

REPERCUSIONES DE LOS INSECTICIDAS ORGANOCLORADOS SOBRE LAS POBLACIONES DE MURCIÉLAGOS CAVERNÍCOLAS

Fernando BARRIALES CARRO



Es un hecho observado por espeleólogos y zoólogos, el que en la década de los 60, en Europa y Estados Unidos, y en la década de los años 70, en España, se ha producido un apreciable descenso de las poblaciones de murciélagos que hibernaban en las grutas.

Esto tiene una repercusión importante en cuanto al mantenimiento del ecosistema cavernícola, ya que existen poblaciones de Troglobios y troglófilos que se alimentan, en esta biocenosis cavernícola, a partir de la materia orgánica aportada en forma de heces (guano) en los momentos en que los Quirópteros permanecían en las cuevas.

En Amsterdam en 1970, La Conferencia Internacional de Investigación de Quirópteros, ya dio cuenta de la alarmante situación de varias, de las 29 especies Europeas que estaban en peligro de extinción. Aportando el dato de que *Rhinolophus ferrum-equinum* en Gran Bretaña, había reducido en esa década, su número de ejemplares en un 90%.

Las especies en que más se percibe esta reducción son, por supuesto, aquellas que tienen mayor tendencia al gregarismo, como *Rh. ferrum-equinum*, *Nyctalus sp.*, *Pipistrellus sp.*

En América la situación es igualmente alarmante, ya que Cockrum aportó el dato de una colonia de murciélagos del guano, *Tadarida brasiliensis*, que contaba en 1963 con 25 Millones de ejemplares y en 1969 su número descendió a 30.000 individuos.

En España la situación es también crítica, y en nuestra provincia, tras numerosas visitas a cuevas, hemos comprobado que desde 1975 se pueden considerar desaparecidas las colonias de las cavidades: "Sor Valle" en Sena de Luna, "Los Montonines" en Mirantes de Luna, y "El Balcón de Pilatos" en Vegacervera. Para ilustrar con datos nuestra afirmación, diremos que en 7 visitas realizadas a partir de 1976, no hemos encontrado nunca un número de Quirópteros mayor de 11, cuando la población original se estimaba en 15.000 ejemplares aproximadamente.

El hecho de la desaparición de estas colonias de murciélagos cavernícolas, se fundamenta en aspectos de la biología de los mismos —baja tasa de reproducción (1 ó 2 crías/hembra/año)—, el hecho de realizar la hibernación en grutas hace que los Quirópteros sufran un "stress" en los momentos en que espeleólogos o zoólogos visitan sus lugares de descanso, lo que supone un incremento en el gastos de sus reservas, respecto a una hibernación tranquila, lo cual compromete seriamente la supervivencia de los jóvenes del primer año.

Además de lo expuesto, creemos que el factor fundamental en la mortalidad de los Quirópteros insectívoros, es el uso masivo de los pesticidas Organoclorados como plaguicidas de insectos, hecho que está ligado al desarrollo de la agricultura intensiva.

Debido a que los Quirópteros Europeos se alimentan de insectos, y que estos soportan una importante con-

centración de Organoclorados, por un sencillo mecanismo de concentración, según la 2.ª Ley de la Termodinámica, la tasa de pesticida se incrementa sobremanera en los murciélagos, ya que en cada paso hacia arriba de la cadena trófica la biomasa se reduce y la energía presente en los enlaces químicos en un nivel dado no sobrepasa toda la energía del enlace en el nivel siguiente, ya que gran parte de la misma se degrada en forma de calor en cada paso. En cambio, las pérdidas de DDT y compuestos similares, a lo largo de la cadena trófica, son pequeñas comparadas con la cantidad que es transferida hacia la parte superior de la cadena. Como consecuencia, la cantidad de Organoclorados aumenta a cada nivel en el ecosistema:

Agua	0,00001 partes por millón
Plantas	0,0001 ppm
Peces	0,5 ppm
Hombre	2 ppm

Los insecticidas Organoclorados más usados se clasifican en tres grupos:

