

Aldrín/dieldrín en la cadena alimentaria

El aldrín y el dieldrín son insecticidas que tienen la capacidad de ser altamente liposolubles, bioacumulables y resisten durante mucho tiempo en el medio ambiente.

El aldrín se convierte rápidamente en dieldrín en el medio ambiente y en los organismos animales, por ello no se considera un contaminante alimentario importante para el ser humano.

La principal fuente de dieldrín para el ser humano son los alimentos, sobre todo aquellos con altos porcentajes de grasa.

Aldrín y Dieldrín

Límite legal

La presencia de aldrín y dieldrín en los piensos está regulada por el Reglamento (UE) N° 574/2011 de la Comisión, por el que se modifica el anexo I de la Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo con respecto a los contenidos máximos de nitritos, melamina y *Ambrosia spp.*, y a la transferencia de determinados coccidiostáticos e histomonóstatos, y por la que se consolidan sus anexos I y II.

Sustancia	Producto	Límite (ppm)
Aldrín ¹	Materias primas y piensos compuestos	0.01 ²
Dieldrín ¹		
	Materias grasas y aceites	0.1 ²
	Piensos para peces	0.02

¹Solo o combinado, calculado en forma de dieldrín

²Contenido máximo de aldrín y dieldrín, solos o combinados, expresado en dieldrín



Descripción

El aldrín y el dieldrín son insecticidas y pesticidas organoclorados. Tienen características de liposolubilidad, bioacumulación y persistencia en el medio ambiente (Contaminantes Orgánicos Persistentes – COP), y además pueden ser transportados a grandes distancias por vía atmosférica. Por estas razones su uso está prohibido en gran parte del mundo.

El aldrín se utilizaba como insecticida de amplio espectro para protección de cultivos (maíz, patatas, cítricos, etc.) contra termitas, gusanos, escarabajos, saltamontes, etc.; también en las semillas de arroz y contra infestaciones de hormigas y termitas en estructuras de madera.

El dieldrín es un metabolito del aldrín, pero también puede encontrarse comercializado en forma de dieldrín. Se utilizaba principalmente para proteger las estructuras de madera frente a carcoma, plagas textiles y termitas y como spray residual y larvicida para el control de varias clases de insectos vectores de enfermedades.

Ambos son susceptibles a cambios químicos como resultado de su exposición a la radiación solar o la luz UV, los productos de esta transformación se denominan generalmente “fotoaldrín” y “fotodieldrín” y para algunas especies pueden ser más tóxicos que los compuestos originales.

Toxicología

La *absorción* por vía oral del aldrín y dieldrín no ha sido determinada para la mayoría de los animales domésticos, aunque sí existen datos que indican que la tasa de absorción gastrointestinal es significativa en estas especies.

La absorción en animales de experimentación es de: para la rata de un 10% y para la trucha arcoiris 34-10%.

La *distribución* ocurre de manera que la mayoría del aldrín y dieldrín absorbidos se acumulan en el tejido adiposo.

- En vacas lecheras, novillos, cerdos y corderos el dieldrín, al ser administrado a dosis de entre 0,1-2,25mg/kg p.v. durante 12 semanas se acumula en: Tejido adiposo > carne > hígado > riñón.
- En gallinas, a las que se les administraron 0,75mg dieldrín/kg pienso, durante 12 semanas, se acumuló en: Tejido adiposo > hígado > riñón > músculo.

- En roedores y perros se acumula, de mayor a menor concentración en: Tejido adiposo >> hígado > cerebro > sangre.

En humanos voluntarios a los que se administró dieldrín durante 18 meses se observó que con dosis de:

- 0,1µg/kg peso, la concentración en tejido adiposo era de 0,4mg/kg de tejido.
- 0,7µg/kg peso daban en tejido adiposo 0,7mg/kg tejido.
- 3µg/kg peso daban en tejido adiposo 2mg/kg tejido.

La tasa de distribución del dieldrín de sangre a tejido adiposo, en condiciones de equilibrio, es de 136.

El *metabolismo* de aldrín pasa necesariamente por el dieldrín, así, los productos alimenticios de origen animal están con mucha mayor frecuencia contaminados por dieldrín que por aldrín.

La *excreción* se produce por orina y heces, en diferentes proporciones según cada especie animal. En los humanos la mayor parte del dieldrín se excreta por vía biliar y se elimina con las heces.

