con el plomo— aquellos quienes presentan mayor receptividad a esta intoxicación. La incorporación de cadmio a través de las vías respiratorias (inhalación) es en forma de aerosol y se presenta entre un 10 y un 50%, a través de partículas que son inhaladas experimentan un porcentaje de absorción del 15 al 30%, que en el caso de la *especie humana* se eleva cuando se trata de fumadores. A través de la piel el cadmio se absorbe mal, no

obstante el cloruro de cadmio con una permanencia de 5 horas como mínimo llega a adquirir concentraciones de absorción del 4%.

El cadmio ofrece singular tendencia a acumularse en los glóbulos rojos, donde se une a proteínas de bajo peso molecular tales como las *metalotioneinas*, observándose una afinidad especial por el riñón y el hígado. Hay que tener en cuenta que el cadmio adquiere niveles de permanencia realmente largos ya que en la especie humana se mantiene entre 50 y 60 años, siendo los reservorios crónicos más significativos el páncreas y las glándulas salivales. Las mayores concentraciones de cadmio se mantienen en un 75 y 80% que se almacenan en hígado y riñones unidos a proteínas de bajo peso molecular (metalotioneinas) que muestran una particular sensibilidad por este catión. La unión se hace a través de grupos sulfhídricos (SH), las intoxicaciones por cadmio tienen tendencia a la cronicidad provocando lesiones importantes en el pulmón: *enfisema pulmonar, renal, proteinuria*, etc., en dependencia con el tiempo de permanencia y la susceptibilidad de los individuos.

El Ministerio de Salubridad y Asistencia Pública de Japón declaró en 1968 a la enfermedad Itay-Itay como causada específicamente por el cadmio, expresando gran sensibilidad a la misma situaciones tales como: lactancia, embarazo, endocrinopatías, edad y sobre todo las deficiencias en calcio y desnutrición (hipoproteinemia). Esta enfermedad fue detectada en 1947 como un síndrome doloroso de naturaleza «reumática» que afectó en las márgenes del río Jintsu perteneciente al estado de Toyama; a un número considerable de personas que reflejaban el referido síndrome que en español significa «¡ay, ay!» debido al dolor punzante que experimentan los enfermos, localizado en el esqueleto, músculos, articulaciones, etc. Esta enfermedad en 1965 según la comunicación del Ministerio de Sanidad y Asistencia Pública del Japón llegó a producir más de 100 muertes. La causa está relacionada con la *ingestión masiva de cadmio*, bien a través de cadenas alimentarias (arroz cultivado en aguas contaminadas) así como el consumo de agua (causa más directa) procedente de acuíferos que hacían su recorrido entre minas de zinc y plomo cuando se encuentra kilómetros arriba de la zona afectada. Se trata de una enfermedad crónica que cursa en periodo de 5 a 10 años e incluso más, sin embargo los primeros síntomas se caracterizan por alteraciones: dentarias (anillos de cadmio), boca reseca, pérdida del sentido del gusto, mientras desde el punto de vista hemático se aprecia disminución de los eritrocitos (lesiones en médula ósea), enfermos incapacitados, grandes permanencias en decúbito, cama, etc., alteraciones en la orina: proteinuria, enzimuria, glucosuria, aminoacinuria, fosfaturia, hipercalcemia. Hipercreatinemia, hipocloremia, hipouricemia y en general anemia.

La proteinuria es uno de los síntomas más preocupantes y alarmantes que llega a elevarse diez veces sobre el valor normal. Mientras que el riñón se observan lesiones de los túbulos proximales. En los huesos se encuentran altera-

ciones muy notables en la calcificación (deficiencias). El cadmio puede resultar un elemento muy importante para explicarnos ciertos cuadros de raquitismo, osteoporosis, osteomalacia, etc.

Otros efectos, sobre todo en personal laboral expuesto durante largos periodos al efluente tóxico del cadmio se refieren a: disminución de la hemoglobina, palidez, atonía, alteraciones en la absorción del hierro y disminución notable de este elemento a nivel de médula ósea responsable de las hemopatías. Se le atribuyen también efectos en la: hipertensión, arterioesclerosis, trastornos cardiacos, es posible que determinadas enfermedades renales, cardiovasculares, óseas, malformaciones, raquitismo, osteomalacia, que se observan en animales, así como aberraciones cromosómicas en ratas. Una de las manifestaciones más típicas que produce en el hombre es alteraciones en la mucosa nasal, agujeros en el tabique nasal, lesiones en el borde, deformación de la nariz, síntomas que caracterizan a los obreros que de forma continua trabajan en las factorías de cadmio, que son interpretados socialmente como un síntoma de lealtad y fidelidad a la empresa. Desde el año 1965 hay un informe de la OMS en que asocia la presencia del cadmio a efectos cancerígenos, habiéndose observado varios casos de: carcinoma de próstata, pulmonar, carcinomatosis, en personas que estuvieron expuestas durante 10 años como mínimo a este efluente contaminante.