/ Grupo del DDT Diclorodifeniltricloroetano o DDT

Grupo del DDT:

Diclorodifeniltricloroetano o DDT
Diclorodifenildicloroetano o DDD
Diclorodifenildicloroetileno o DDE
Triclorodifenildicloroetano o TDE

Grupo de Ciclodienos:

Aldrín
Dieldrín
Clordano
Endrín
Endosulfán
Heptacloro

Grupo heterogeneo:

Toxafeno
Lindano
Mirex

Todos ellos son potentes insecticidas por lo que se prodigó su uso excesivamente, produciendo graves alteraciones ecológicas debido a sus propiedades como tóxico ambiental.

Las propiedades de los Organoclorados son:

— Amplia variedad de actividades biológicas, entre las que destaca gran toxicidad para muchas especies animales.

— Gran estabilidad, ya que persisten mucho tiempo en forma inalterada o bien como metabolitos cuya vida media es igualmente muy elevada y su acción tóxica es similar (el DDE es el metabolito por desalogenación del DDT).

En suelo no son degradados por los microorganismos y sus vidas medias son: Aldrín 1 a 4 años, Dieldrín 1 a 7 años, Lindano 2 años, Clordano 2 a 4 años, DDT 3 a 10, Endrín 4 a 8, Heptacloro 7 a 12, Toxafeno 10 años.

— Gran movilidad, lo que permite que sean movilizados por el viento, al adherirse al polvo y a las partículas de H₂O evaporada.

— Totalmente insolubles en agua.

— Tendencia a concentrarse en las grasas, lo que supone para muchas especies el principal mecanismo de detoxicación, ya que los Organoclorados quedan acantonados en las grasas, y solamente realizan su función tóxica cuando la capacidad de almacén de las mismas se ve superado y los pesticidas van a sangre para su posterior distribución por el organismo.

Para las especies que realizan la hibernación, esta característica última es de suma gravedad, ya que durante este período invernal perviven a expensas de sus reservas grasas y es entonces cuando movilizan de nuevo el tóxico, lo cual compromete seriamente sus constantes vitales y su equilibrio interno. Hay datos de *Myotis nattereri* en que se comprobaron pérdidas de peso entre Octubre y Abril del 26% en machos y 36% en hembras, lo que demuestra la pervivencia a partir de las reservas grasas.

En primavera se observaron concentraciones de tóxico de 34,7 ppm., considerándose como letales las superiores a 45 ppm. Hay que considerar que dosis subletales pueden provocar esterilidad ya que desde concentraciones de 10 ppm. el DDT induce niveles anormalmente elevados de ciertos enzimas hepáticos, que metabolizan muchos fármacos y hormonas sexuales esteroideas, por lo que el nivel de Estrógenos es reducido y enmascara el celo. Además produce muerte embrionaria en muchos casos ya que el útero aumenta de peso y se produce una anormalmente grande deposición de dextrosa uterina.

Los Quirópteros Europeos, insectívoros, durante el período de actividad se alimentan de artrópodos vivos, que tienen en su exocutícula lipoproteica cantidades importantes de Organoclorados, debido a que la cantidad que incide sobre ellos es subletal, lo que facilitaría su captura, o bien porque han creado resistencias genético-dependientes de los Organoclorados. En Australia se comprobó que la resistencia al Dieldrín se mantuvo durante 6 generaciones, que no tuvieron contacto con este producto, lo que demuestra que las resistencias son por mecanismos genéticos y no son adquiridas por mecanismo de tolerancia. Entre los mosquitos las resistencias más frecuentes son al HCH o HexacloroCicloHexano que es isómero del Lindano, Dieldrín y DDT. Entre los moscardones al HCH, Dieldrín y Malatión.

Otras vías de intoxicación son la inhalación de vapores insecticidas y la bebida de aguas contaminadas.