- En ratas y ratones el 95% del dieldrín se elimina con las heces.
- En monos el 79% se elimina con las heces.
- En conejos el 81-83% se excreta por la orina.

La *vida media* del dieldrín en la grasa de oveja es de 96-116 días, en la de vaca es de aproximadamente 6 semanas. En la carpa dorada es de 4 días (en exposiciones por vía acuática), y en el ser humano se estima en aproximadamente 1 año.

Residuos en productos de origen animal

Los niveles de residuos de Aldrín y Dieldrín en productos alimenticios están legislados por el Reglamento 396/2005, de 23 de Febrero de 2005, del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal y que modifica la Directiva 91/414/CEE del Consejo.

Los límites de Aldrín y Dieldrín en los alimentos pueden consultarse en la **Base de Datos de Plaguicidas** Europea.

LECHE:

La tasa de transferencia del dieldrín es de:

- Para la LECHE ENTERA de: 0,15-0,39 %.
- Para la FRACCIÓN GRASA de la leche: 4,5-8,2 %.

HUEVOS:

La tasa de transferencia para los huevos enteros es:

- Para el aldrín: 1,2 %.
- Para el dieldrín: 0,75-2,5 %.

CARNE Y OTROS TEJIDOS COMESTIBLES:

- La tasa de acumulación en el tejido adiposo es de:
- Vacas lecheras: Tasa aldrín: 3 // Tasa dieldrín: 1,3 %.
- Aves de corral: Tasa aldrín: 11-14 // Tasa dieldrín: 2,5-70 %.
- Cerdos: Tasa aldrín: 1,4-3,8 // Tasa dieldrín: 0,8-2,7 %.

Efectos en animales

Toxicidad aguda:

El aldrín y el dieldrín son de los compuestos organoclorados que mayor toxicidad aguda presentan.

Producen excitación del Sistema Nervioso Central, con síntomas predominantemente neuromusculares. El inicio de los síntomas puede ser a los pocos minutos o al de varios días de la ingestión, dependiendo de la dosis.

Toxicidad crónica:

Se producen síntomas de neurotoxicidad más graduales, comenzando con temblores, convulsiones y depresión. Suele disminuir la ganancia de peso corporal y aumentar el tamaño relativo del hígado.

PECES:

Muy tóxico para peces en exposiciones por vía acuática.

Los enzimas relacionados con la detoxificación del amonio en el hígado y el cerebro se vieron afectados a todas las dosis.

- En exposiciones vía oral: En truchas arcoiris a las que se les administraron dietas que contenían dieldrín, se observó que el NOEL era de 0,36mg/kg dieta, basándose en los efectos nocivos producidos en la actividad enzimática del cerebro y el hígado.

RUMIANTES:

1 sola dosis

- En terneras de 1-2 semanas de edad, a las que se les administró aldrín:
 - 15mg/kg pv ≈ Convulsiones.
 - 5mg/kg pv ≈ síntomas leves en 2 de 7 terneras.
 - 2,5mg/kg pv ≈ no existieron efectos observables.
 - 25mg/kg pv ≈ letal en el único novillo al que le fue administrado
 - 10mg/kg pv ≈ no se vieron síntomas en el único novillo al que se le administró.
 - En ovejas a las que se les administró una sola dosis de aldrín de 15 o de 28,5mg/kg pv, se observó una afectación severa.
 - Al administrarles 10mg/kg pv en cambio no se observaron síntomas clínicos.

La cantidad de aldrín que produce efectos tóxicos en un animal es la misma tanto si se administra en una sola dosis, como si se hace en pequeñas dosis repetidas.

- En terneras de 3 meses de edad a las que se les administró una sola dosis de 5 o 10mg dieldrín/kg pv no se observaron efectos clínicos, pero sí activación de la enzima aminopiridona N-dimetilasa hepática durante las siguientes 12-13 semanas.
- En ovejas de 6-9 meses de edad a las que se administraron 25mg dieldrín/kg pv, no se observaron efectos clínicos, excepto la activación de la enzima aminopiridona N-dimetilasa hepática durante las siguientes 18-24 semanas.

Exposición a largo plazo

- Al administrar aldrín en aceite de soja a dosis de entre 2,7-59mg/kg a vacas lecheras durante 43-44 días, se observó que:
 - 38mg/kg era la dosis mínima a la que se observaban síntomas.