El cromo como efluente ecopatógeno

Se trata de un mineral blanco azulado, muy duro, perteneciente al grupo de los elementos de transición, sus valencias son: +2, +3, +6, *siendo verdaderamente tóxico el hexavalente*. Se manifiesta como tóxico sólido, líquido y gaseoso, tiene gran interés como contaminante en atmósferas cerradas, centros laborales, explotaciones animales, etc. El cromo tóxico (hexavalente) se encuentra en los alimentos, al entrar en contacto con el aire se oxida convirtiéndose en Cr_6^+ . Este metal (como ecopatógeno) fue descubierto en 1762 en Siberia por LEHMAN. Su principal forma es el cromato de plomo, de ahí que se conozca también con el nombre de crocoita o crocoisita. Deriva de la palabra griega Chromos = color verde; es un elemento muy importante para la vida (enzimología), abunda en la corteza terrestre, aire, agua (la concentración normal es de 0,1-6 microgramos/litro). Es más abundante en el mar (0,2-50); en el aire de los polos se encuentra en la proporción de 0,05 ngr./m³, en el hemisferio norte de 11-300 ngr./m³, mientras que en los suelos varía entre 5 y 1500 mgr/kg.

En los países desarrollados se ha incrementado considerablemente la efluencia de cromo a consecuencia de diversos usos y procesos industriales:

colorantes, pigmentos (teñidos), eliminándose al medio ambiente en forma de *vapores, gases tóxicos, humo, polvo*. El efecto colorante del cromo ha sido muy importante desde el punto de vista industrial; el cromo (ión trivalente- Cr_3^+) produce el color verde esmeralda, mientras que el ión CrO_4 el cromado (aspecto brillante) y protector de los metales para evitar la erosión de los mismos y el ión hexavalente (Cr_6^+), es enormemente tóxico, ofrece en general color amarillo.

Actualmente ciertos derivados de cromo se utilizan como detergentes, fertilizantes, fungicidas y como fitoprotectores, lo cual significa un enorme peligro por la posible contaminación (efecto tóxico) tanto en forma líquida (aspersiones) o gaseosa (aerosoles), etc. En algunos países (Estados Unidos y Rusia) se ha prohibido la utilización del cromo como detergente y fertilizante, sobre todo en la forma de superfosfato ya que en concentraciones de 2 microgramos es capaz de producir efectos tóxicos e incluso en los acuíferos por filtración. *Otra fuente abiótica del cromo* es la que se deduce de la emisión de vapores, residuos sólidos en las combustiones en base a carbón, aceites pesados.

Los efectos tóxicos del cromo de carácter abiótico se manifiestan en el entorno de industrias que trabajan con este elemento, consecuencia de emisiones al ambiente de polvos, líquidos, humos que al precipitarse sobre elementos como esculturas, edificios y sobre todo automóviles generan deterioros importantes. En los seres vivos —efecto biótico— actúan sobre el organismo en forma de humo, principalmente a través de exposiciones crónicas y penetración por vía respiratoria generando en las puertas de entrada procesos: inflamatorios, irritaciones, úlceras, lagrimeo, y cuando se sitúa en la piel reacciones ulcerosas muy singulares caarcterizadas por su escasa extensión y enorme profundidad, así como gran resistencia a la cicatrización (procesos crónicos). Estos cuadros están relacionados con las úlceras podales del ganado vacuno provocadas por las contaminaciones de cromo en el ambiente de la explotación.

El cromo provoca tres episodios clínicos bien caracterizados: cáncer de pulmón, úlceras profundas en el tabique nasal y demormación de la cara (senos, nasal y frontal), así como en la región paranasal, y úlceras cutáneas de gran profundidad, de aspecto tórpido con tendencia a permanecer profundizando más que a actuar en superficie.

Los ecopatógenos derivados del cromo actúan distintamente según el tipo de exposición: ocupacional (referente principalmente a personas que trabajan en centros industriales) contaminados por el referido metal, granjas (atmósferas cerradas), así como mediante exposición ambiental en los ecosistemas acuáticos y terrestres donde los compuestos de cromo se ingieren con facilidad puesto que abundan (especialmente el hexavalente) que incluso puede in-

tegrarse en las cadenas alimentarias (agua contaminada, etc.) o llegando al organismo a través de la vía respiratoria —la más importante—, la digestiva (vía alimentaria, agua, alimentos sólidos, frutas, verduras, principalmente).

Una vez situado el cromo en el organismo, los depósitos fundamentales son la piel y el pulmón, así como músculos, grasa, sobre todo en los mamíferos; cuando se trata de *intoxicaciones leves* pero sostenidas, los acúmulos más importantes se encuentran en el bazo, espina dorsal, hígado, cabello, uñas y singularmente en la placenta. No se conoce su nivel tóxico ya que no existe unanimidad de criterio en esta evaluación. En todo caso el cromo actúa sobre los tejidos uniéndose a las proteínas (en términos generales).

