

XII

ECOPATÓGENOS Y MEDIO AMBIENTE

II Curso sobre Medio Ambiente

PROFESOR D. FÉLIX PÉREZ Y PÉREZ,

Director de la Cátedra Félix Rodríguez de la Fuente

Catedrático emérito de la Complutense

Académico Numerario de la Real Academia Sevillana de Ciencias Veterinarias



*Profesores Pérez y Pérez, de la Complutense, Mateos-Nevado Artero de la Hispalense
y Castejón Calderón de la Cordutensis*

INTRODUCCIÓN

El medio ambiente que rodea a los seres vivos no siempre se comporta con indiferencia normal, sino que a veces es capaz de influir en los respectivos organismos, provocando alteraciones que llegan a constituir causa de enfermedad (eco-patógenos) de los que nos vamos a ocupar.

El medio ambiente, con sus influencias, es capaz de modificar las potencialidades determinantes que integran el propio genoma, significando acciones específicas de gran interés para la salud pública del hombre, animales y los elementos que integran la Biosfera.



DETERIORO MEDIOAMBIENTAL

Nueva nosología

La preocupación por el deterioro medioambiental adquiere su punto culminante cuando las Naciones Unidas deciden realizar la "I Cumbre de la Tierra" (Estocolmo, 1972). En un artículo publicado al término de este

Congreso, titulado *-Límites del desarrollo-* por el Club de Roma, se marca la frontera al entender que el desarrollo es determinante de la contaminación y el deterioro de los equilibrios biológicos del planeta, atentatorio de la salud pública. Nuestro literato MIGUEL DELIBES señalaba al respecto: *"el desarrollo tecnológico va en muchos aspectos en contra de la habitabilidad del Planeta"*.

BOSQUET afirma: "el desarrollo industrial, a partir de un determinado límite, constituye un factor negativo, ya que la industria solamente valora los beneficios económicos en guarismos (cifras), sin tener en cuenta el coste ecológico -biológico- que ello significa. Gasto realmente

importante si tenemos en cuenta el conjunto de seres vivos (consumidores) que soporta la Biosfera. Esta inquietud por el medio ambiente y la perturbación que puede significar para la salud pública comienza a manifestarse en los años 40. El correo de la UNESCO (1941) publicaba esta nota *"están matando a la Tierra, es necesario tomar alguna medida frente al desarrollo tecnológico"*.

Esta situación de inquietud creó movimientos sociales, tal como el ocurrido en el año 1948 en la Universidad de Berkeley, donde un líder estudiantil encabezó una manifestación en la plaza de la Universidad en la que se quemaron los últimos prototipos de adelantos: automóviles, televisores, electrodomésticos, como protesta al DESARROLLO. Es curioso que este movimiento tuvo lugar en un país que representa el 6% de los habitantes del Planeta y que consume sin embargo más del 60% de la energía generada en el mismo. Sin embargo la primera protesta de alto nivel fue la reflejada en el "manifiesto de Mentón" (localidad francesa próxima a París) en la que se recogieron dos mil firmas de personalidades relevantes del mundo de la filosofía, la ciencia y la cultura que fueron presentadas al Secretario General de la ONU (Dr. UTHAN) quien contestó rápidamente sumándose a este movimiento, señalando que sólo podrían alcanzarse soluciones dentro de la unanimidad de criterios.

En el año 1969, las Naciones Unidas toman en cuenta estos movimientos y crea la Secretaría Mundial de Medio Ambiente, que representaba el primer Organismo que tomó en serio la preocupación medioambiental. A partir de este episodio todos los países desarrollados crean las respectivas Secretarías de Medio Ambiente que posteriormente han alcanzado el rango de Ministerio. A la vista del fracaso de la Cumbre de la Tierra (1972) organizada por la ONU, se decide organizar un segundo encuentro a nivel internacional, no ya en Estocolmo, el país más limpio, desde el punto

de vista ecológico, y más preocupado por el mantenimiento perfecto de los equilibrios biológicos, sino precisamente en Brasil, país con enorme riqueza ecológica y cuenta, sin embargo con un gran desconcierto en este sentido. Esta decisión representa el exponente de la gran preocupación de las Naciones Unidas por el problema medioambiental. En la Conferencia de Estocolmo, el eslogan principal -compromiso internacional- *"actúa en local pensando en global"* no se ha cumplido. Si es cierto que todos los países se interesaron en mejorar el medio ambiente, llevar la vida a ríos, lagos, etc., (intoxicados), moderar las emisiones tóxicas, etc., evitaron que estos tóxicos fuesen lanzados a países vecinos, con lo cual no se ha respetado el compromiso de actuar en global, continuando la intoxicación de la Biosfera, generándose multitud de eco-patógenos.