- 59mg/kg producían el día 27 hiperirritabilidad y muerte 2 días después con convulsiones.
- La administración de aldrín a dosis de 10mg/kg dieta a 12 novillos y ovejas, no produjo ninguna evidencia de enfermedad o patología.
- En vacas lecheras, novillos y corderos a los que se les administraron 2,25mg/kg pienso durante 12 semanas, no se observaron síntomas de enfermedades u otras anomalías ni al final de las 12 semanas, ni tras otras 6 semanas de raciones sin dieldrín.
- Al administrar a corderos de 30-40kg dosis de 0,5-1-2-4mg dieldrín/kg pv durante 32 semanas, se observó que a:
 - 2mg/kg dieta: disminuían la ganancia de peso, la grasa corporal y el contenido de vitamina A plasmática.
 - 4mg/kg dieta: 10 de los 12 corderos murieron en 4 semanas.
 - A dosis inferiores, no se observaron efectos.

CABALLOS:

- En un caballo adulto al que se le administró una sola dosis de dieldrín de 25mg/kg pv, se observó que a las 3 horas mostraba sintomatología neurotóxica y se recuperaba a las 12 horas.
- Al administrar una dosis única de dieldrín a un pony de 2 años de edad, se observó que no producía efectos clínicos, pero sí estimulación de la enzima aminopiridona N-dimetilasa hepática durante las siguientes 7 semanas.

CERDOS:

- Al administrar a cerdos de 3 semanas de edad una única dosis de dieldrín de 50mg/kg peso, se observaron síntomas neurotóxicos a las 2 horas, y muerte a los 4 días.
- Al administrar a cerdas jóvenes dosis de dieldrín de 40mg/kg pienso durante 60 días no se observaron alteraciones reproductivas, comportamentales o patológicas en la carcasa.
- Al administrar 10mg aldrín/kg pienso a cerdos durante 12 semanas, no se observaron efectos adversos.

AVES:

- En gallinas a las que se les administró dieldrín en la dieta durante 13 meses, se observó que:
 - A 10mg/dieta no se observaban efectos adversos.
 - A 20mg/kg dieta aumentaba la producción de huevos, pero disminuía la tasa de supervivencia de los pollos y las gallinas.
- En pollos de aves domésticas a los que se les administró 1mg aldrín o 1mg dieldrín por kilo de pienso hasta los 2 años de edad, no se observaron efectos clínicos y tanto la tasa de fertilidad como de eclosión de los huevos fue la normal.
- En codornices a las que se les administró 1mg de aldrín o de dieldrín por kilo de pienso se observó que:
 - En pollos de 1 día a los que se les administraba durante 76 días se producían síntomas neurotóxicos y muerte.
 - En adultas a las que se les administraba durante la época reproductiva, no se observaban efectos adversos sobre la fertilidad, la tasa de eclosión o la supervivencia de los pollos.

CONEJOS:

- En conejos a los que se les administraron 2,5mg dieldrín/kg peso en días alternos durante 100 días, se observó que existían alteraciones de los parámetros sanguíneos y de la actividad enzimática del hígado desde el día 7 de tratamiento. También se observaron aumentos en el peso relativo del hígado y disminuciones de la ganancia de peso de los conejos.

PERROS:

- En perros mestizos a los que se les administraron dosis de aldrín o dieldrín de 0,2-0,5-1-2-5-10mg/kg peso vivo/día se observó que:
 - A las dosis de 0,5mg/kg se producía la muerte o se sacrificaban los animales al haber llegado a condiciones extremas a causa de la disminución de peso, la degeneración grasa del

hígado y el riñón o la disminución de granulocitos medulares y de células eritroides en la médula ósea.

- A 1mg/kg se producía la muerte de los animales a las 12-49 semanas del tratamiento.
- A dosis > 1mg/kg la muerte se producía entre 2 y 5 semanas tras comenzar el tratamiento.
- En perros ♂ y ♀ adultos a los que se les administraron dosis de aldrín y dieldrín de 0,2-0,6-2mg/kg peso vivo/día durante 1 año, se observó que 8 de las ♀ se quedaban preñadas, produciendo camadas de la menos 4 cachorros, de los cuales la mayoría murieron antes de 3 días. En sus cadáveres se observaron alteraciones degenerativas en el hígado y los túbulos renales.