Por lo que se refiere a la salud pública y animal, la toxicidad del cromo cuenta con historial clínico llamativo que ha servido de pauta para evaluar la intoxicación por este metal. En el año 1960 una intoxicación producida en Tokio fue debida a la eliminación de contaminantes por la empresa Nippon Chemical Co., generadora de grandes cantidades de cromo hexavalente (de gran toxicidad) y que contaminó el entorno próximo e incluso lejano provocando grandes alteraciones en factorías (atmósferas cerradas), escuelas, centros recreativos, etc., en ese mismo año *los técnicos descubren una singular abundancia de cáncer* de pulmón en personas e incluso animales (animales de compañía). En este episodio ocurrió la muerte de 30 personas y más de 200 fueron consideradas como portadoras de lesiones graves. Otro de los episodios mencionados relacionados con ecopatógenos derivados del cromo hexavalente e incluso bivalente, es el ocurrido en Méjico en 1976 en el entorno de la industria Cromatos de México. Esta industria eliminaba desechos sólidos (óxido de cromo Cr₂O₃) en tal abundancia que se los regaló a la población de Lechería (Estado de Tultitlan) para ser utilizados en el pavimento de las calles y en otros casos enterrados en pozos. Se elevaron las concentraciones de cromo hexavalente en el ambiente incrementándose en la superficie de la piel humana y animal, agua potable, dando como resultado intoxicaciones crónicas seguidas de llagas, perforaciones del tabique nasal y sobre todo cáncer de pulmón.

Otro aspecto de la ecopatología del cromo es el relacionado con el incremento en los suelos por causas naturales: geológicas, geodinámicas o antropogénicas, de singular repercusión en la salud humana y animal. Los referidos tóxicos (desequilibradores) actúan tras la penetración en la cadena alimentaria a través de los vegetales y el agua generalmente.

7. OLIGOELEMENTOS COMO ECOPATÓGENOS

En este grupo incluimos elementos minerales de escaso contenido en el medio: oligoelementos, elementos traza, microelementos, así conocidos, que

pueden actuar como ecopatógenos cuando se altera la normal concentración en el ambiente y sobre todo en la cadena alimentaria, que actuando como perturbadores del medio biótico repercuten seriamente en determinadas funciones. La formación del esqueleto y de los dientes exige un aporte adecuado de fósforo y calcio ya que no se puede concebir la normalidad en otro caso. Este efecto biótico depende de alteraciones en la composición de los alimentos llegados como consecuencia de las referidas circunstancias. No es posible la formación de la oxi-hemoglobina que transporta el oxígeno al nivel celular para realizar las oxidaciones (oxi-reducción) base de la vida orgánica, sin el concurso de elementos tan importantes como el hierro y el cobalto; es sabido que las variaciones en el aporte de hierro consecuencia de alteraciones en la composición de las aguas y los suelos, así como del cobre, circunstancia que ocurre en terrenos de gran antigüedad lavados sucesivamente a través del tiempo o por efecto de técnicas agrícolas inadecuadas (monocultivo reiterado, nuevas roturaciones) donde abunda el cobre. De otra parte es sabido que el cobre no puede absorberse por los vegetales sin la presencia del cobalto, de ahí que la presencia de estos tres elementos: cobre, hierro y cobalto, fundamentales para la función hemopoyética a veces se alteran generando cuadros patológicos tan importantes como puede ser la enfermedad de las costas, la sequeira, adelgazamiento progresivo del ganado —bien conocido en Galicia—, etc. Los ruminantes no podrían mantener el pH gástrico dentro de los límites normales sin la presencia en su saliva de determinadas sales minerales: carbonatos, fosfatos, bicarbonato sódico, que actúan como tampones y reguladores biógenos; elementos que están relacionados con procesos carenciales motivados por la composición de los alimentos modificados por alteraciones (ecopatógenos) del medio ambiente.

Del mismo modo no podríamos explicar la funcionalidad normal del músculo cardíaco sin la presencia activa de iones calcio y potasio, también dependientes de la cadena alimentaria. Así como el proceso de la isotomía sanguínea (efecto biótico fundamental) sin la presencia de electrolitos tales como el sodio, cloro, potasio, magnesio, calcio, etc.

Los procesos enzimáticos tan importantes para la salud tampoco pueden generarse desde la formación de las enzimas sin el concurso adecuado de: fósforo, manganeso, zinc, principalmene. Para la formación de fosfatasa se necesita un equilibrio fósforo-magnesio, circunstancia muy importante si se tiene en cuenta su papel en el metabolismo de los hidratos de carbono. Algo semejante ocurre con la tiroxinas en la pigmentación del pelo, en cuya composición entra como elemento fundamental el cobre, cuya carencia en los suelos transmitida a la composición de los vegetales dan como resultado la depigmentación de la piel que caracteriza a enfermedades concretas. La insulina contenida en el jugo pancreático no podría formarse sin un aporte adecuado

de zinc y la enzima arginasa que actúa sobre los aminoácidos de la dieta no puede actuar en la síntesis de las proteínas si no está presente el manganeso. Por otra parte resulta imprescindible para la síntesis de la Vitamina C.

Tierras excesivamente lavadas a través de los siglos por el agua y deterioradas por malas técnicas agrícolas determina la carencia del cobalto en las mismas y cuando los animales ingieren vegetales pobres en este elemento no es posible, en el caso de los monogástricos, *la síntesis de la vitamina B12, factor proteico* de gran importancia en el organismo animal. En este mismo sentido actúa el magnesio (síntesis de las proteínas). En definitiva sería importante hacer un estudio a fondo de los macroelementos y de los microelementos de carácter mineral como factores que pueden actuar como factores ecopatógenos en determinadas circunstancias. Sin embargo, no resulta posible dada la limitación de espacio del trabajo. Nos limitaremos a algunas anotaciones respecto a los macroelementos y los microelementos (oligoelementos, elementos traza) haciendo más énfasis en los primeros: calcio, fósforo, cloruro sódico por afectar más directamente a la salud del organismo humano y animal; aunque haremos también referencia en el: hierro, cobre, cobalto, zinc, manganeso, iodo y magnesio, etc.