Es cierto que a partir de la Conferencia de Estocolmo (1972) se puso en funcionamiento el grupo GELSAM, integrado por expertos en problemas de medio ambiente, cuya misión fue la creación de laboratorios estratégicamente situados en el Planeta para que informen periódicamente de los niveles de contaminantes, así como la realización de inventarios respecto a las especies animales y vegetales para el mantenimiento de la biodiversidad, dar consejos a los Gobiernos para el mantenimiento de la misma, etc.

Posteriormente se han llevado a cabo multitud de recomendaciones en Congresos, Simposia, etc., pero, en definitiva, tales recomendaciones han tenido como fundamento la retórica. Se ha olvidado el cumplimiento riguroso de las normas acordadas.

El Presidente del BID (Banco Interamericano de Desarrollo) se expresaba así: *"se trata de una competencia muy seria entre los países desarrollados, obsesionados por mantener su nivel de vida consumista de alto confort, frente a los países pobres que sólo pueden subsistir."*

Consideramos importante como base de este planteamiento hacer referencia a los **siete pecados ecológicos** :

- Crecimiento demográfico
- Desarborización y deforestación
- Cambio climatológico
- Desertificación
- Biodiversidad
- Agujeros negros – agujeros de ozono-

Calidad del agua: el agua es un elemento fundamental para la vida, su efecto eco-patógeno es en orden a los efectos muy negativos que tiene su degradación

Aunque es evidente que la mayor parte de los contaminantes acumulados en el planeta son de **origen antropogénico**, es decir motivados por la actividad humana en sus distintas facetas, hay que tener en cuenta una serie de alteraciones promovidas por perturbaciones meteorológicas, movimientos geológicos, etc., que en definitiva están dando como resultado una carga tóxica medioambiental realmente importante, que indefectiblemente incide sobre todos los seres vivos. Por la contaminación ambiental ha surgido una nueva Nosología entendida como el conjunto de enfermedades que hoy afectan al hombre y a los animales (ecopatologías). Es difícil delimitar dónde comienza la Nosología típica de la inducida, consecuencia de la incidencia contaminante; sin embargo es cierto que nos encontramos en una situación diferente motivada por factores etiológicos de carácter medioambiental. Es por tanto admisible el hablar de ECOPATOLOGÍA como el conjunto de enfermedades motivadas por alteraciones en el medio ambiente.

ERA ECOLÓGICA -NUEVAS ECOPATOLOGÍAS-

A partir de los años 40 del siglo XX 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 inhabitabilidad 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 a los 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, que debe estimularlo a fin de conseguir los objetivos que se derivan del mismo.

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 Río 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 térmicos, radiaciones, etc) 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 como 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.

ECO-PATÓGENOS 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, partículas pequeñas que en todo caso ingresan al aparato respiratorio provocando reacciones diferentes: neumonías, irritaciones, tumores, etc.

El **síndrome de la atmósfera cerrada** (SAC) que 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 evidentes, que en conjunto integran la Ecopatología.

Hace unos años tuvo lugar la respuesta oficial a este tema, mediante la creación de dos organismos: el Centro Nacional de Sanidad Ambiental y el Instituto de Salud Pública Carlos III, por lo que se refiere a 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 lema de referencia, singularmente importante al tratar del efecto tóxico de los contaminantes medioambientales.

ECO-PATÓGENOS –CONTAMINACIÓN

Contaminación

Quizás 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 (difícilmente sustituibles), ya que la preservación de las cosechas es algo importante. Las plagas que señala el Éxodo en el Antiguo Testamento constituyeron el elemento mas peligroso -atentatorio de la salud humana- a través de la hipoalimentación, 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 heptacloro, 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 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 10s continentes acuáticos donde se desarrollan estas especies. En anos frías, etc., en que utilizan las reservas energéticas acumuladas, aquellas se liberan convirtiendo no sólo 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 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 plaquicidas, 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, médula y el efecto sistémico es muy variado, llegando a crear distintos problemas de infertilidad, desarrollo del embrión, aparición de nuevas teratogénicas, desarrollo de oncógenos, etc. Lo mas 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) dicha de energía. La radiactividad 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 mas importantes, no solamente generadas por los procesos industria-

les, 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 eco-patógeno 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 eco patógeno. 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 eco-patógeno 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 alvéolos, 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 (PM₁₀) se unen otras de menor tamaño (PM_{2,5}), así como determinados elementos que se asocian como los aldehídos, cetonas, hidrocarburos aromáticos poli cíclicos 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, material que se ha difundido y generalizado ya en algunas de las Comunidades autónomas. 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 aquéllas 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, alvéolos, bronquios, dando lugar a interferencias 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 polícíclicos 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 importante 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 abundantes; 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 eco-patógenos 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 cundíos clínicos.

Contaminación por desechos sólidos

Los países desarrollados producen grandes cantidades, de 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– del nivel de desarrollo.