Debido a la dificultad del estudio de toxicidad en Quirópteros se han realizado estudios en ratones, por la similitud filogenética anatómica y de constantes biológicas entre ambos:

Peso aprox. de 4,5 gr., Temperatura de 36° C., Ritmo cardíaco medio de 534 (324-855), Frecuencia respiratoria de 120-16/minuto.

La Dosis Letal-50 en mgr/kg de peso vivo será:

Endrín	3-43
Aldrín	38-60
Dieldrín	40-64
Toxafeno	40-90
Heptacloro	40-162
Endosulfán	70-110
Lindano	76-177
DDT	87-400
Mirex	235-312
Clordano	283-590
TDE	400
Metoxicloro	5000-6000
Pertano	6600-9000

La cinética de la intoxicación por Compuestos Orgánicos del Cloro, es que estos una vez en el organismo van a sangre donde se ligan a lipoproteínas séricas. Además por su liposolubilidad atraviesan las membranas de Eritrocitos y Células de la Serie Blanca, y se liga asimismo a partes lipófilas de la molécula de albúmina. Sale de la sangre y se acumula en los órganos de depósito como son sistema nervioso y grasa. En hembras gestantes atraviesan la barrera fetoplacentaria. La metabolización se realiza en el hígado. La eliminación se realiza por orina, leche, bilis y heces.

En intoxicación crónica la sustancia se acumula en grasa y cerebro hasta una meseta límite, a partir de la cual empieza a liberarse a sangre. Llega a hígado y se metaboliza y posteriormente se elimina.

La toxicodinamia o mecanismo íntimo de acción es que son estimulantes del Sistema Nervioso Central, al ser muy liposolubles y atravesar fácilmente la membrana de la neurona dando desequilibrio a la bomba de Na^+/H^+ , lo cual descende el potencial de membrana en reposo por lo que baja el umbral de excitabilidad y se produce hiperexcitabilidad de la neurona. Esto ocurre sobre todo en el cerebelo y se comprueba en el Electroencefalograma.

Se ha comprobado que, después del cuadro convulsivo, se incrementa el nivel de amoníaco y glutamina, en el cerebro, hecho por el que se producen las convulsiones, al inhibir postsinápticamente las neuronas motoras. El amoníaco también puede producir fibrilación por acción directa sobre la fibra cardíaca.

En intoxicaciones crónicas las lesiones y síntomas son: Lesiones hepáticas y adelgazamiento, se cree que se debe a merma en los depósitos cerebrales de serotonina, dopamina y noradrenalina.

La sintomatología se divide en cinco grupos:

— Síntomas de comportamiento anormal (ansiedad, temor, alerta, poco manejables e indociles, agresivos y posturas anormales).

— Síntomas nerviosos (hiperexcitación, fasciculaciones musculares, espasmos faciales previos a convulsiones con hipertermia).

— Síntomas neurovegetativos (emesis, ptialismo y sialorrea, diarrea, poliuria y taquicardia — menos Aldrín y Dieldrín).

— Alteraciones locomotoras (incordinación de movimientos, ataxia o parálisis muscular y en ataques convulsivos la parálisis se convierte en hipermotilidad).

— Alteraciones secundarias (piel caliente más manifiesta en zonas auriculares, disnea, ruidos y estertores pulmonares por hipersecreciones bronquiales).

En intoxicaciones crónicas los síntomas son menos manifiestos y son más perceptibles las alteraciones hepáticas con incremento de transaminasas y de pigmentos biliares en sangre y orina. También es manifiesta la alteración renal y la caquexia con emaciación casi absoluta.

Las lesiones en los animales muertos son Rigor mortis muy marcado y casi instantáneo, cadáver cianótico, cerebro y pulmón edematosos, hemorragia en corazón y pulmón, heces líquidas en intestino.