El calcio y el fósforo son dos elementos fundamentales, uno metal y el otro metaloide que abundan en la naturaleza (sobre todo el calcio) formando determinados compuestos a través de los cuales ingresan en el aspecto biótico. El fósforo es un elemento mucho más escaso en el medio natural que el calcio, el consumo (suministro) inadecuado de uno de ellos con relación al otro altera el valor biológico de los dos. *En dietética veterinaria* conocemos muy bien los efectos patógenos que determinan dietas mal equilibradas calcio/fósforo.

Aunque el contenido de estos elementos varía con la climatología y la naturaleza del suelo, etc., en términos generales se admite que los vegetales deben contener como mínimo 0,25-0,30% de calcio elemental y 0,20% de fósforo referente a la materia seca. En todo caso el contenido de calcio en los vegetales es más abundante que el de fósforo. Estos elementos se encuentran en los tallos viejos, especialmente el calcio, el fósforo depende notablemente del contenido en agua y por tanto de intensidad del regadío, régimen de lluvias, etc., de manera que en periodos secos disminuye notablemente el contenido de fósforo en los vegetales, así como con el grado de madurez (pérdida de agua de los mismos), estableciéndose relación entre este fenómeno y el contenido proteico de aquellos, llegando a generar incluso a carencias determinantes de afosforosis. La situación comienza a ser alarmante cuando en la sangre disminuye la concentración de fósforo por debajo de 4-8 mgr/100 ml.

La acidez de los suelos hace que el contenido de calcio y fósforo se modifique notablemente formándose sales insolubles tales como el fosfato de hie-

rro, de aluminio, que resultan insolubles y por tanto inaprovechables. Las variaciones de pH (alcalino) repercute sobre el calcio y el fósforo que tienden a no combinarse dando lugar igualmente a compuestos de escasa solubilidad que no son absorbidos por las plantas y por tanto no llegan a la cadena trófica. En este mismo sentido (solubilidad, insolubilidad de los referidos elementos) influye de forma notable el grado de humedad de los suelos. Hay que tener en cuenta que muchas áreas del Planeta se encuentran en fase de «agotamiento progresivo» en relación con el calcio y el fósforo como consecuencia de producciones vegetales (especialmente monocultivos) que extraen del suelo cantidades considerables de estos elementos. Grandes producciones de leche, de carne, en determinadas áreas han determinado *reducciones muy importantes del calcio y fósforo* de los suelos, así como del magnesio que son tres elementos fundamentales para la integración del esqueleto, desarrollo animal y especialmente para la producción de leche, la gestación, etc. La mala praxis es causa de que se comporten como *ecopatógenos* y no como simples estados carenciales.

Las necesidades del organismo animal y concretamente en el ganado vacuno están cifradas en 6-12 gramos de calcio y 6-8 gramos de fósforo por animal y día para asegurar un desarrollo adecuado, base de una producción económicamente rentable, variando la relación clásica entre el fósforo y el calcio = 2:1, de acuerdo con la fase del desarrollo animal. En el periodo de lactación de la vaca se considera que el aporte de calcio como mínimo debe estar comprendido entre 20 y 25 gramos de calcio y 15 de fósforo por animal y día, con variaciones de acuerdo con el volumen de leche producida. Puede considerarse como enfermedad ecopatológica, algunas alteraciones del esqueleto relacionada con la deficiencia en estos elementos, tal como ocurre con el raquitismo, osteomalacia, osteofibrosis, alteraciones dentarias en este caso relacionadas también con el fluor.

Fluor como ecopatógeno.—Es un microelemento muy importante en la salud humana y animal. Se trata de un metaloide (halógeno) cuyo peso atómico es 19. En la naturaleza se encuentra (abiótico) en las aguas termales, así como en rocas calcáreas (materiales de fósforo) que mediante calentamiento eliminan el fluor; de tal manera que este elemento es un tóxico, diríamos habitual, circundante de las industrias de cerámica (calentamiento de tierra para distintas finalidades, cerámicas, ladrillos, etc.) que eliminan fluor a través de vapores, agua, etc. Un incidente de esta naturaleza (contaminación del entorno) tuvo lugar hace unos años en *Cantabria* produciéndose una intoxicación masiva de los animales que consumían pastos contaminados por una fábrica en los que se presentó una intoxicación por fluorosis con manifestaciones típicas. En condiciones naturales la mayor concentración de este elemento la encontramos en la roca fosfórica apatita, separándose de la misma (desfluoriza-

ción) mediante calor. El fluor lo podemos detectar en los vegetales, en el agua de consumo animal, etc., en los materiales (rocas minerales junto con el calcio y fósforo) e incluso en aquellos que se emplean como correctores minerales de la alimentación. En los vegetales valores normales son del orden de 2 a 5 ppm., deduciéndose que a partir de la concentración de 8 ppm., se producen problemas de toxicidad en animales jóvenes, sobre todo en la fase de crecimiento, y en adultos a partir de una concentración equivalente a 15 ppm.