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 esta regulado por la Ley del 42/1975, así como aportaciones legislativas que han tenido lugar en distintas 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 mas 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-, 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 aquellas comunidades en que la actividad agraria, resulta realmente significativa. Es evidente que la con-

taminación animal generadora de eco-patógenos es mucho mas intensa que la humana. La Comunidad Europea presentaba especial atención a esta problemática -residuos de las explotaciones pecuarias- como consecuencia de ella, 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 envergadura, 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 50 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 mas importante es el control de zonas de desarrollo de la ganadería industrial (porcina, avícola, mataderos, etc.) a cuyo efecto 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 eco-patógenos derivados de la contaminación ambiental producidos por la actividad ganadera tiene distintos matices. Los puntos a tener en cuenta son los siguientes:

- Diagnostico 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:
 1. Aspecto jurídico, como soporte legal de actuación,
 2. Planteamientos económicos y enlace con fuentes de financiación
 3. Aspectos administrativos estableciendo el principio de responsabilidad de ejecución de los temas a fin de implicar no solamente a los Municipios sino también a las Diputaciones Provinciales, sistema Autonómico, etc.
 4. Bases técnicas e información para especializados en el sector agrario

Contaminación térmica, cambios climatológicos.

Entendida como eco-patógeno, más bien representa una circunstancia difícil 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 (CO_2), 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 mas fríos comenzó la floración de las especies vegetales, la nidificación de las aves, etc., dando la impresión de que se había producido un autentico cambio climatológico; sin embargo al cabo de unos años el orden se estableció nuevamente.

La llamada contaminación sónica -por el ruido, como eco-patógeno-, 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 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 eco-patógeno 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.

En conclusion 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 éste 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 mas 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 reductos, **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 situación 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).

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 eco-patógenos 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 eco-patógenos pueden ser de naturaleza gaseosa (contaminantes atmosféricos): CO , CO_2 , NO , NO_2 , NO_x , SO_2 , SO_3 , SO_4 (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 CO_2 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 (NO), 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 cuenta con dispositivos móviles (laboratorios) que determinan dichas variaciones en los propios locales, proximidades de las industrias, establecimientos ganaderos, etc.

Óxido 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 ha pasado a tener menos importancia a medida que se descarta de las combustiones industriales, etc., a 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 eco-patógeno 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 poli cíclicos) 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 como consecuencia del eructo y es un contaminante habitual en instalaciones de ganado avícola, porcino, ovino, bovino, etc.

Otros contaminantes de gran interés (eco-patógenos) en determinadas circunstancias son el fluretano, 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 hexannal, hexannal, 1-2 heptonal, heptonal, 1-2 octenal, octenal, 1-2 nonenal, nonenal y decanal, así como el cadmio que se asocia frecuentemente á estos contaminantes.

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 aquéllas que proceden del plomo, y el resto se evalúa mediante cromatografía de líquidos de alta resolución. A este grupo co-

responden 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 $\mu\text{gr.}/\text{m}^3$.

La incidencia de estos eco-patógenos cualquiera que sea su naturaleza no está perfectamente definida ni adecuadamente reglamentada, con frecuencia no actúan aisladamente malestar, atonías, cefaleas, náuseas, vértigos, problemas respiratorios, conjuntivitis, rinitis, dermatitis, etc.

ECO-PATÓGENOS 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 eco-patógenos 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 industriales 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, que 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 accidentes 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_3Hg^+ y el CH_3HgCH_3 que derivan en todo caso del Hg (n). El origen más importante es de carácter antropogénico, procesos industriales: fabrica-

ción 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.

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./m³, 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 mgr./m³. 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 HERNANDEZ, 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.

En atmósferas cerradas (medios laborales, instalaciones industriales, escolares, pecuarias de carácter intensivo, etc.) el mercurio elemental en concentraciones de $0,004 \text{ mgr./m}^3$ en el aire genera el **síndrome asténico-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.

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 anglesim, 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 eco-patógeno. 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 4500 toneladas por año últimamente, 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 plomo) 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 $\mu\text{gr./ml.}$ 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 tetraetil 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 FERNANDEZ: 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.

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 $\mu\text{gr.}$ /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 $\mu\text{gr.}$ /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), generando 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/kg., adquiriendo un valor constante casi siempre comprendido entre 0,1 Y 0,5 mgr/kg., 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 demostrado 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 últimamente atribuida a los niveles de cadmio en los cultivos de arroz, cuyo efecto eco-patógeno se empezaba a manifestar cuando se adquirían 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 proli­fidad 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 herbívoros, 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 dietética. Los animales y las personas que padecen anemia tienen mayor 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- aquéllos que 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.