Una vez descrito este proceso, en ratones, podemos extrapolar a los Quirópteros el mecanismo de toxicidad de los compuestos Organoclorados, el cual se considera el principal factor que contribuye a diezmar las poblaciones cavernícolas de Quirópteros, tanto por la mortalidad directa, como por la esterilidad y muertes embrionarias.

La Oligofagia 50 en mg/kg de peso vivo semanal.

Endrin	3-15
Aldrin	38-60
Dieldrin	40-64
Lindane	40-50
Heptacloro	40-163
Endosulfato	70-110
Lindano	75-125
DDT	87-400
Mirex	235-315
Clorano	283-390
TDE	400
Mutacion	5000-6000
Perano	6800-9000

La acción de la intoxicación por Compuestos Orgánicos del Cloro, es que estos una vez en el organismo van a sangre donde se fijan a lipoproteínas séricas. Además por su liposolubilidad atraviesan las membranas de Eritrocitos y Células de la Serie Blanca, y llega así mismo a partes lipofílicas de la molécula de albúmina. Sale de la sangre y se acumula en los órganos de depósito como son sistema nervioso y grasa. En hembras gestantes atraviesan la barrera placentaria. La metabolización se realiza en el hígado. La eliminación se realiza por orina, leche, bilis y heces.

En intoxicación crónica la sustancia se acumula en grasa y cerebro hasta una reserva límite, a partir de la cual empieza a liberarse a sangre. Llega a hígado y se metaboliza y posteriormente se elimina.

La toxicodinamia o mecanismo íntimo de acción es que son estimulantes del Sistema Nervioso Central, al ser muy liposolubles y atraviesan fácilmente la membrana de la neurona dando nesquilipio a la bomba de Na⁺/K⁺, lo cual disminuye el potencial de membrana en reposo por lo que pasa el umbral de excitabilidad y se produce hiperexcitabilidad de la neurona. Esto ocurre entre todo en el cerebro y se comprueba en el electroencefalograma.

Se ha comprobado que, después del cuadro convulsivo, se incrementa el nivel de aminoácidos y glutamato, en el cerebro, hecho por el que se producen las convulsiones. Al inhibir posteriormente las neuronas motoras, el aminoácido también puede producir fatiga por acción directa sobre la fibra cardíaca.

En intoxicaciones crónicas los signos y síntomas son: Lesiones hepáticas y adelgazamiento, se cree que se debe a merma en los depósitos cerebrales de serotonina, dopamina y noradrenalina.

La sintomatología se divide en cinco grupos:

- Síntomas de comportamiento anormal (ansiedad, temor, alerta, poco manejables e inestables, agresivos y posturas anormales).
- Síntomas nerviosos (hiperexcitación, fasciculaciones musculares, espasmos faciales previos a convulsiones con hipertensión).
- Síntomas neuropsiquiátricos (temor, delirio y alucinaciones, distorsión, polifagia y tachicardia —menor Aldrin y Dieldrin).
- Alteraciones locomotoras (incoordinación de movimientos, ataxia o parálisis muscular y en ataques convulsivos la parálisis se convierte en hiperactividad).
- Alteraciones secundarias (piel caliente más manifestada en zonas subcutáneas, disnea, ruidos y estertores pulmonares por hipersecreciones bronquiales).

En intoxicaciones crónicas los síntomas son menos manifestados y son más perceptibles las alteraciones hepáticas con incremento de transaminasas y de pigmentos biliares en sangre y orina. También es manifiesta la alteración renal y la caquexia con emaciación casi absoluta.

Las lesiones en los animales muertos son rigor mortis muy marcado y casi instantáneo, cadáver clástico, cefaleo y dilatación estomacal, hemorragias en corazón y pulmón, peces líquidos en intestino.

Una vez descrito este proceso, en ratones, podemos extrapolar a los Quilómetros el mecanismo de toxicidad de los compuestos Organoclorados, el cual se considera el principal factor que contribuye a disminuir las poblaciones cavernícolas de Quilómetros, tanto por la mortalidad directa, como por la esterilidad y muerte embrionaria.