Las lesiones más típicas se refieren fundamentalmente a trastornos óseos: osteodistrofia, osteosensibilidad, alteraciones en las articulaciones, renales, gastrointestinales y la muerte del animal, si bien antes han presentado otros síntomas como: conjuntivitis, gingivitis, alteraciones en la formación de los dientes, reblandecimiento de los mismos, dificultad para la alimentación, etc. Aparte de las fábricas de cerámica, modernamente se ha podido demostrar contaminaciones ambientales en las fábricas que procesan aluminio, electrolisis del vidrio, fábricas de pintura, barnices, abonos fosfatados, etc. La eliminación se realiza fundamentalmente a través de los humos, ricos en ácido fluorhídrico, que son arrastados por el agua llegando a contaminar grandes superficies de terreno, vegetales, acuíferos, etc. La presencia en el agua comienza a preocupar cuando las concentraciones adquieren valores superiores a 1 mgr/l., puesto que aunque aparentemente puedan resultar de escasa cuantía teniendo en cuenta que un vacuno adulto consume cerca de 40 l. de agua al día, la cantidad de fluor que en tal caso ingiere resulta considerable adquiriendo ya valores tóxicos. Los piensos compuestos tan utilizados en ganadería y alimentos humanos a los que se les incorpora calcio y fósforo (corrector y equilibrador) representan también cierto peligro, de ahí que la reglamentación sanitaria debe exigir el desfluorinado de estos productos antes de su incorporación. Los organismos de control sanitario, admiten que la concentración (máximo permitido) no debe pasar de 0,09% en la ración total diaria. *El porcino es mucho más sensible* a las intoxicaciones por fluor que el vacuno, presentando una sintomatología un tanto específica referente a: movimientos de maticación típicos, dilatación pupilar y tetania. Los problemas dentarios son muy graves puesto que el animal no puede masticar correctamente, circunstancia que repercute en el desarrollo orgánico; de manera que en esta especie animal el máximo permitido en la ración total diaria no debe ser superior a 0,010%. *En las aves la sensibilidad al fluor es muy considerable* (la mayor dentro de la especie animal), la sintomatología en las intoxicaciones se caracteriza por: retraso en el crecimiento, pubertad retardada, etc. En este caso la dosis admitida en la dieta (concentración) no debe pasar de 0,035% ya que cantidades superiores a 0,040 resultan tóxicas.

Ante la sospecha de una ecopatología determinada por el fluor es aconsejable la exploración detenida de los animales, referente fundamentalmente al

examen de los dientes: alteraciones en el esmalte, resquebrajaduras de los mismos, puntos de color blanquecino, pérdida de brillo, aspecto opaco parecido al yeso, etc. Estas alteraciones aparecen en la dentadura permanente y no en la de leche. Este cuadro va seguido de una profunda desnutrición, atonía, trastornos digestivos, mientras un examen detenido de los huesos descubre puntos de color verdoso, con una concentración de como mínimo de 3000 partes por millón referida al hueso seco y desgrasado ya que en los animales normales (vivos) esta concentración no pasa de 600 ppm. En el aspecto físico los huesos aumentan de grosor, de tamaño y de peso, apareciendo incluso exostosis que al interferir el juego de los tendones genera extrañas posiciones, marcha rígida, dolorosa, etc. *Si golpeamos la pezuña del animal*, éste inmediatamente la levanta produciéndose síntomas de dolor, esta hiperestesia es síntoma muy específico de las intoxicaciones por fluor.

En todo caso la evolución de la enfermedad es muy crónica, necesitándose como mínimo un periodo de un año en contacto con los contaminantes (efluente tóxico) para presentarse la sintomatología específica. En la enfermedad exostósica (aparición de múltiples exostosis en los huesos largos), se relaciona con intoxicaciones por fluor.

Cloruro sódico es un elemento fundamental para todos los seres vivos. Las intoxicaciones pueden producirse como consecuencia de ingestas directas (minas de sal gema, ingestión de agua de mar, etc.). En ganado vacuno —tomado como referente— 4-5 gr./100 kgr. de peso vivo se considera como normal. En régimen de pastoreo (dada la abundancia de potasio en los vegetales), el aporte normal se cifra entre 20 y 25 gramos de cloruro sodio por día. Para el consumo humano y animal se consideran aguas no potables aquellas cuyo contenido es superior a 250 mgr/litro.

El problema de las aguas duras (generalmente subterráneas), genera serios episodios al organismo animal —más que al humano—. La salinización de ciertos acuíferos tiene lugar por el uso de riego (en superficies) excesivo. La evaporación determina salinización de los suelos, etc. Hemos observado trastornos en el éxito procreativo de animales que consumen agua hipersalina (no potable) en relación con: alteraciones en los ciclos, disminución en la fertilidad, fecundidad y prolificidad de singular repercusión en la economía de las explotaciones. El efecto tóxico se manifiesta por pérdida de peso, debilidad, deshidratación, baja temperatura, y diarreas.