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 (hipoproteïnemia). 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 de Japón, llegó a producir mas 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 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 mas, 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 medula ósea), enfermos incapacitados, grandes permanencias en decúbito, cama, etc, alteraciones en la orina, proteinuria, enzimuria, glucosuria, aminoaciduria, 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 en el riñón se observan lesiones de los túbulos proximales. En los huesos se encuentran alteraciones muy notables en la calcificación (deficiencias). El cadmio puede resultar un elemento muy importante para explicarnos ciertos cuadros de raquitismo, osteoporosis, osteomalacia, etc.

El cromo como efluente eco-patógeno

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 $\text{Cr}6+$. Este metal (como eco patógeno) 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 palos se encuentra en la proporción de $0,05 \mu\text{gr.}/\text{m}^3$, en el hemisferio norte de 11-300 $\mu\text{gr.}/\text{m}^3$, mientras que en los suelos varía entre 5 y 1500 $\mu\text{gr.}/\text{kg}$.

En los países desarrollados se ha incrementado considerablemente la efluencia de cromo a consecuencia de diversos usos y procesos industriales: colorantes, pigmentos (tejidos), 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 (ion trivalente- $\text{Cr}3+$) produce el color verde esmeralda, mientras que el ion CrO_4 el cromado (aspecto brillante) y protector de los metales para evitar la erosión de los mismos y el ion hexavalente ($\text{Cr}6+$), 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 (aspersionas) 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 so-

bre 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 par vía respiratoria generando en las puertas de entrada procesos: inflamatorios, irritaciones, úlceras, lagrimeo, y cuando se sitúa en la piel reacciones ulcerosas muy singulares caracterizadas 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 exploración.

El cromo provoca tres episodios clínicos bien caracterizados: cáncer de pulmón, úlceras profundas en el tabique nasal y deformación 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 principal mente a personas que trabajan en centros industriales) contaminados par 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 integrarse en las cadenas alimentarias (agua contaminada, etc.) o llegando al organismo a través de la vía respiratoria -la mas 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 alas 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 cro-

mo 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 México en 1976, en el entorno de la industria Cromatos de México. Esta industria eliminaba desechos sólidos (óxido de cromo Cr_2O_3) en tal abundancia que se los regaló a la población de Lechería (Estado de Tlaxcala) 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.

Los 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.

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 isotomía sanguínea (efecto biótico fundamental) sin la presencia de electrolitos tales como el sodio, cloro, potasio, magnesio, calcio, etc.

Tierras excesivamente lavadas a través de los siglos por el agua y deterioradas por malas técnicas agrícolas, determinan la carencia del co-

balto en las mismas y cuando los animales ingieren vegetales pobres en este elemento no es posible, en el caso de 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 de 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 riego, 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 aquéllos, 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 $\mu\text{gr}/100\text{ ml}$.

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

fato de hierro, de aluminio, que resultan insolubles y por tanto inaprovechables. **Las variaciones de pH** (alcalino) repercuten 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.

El flúor 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 flúor; de 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 flúor 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 (desfluorización) mediante calor. El flúor 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 aquéllos 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 fabricas que procesan aluminio, electrolisis del vidrio, fabricas de pintura, barnices, abonos fosfatados, etc.

Ante la sospecha de una ecopatología determinada por el flúor 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 flúor.

En todo caso la evolución de la enfermedad es muy crónica, necesiándose 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 flúor.

El cloruro sódico es un elemento fundamental para todos los seres vivos. Las intoxicaciones pueden producirse como consecuencia de ingesta directa (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. 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 funciones metabólicas (hemoglobina), el contenido de hierro en los glóbulos rojos es muy abundante, 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 eco-patógeno 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 (Cu). Las formas biogénicas (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 fi-

siología 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 despigmentación del pelo. Entre los hechos clínicos más significativos tenemos la enfermedad denominada "muerte súbita del ganado vacuno", consecuencia de carencias de cobre (eco-patógeno) "por insuficiencia" que actúa rápidamente a través de la interferencia de la función oxi-hemoglobina. 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", caracterizada 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).

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.

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 eco-patógeno 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 eco-patógeno (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.

CONCLUSIONES:

- Entendemos por Ecopatologías (eco-patógenos), 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-.
- El veterinario debe 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.
- LAECOPATOLOGÍA 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 ECOPATOLOGIA reafirman el quehacer del veterinario en la interesante problemática del Medio Ambiente y estimula nuestra labor en defensa de la Salud Pública y Animal.
- Es evidente que el campo de la patología debe incluir una nueva Nosología que se refiere a los patógenos medioambientales, bien diferentes a otras causas que perturban la salud del hombre y de los animales.
- Está justificada la singular preocupación del hombre de nuestro tiempo por la calidad alimentaria, desde el momento en que patógenos ambientales pueden alterar la salud de animales y plantas generadores de alimentos, y de otra parte contaminar el ambiente de aquéllos en el curso de la cadena alimentaria, circunstancias que definen la calidad higiénica, sanitaria y ambiental de los alimentos que ingerimos.