Hierro como ecopatógeno.—Aunque el hierro se considera esencial para los seres vivos su participación es escasa en los procesos biológicos. Es uno de los metales más extendidos en el Planeta, encontrándose en diferentes formas: magnetita, Fe_3O_4 , hematita roja, hematita de color pardo, limonita (óxido de hierro hidratado), pirita (sulfato de hierro) y siderita (carbonato de hierro). Es un elemento fundamental en el organismo animal, especialmente para las fun-

ciones metabólicas (hemoglobina), el contenido de hierro en los glóbulos rojos es abundantísimo en la hemoglobina se encuentran en la proporción de un 60%. Al romperse los glóbulos rojos, el hierro se acumula en el organismo: bazo, hígado, músculos, médula ósea, etc. El desarrollo del individuo está relacionado con las posibilidades de utilización del hierro; es evidente que la leche presenta cantidades mínimas de este elemento (0,30-0,60 mgr/l. generalmente) siendo necesario el cobre y el cobalto para la perfecta incorporación de este elemento a los hematíes, de ahí que la *ferropenia de los lechones* (animales de rápido crecimiento) se manifieste con mucha frecuencia el síndrome, siendo necesario (profilaxis eficaz) las administraciones de gluconato de hierro al recién nacido. Se incorpora al organismo a través de la vía digestiva y en los rumiantes a nivel del cuajar por efecto del ácido clorhídrico allí presente que lo convierte en férrico. El efecto más temible del hierro como ecopatógeno está relacionado con su escasez en la cadena alimentaria (vegetales, etc.) por interferencias en los niveles de absorción (interferencias minerales) que en definitiva actúan alterando en el organismo los equilibrios: hierro, cobre y cobalto, necesarios para la incorporación del hierro a la hemoglobina.

Cobre (Co).—*Las formas biógenas (asimilables) del cobre están representadas en el sulfato y óxido respectivamente.* Es un elemento que forma parte junto con el hierro y el cobalto de la trilogía de los antianemizantes. Integra la elastina de las arterias y ejerce un papel fundamental en la fisiología del corazón, así como en el revestimiento de los nervios espinales y encefálicos. Participa en los complejos *enzimáticos del citocromo-oxidasa y la tiroxinasa*, de singular participación en la depigmentación del pelo. Entre los hechos clínicos más significativos tenemos la enfermedad denominada «muerte súbita del ganado vacuno», consecuencia de carencias de cobre (ecopatógeno) «por insuficiencia» que actúa rápidamente a través de la interferencia de la función oxihemoglobina. La carencia en los suelos especialmente vírgenes (roturaciones) es consecuencia de la presencia del molibdeno que actúa interfiriendo la absorción del cobre y su incorporación a la cadena alimentaria (vegetales).

Desde el punto de vista clínico, el trastorno más importante es la enfermedad denominada «muerte súbita», se caracteriza por que los animales que pastizan de forma sedentaria en determinadas áreas de insuficiente contenido en cobre en los vegetales, padecen la enfermedad que se manifiesta por: alteraciones en la pigmentación del pelo (enfermedad de las franjas, despigmentadas), trastornos nerviosos súbitos que se manifiestan por muertes bruscas, especialmente cuando los animales son cambiados de lugar, agitados (durante las operaciones de manejo). Es una enfermedad curable tan pronto como los animales son trasladados a lugares en que la vegetación aporta la cantidad suficiente de cobre para el desarrollo normal de las funciones orgánicas. Se consideran como sospechosos (ecopatógenos por deficiencias) a los vegetales

cuyo contenido es menor a 4 ppm., y cuando el contenido en la sangre es menor a 0,5 mgr/l., ambas valoraciones constituyen situaciones de alerta muy a tener en cuenta. El valor normal en la sangre es de 0,6 a 1,5 mgr./l., durante la gestación y el periodo de crecimiento los niveles se reducen. El contenido en la leche es muy bajo, 0,2-0,4 mgr/l.

En términos generales, los terrenos silíceos, de color blanquecino, grisáceo, representan sospecha de menor contenido en cobre, mientras que aquellos negros, ricos en humus y materia orgánica, los valores de cobre se elevan. El pH ácido disminuye el contenido en cobre de los vegetales y el alcalino lo incrementa, llegando a valores de 7 ppm.

La sintomatología (efecto ecopatológico) se manifiesta lentamente, como mínimo a los 8 meses de padecer la carencia, se expresa, en principio, por depigmentaciones en el pelo (signo de Telde Van Koetsveld). Según el referido doctor el valor normal de cobre en el pelo de un animal sano está comprendido entre 8 y 15 ppm., valores inferiores a 8 ppm. indican situaciones de peligro próximas a la aparición del cuadro clínico. La sintomatología más apreciable es: enflaquecimiento progresivo, piel áspera, rugosa, pérdida de brillo en el pelo, despigmentación, pelos arremolinados que se desprenden con facilidad. Estas alteraciones están relacionadas también con deficiencias en tiroxina, enzima que activa la melanina en cuya composición entra el cobre. Los animales se sienten como cansados, agotados, aparecen diarreas, posteriormente muestran dificultades en la marcha (debilidad del tercio posterior), observando un detalle clínico interesante cual es el engrosamiento de la región carpiana que dificulta el movimiento de los tendones. La función sexual queda deprimida tanto en el macho como en la hembra (menor estímulo sexual, celos ausentes, débiles y en todo caso infecundos), predominando como síntoma general la debilidad orgánica y la caquexia. Los requerimientos para salvar el efecto de la ecopatología por carencia de cobre son de 25 mgr./animal/día en el adulto que es equivalente a unos 100 mgr./kgr. de materia seca total. A los terneros a partir de los seis meses debe administrarse como mínimo 20 mgr/día en forma de suplemento, lo cual significa 10 mgr./l. al mes.

Cobalto.—Respecto a las ecopatologías tóxicas del cobalto se manifiestan, en primer lugar, por orina de color rojo, hematuria, hemoglobinuria, que no deben confundirse con la sintomatología urinaria de la piroplasmosis bovina; en todo caso el ganado vacuno y todas las especies animales son bastante resistentes a los cuadros de intoxicación por el cobalto. En el vacuno se necesita como mínimo un aporte de 200 mgr./kgr. de peso corporal al día.

La primeras noticias del efecto ecopatogénico por la carencia de cobalto tuvieron lugar en Australia; se observó una rara enfermedad en vacunos cebuinos (poligástricos en todo caso). Los animales iban enflaqueciendo progresivamente aunque contasen con buenos y fértiles pastizales. Curiosamente los

animales llegaban a morir si no eran trasladados a otro lugar, en cuyo caso la recuperación era relativamente rápida. A este síndrome se le denominó como «enfermedad de los suelos, de las costas, de las fallas (del terreno), marasmo enzoótico». En principio se tuvo la impresión de que era una enfermedad motivada por un ecopatógeno (insuficiencia de hierro, de zinc), sin embargo en el momento actual conviene señalar los siguientes aspectos:

El agente curativo —sin lugar a dudas— de la enfermedad es el cobalto (carencia). Este elemento solamente se muestra activo cuando es administrado por vía oral, es inactivo utilizado por otras vías. La vitamina B12 era curativa del proceso. Se demostró que grandes cantidades de vitamina B12 eran elaboradas por el rumen de los vacunos para lo cual se necesitaba la presencia del cobalto. *Respecto a la ecotoxicidad* se sabe que 1, 3 mgr de cobalto elemental por kilo de peso vivo al día representa una dosis tóxica que es difícil de alcanzar. Los cuadros tóxicos se caracterizan por anorexia total, incoordinación muscular, dispepsias, sialorrea, conjuntivitis y un absoluto rechazo del agua.

8. CONCLUSIONES

- Entendemos por Ecopatologías (ecopatógenos), elementos del medio natural que a través de modificaciones o por causas determinadas por el hombre (antropogénicas) se convierten en peligrosos —agresivos— para el hombre y los animales.
- Es necesario separar claramente el efecto de las carencias (enfermedades carenciales) de la acción antropogénica de aquéllos cuando son modificados por procesos naturales o industriales, generados por el hombre.
- A medida que avanzamos en la ERA ECOLÓGICA, se incrementa el contenido de la NOSOLOGÍA —patógenos medioambientales—.
- Es conveniente estar muy atento a este nuevo planteamiento, lo mismo que el resto de los sanitarios, para responder con eficacia frente a la problemática que plantea.
- LA ECOPATOLOGÍA, amplía nuestro contenido profesional. Aparecen conceptos nuevos como el de:
 - *Edificio envejecido (EE)* que se refiere a que determinadas instalaciones (alojamientos humanos y animales), a través del tiempo, adquieren condiciones insalubres alojando patógenos (bacterias, hongos, parásitos, etc.), así como un ambiente difícil de definir, de carácter biológico en sus estructuras que, en definitiva, reducen el rendimiento de las explotaciones y constituyen factores que facilitan el desarrollo de enfermedades en el hombre.

- *Síndrome de edificio nuevo (SEN)* se refiere a que la habitación nueva de una cierta instalación puede ser peligrosa como consecuencia de emanaciones de los materiales de construcción, mobiliario, pinturas, barnices, especialmente ricos en hidrocarburos policíclicos insaturados (HPIs), así como en hidrocarburos policíclicos volátiles (HPVs) correspondientes a diferentes emanaciones que, en definitiva, se convierten en patógenos medioambientales.

Los referidos planteamientos de LA ECOPATOLOGÍA reafirman el quehacer del sanitario en la interesante problemática del Medio Ambiente y estimula nuestra labor en defensa de la Salud Pública y Animal.

9. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR ROBLEDO, M. (1992): «Alternativas para la agricultura en el campo mexicano: tradición versus modernidad». *Tec. Cienc. Agrop.* 1: 105-113.
- ALVARADO BALLESTER, R. (1997): *El siglo del Ecologismo*. Cátedra «Félix Rodríguez de la Fuente». Noviembre. Madrid.
- AYLLON CASTILLO, M. s/a. *El planteamiento urbanístico y la sociedad del bienestar*. Instituto de Ecología y Mercado. Cuaderno n.º 11. Madrid.
- BERNÁLDEZ, F. G. (1985): *Invitación a la ecología humana*. Blume. Madrid.
- CANOSA USERA, R. s/a. *Protección jurídica del Medio Ambiente*. Instituto de Ecología y Mercado. Cuaderno n.º 6. Madrid.
- CHIVILCHEZ CHAVEZ, J. (1997): *La Biodiversidad*. Cátedra «Félix Rodríguez de la Fuente». Octubre. Madrid.
- CÓRDOBA IZQUIERDO, A., RUIZ LANG, G., SALTJERAL OAXACA, J., PÉREZ GUTIÉRREZ, J. F. y DEJEFA DADI, T. (1999): «La educación Ambiental y la enseñanza Veterinaria para el tercer milenio en América Latina y Europa». *Archivos de Reproducción Animal*. 10: 36-51.
- DELVAL, J. y ZABALA, A. (1994): *Moral, Desarrollo y Educación*. Madrid. Anaya.
- DOADRIO, A. (1982): *Química Bioinorgánica*. Ed. LAEF. Madrid.
- FERGUSON, J. E. (1988): *Curso básico de Toxicología Ambiental*. Limusa. México.
- FRAÚSTO DA SILVA, J. Jr. y WILLIAMS, R. J. P. (1991): *The Biological Chemistry of the Elements*. Clarendon Press. Oxford.
- HALLE, M. (1996): *UICN. Una estrategia para una vida sostenible*. Curso de Verano del Escorial. Conservación de la Naturaleza. Dirigido por Humberto da Cruz. Madrid: Universidad Complutense.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (1997): *Libro verde del Medio Ambiente*. Valladolid. España.
- KAIM, W. y SCHWEDRSKI, B. (1994): *Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of life*. J. Wiley & Sons. N.Y.
- L. L. ALBERT. (1991): *Curso básico de Toxicología Ambiental*. Limusa. México.

- LEFF, E. (1994): *Ciencias Sociales y formación ambiental*. Barcelona. Gedisa.
- LÓPEZ TORRES, M. (1998): *Educación ecológica*. México. Trillas.
- LOZANO FERNÁNDEZ, R. (1998): *Contaminación por metales pesados*. Cátedra «Félix Rodríguez de la Fuente». Diciembre. Madrid.
- LLAMAS MADURGA, M. R. (1987): *El agua en España: Problemas principales y posibles soluciones*. Instituto de Ecología y Mercado. Cuaderno n.º 2. Madrid.
- MEADOWS, D. H. (1996): *Más allá de los límites*. En Ecología y Desarrollo, escalas y problemas de la dialéctica Desarrollo-Medio Ambiente. Foro Internacional VII Centenario U.C.M. Madrid: Universidad Complutense.
- MENSAJE KUALA LUMPUR. (1993): *Public*. «Club de Roma». Documento FBBV.
- MIGUEZ, A. (1992): *Europa y el Mediterráneo*. Perspectiva de la Conferencia de Barcelona. Instituto de Ecología y Mercado. Cuaderno n.º 26. Madrid.
- OLCESE SANTOJA, A. (1988): *La conclusión de la Ronda Uruguay del GATT*. Instituto de Ecología y Mercado. Cuaderno n.º 3. Madrid.
- OLCESE SANTOJA, A. y BUTTICAZ DE POZAS, J. (1998): *Bases para una nueva política agroindustrial en España*. Instituto de Ecología. Cuaderno n.º 30. Madrid.
- OLIVES BARBA, A. I. (1998): *Calidad de las aguas del río Arlanzón*. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia. U.C.M. Madrid.
- PAMPILLÓN OLMEDO, R. (1998): *Los derechos de Propiedad sobre recursos pesqueros*. Instituto de Ecología y Mercado. Cuaderno n.º 6. Madrid.
- PÉREZ Y PÉREZ, F. (1986): *Ética y Biología*. Real Academia de Doctores. Madrid.
- PÉREZ Y PÉREZ, F. (1996): *La Filosofía de Río —Sobre Medio Ambiente y Desarrollo—*. Cátedra «Félix Rodríguez de la Fuente» (Conferencia de Clausura). Octubre. Madrid.
- PÉREZ Y PÉREZ, F. (1998): *Contaminación Ambiental y Panorama Sanitario*. Instituto de Medicina Preventiva del Ejército. Madrid (19 de Junio).
- PRIETO VIÑUELA, J. J. (1991): *La industria de Defensa en España*. Instituto de Ecología y Mercado. Cuaderno n.º 22. Madrid.
- QUEIPO, B. R. (1979): *Elementos Minerales en la nutrición —Toxicología—*. INDO-TEC. República Dominicana.
- RUIZ SANZ, J. P. (1995): *Introducción a la Ecología humana*. Tercer módulo del Máster en Educación Ambiental. Málaga. Instituto de Investigaciones Ecológicas.
- ROSENHOY, M. y SHNEIDER, B. (1993): *Para un mejor Orden Mundial*. Public. «Club de Roma».
- VOZMEDIANO Y GÓMEZ, F. (1998). *Hacia una estrategia para la Biodiversidad*. Instituto de Ecología y Mercado. Cuaderno n.º 7. Madrid.