Efectos en el ser humano

El aldrín se convierte rápidamente en dieldrín en el medio ambiente y en los organismos animales, por ello no se considera un contaminante alimentario importante para el ser humano

La principal fuente de dieldrín para el ser humano son los alimentos, sobre todo aquellos con altos porcentajes de grasa.

Aldrín es tóxico para las personas. La dosis letal para un adulto se ha estimado en unos 5 g, equivalente a unos 83 mg/kg peso.

Toxicidad aguda:

Se producen síntomas como:

- Dolor de cabeza, irritabilidad.
- Mareo, pérdida de apetito, náuseas.
- Contracciones musculares, convulsiones, pérdida de consciencia.
- Puede llegar a morir. En caso de sobrevivir a la intoxicación, los efectos pueden persistir durante algunas semanas, pero no permanentemente.

Toxicidad crónica:

La exposición ocupacional a ciclodienos como aldrín, deieldrín, endrin, clordano y heptacloro se han relacionado con aumentos significativos en cáncer de hígado y de bazo, pero los estudios disponibles sobre exposiciones crónicas a dosis bajas son limitados.

Hay indicaciones de que los ciclodienos como la aldrina tienen efectos sobre el sistema inmunitario y el sistema endocrino.

La IARC en 1987 definió al aldrín y al dieldrín como no clasificables en cuanto a su carcinogenicidad para la especie humana, y los incluyó en el **Grupo 3**.

Contaminación de materias primas, vías de contaminación

Aunque actualmente está prohibido su uso en la mayor parte del mundo (incluyendo la UE), durante las décadas de 1950 y 1960 fueron más utilizados, y al ser muy persistentes en el medio ambiente (COP) aún existen depósitos de dieldrín en el ambiente.

El aldrín tras ser aplicado a cultivos en crecimiento y suelos tiene un período corto de rápida bajada de concentración por volatilización, y después un segundo período más largo de disminución exponencial por conversión en dieldrín.

La migración de estos compuestos a zonas distantes de donde fueron aplicados ocurre principalmente por:

- Erosión del suelo.
- Corrientes de aire.
- Transporte de sedimentos.
- Corrimientos de las capas superficiales del suelo.

Al ser lipofílicos y acumularse en tejido graso las materias primas que podrían contener niveles más altos son las de origen animal, y sobre todo el aceite y otros productos de pescado.

Valores máximos de ingesta recomendados

El comité de la FAO y la OMS para residuos de pesticidas (JMPR) propuso como ingesta tolerable diaria provisional (IDTP) de aldrín y dieldrín el valor de 0.1 µg/kg de peso al día.

Descontaminación de productos/materias primas

No hay actualmente ningún método para descontaminar productos o materias primas que contengan aldrín o dieldrín.

Información complementaria

Legislación.

- Reglamento (UE) N° 574/2011 de la Comisión, por el que se modifica el anexo I de la Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo con respecto a los contenidos máximos de nitritos, melamina y Ambrosia spp., y a la transferencia de determinados coccidiostáticos e histomonóstatos, y por la que se consolidan sus anexos I y II
- Real Decreto 465/2003, de 25 de abril, sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal
- Orden PRE/1809/2006, de 5 de junio, por la que se modifica el Anexo del Real Decreto 465/2003, de 25 de abril, sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal.
- Orden PRE/1594/2006, de 23 de mayo, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 465/2003, de 25 de abril, sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal.
- Orden PRE/890/2007, de 2 de abril, por la que se modifica el Anexo del Real Decreto 465/2003, de 25 de abril, sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal.
- Orden PRE/1501/2009, de 4 de junio, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 465/2003, de 25 de abril, sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal.
- Orden PRE/2396/2009, de 8 de septiembre, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 465/2003, de 25 de abril, sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal.
- Orden PRE/296/2011, de 14 de febrero, por la que se modifica el Anexo del Real Decreto 465/2003, de 25 de abril, sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal.

- Orden PRE/450/2011, de 3 de marzo, por la que se modifica el Anexo del Real Decreto 465/2003, de 25 de abril, sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal.
- Reglamento 396/2005, de 23 de Febrero de 2005, del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal y que modifica la Directiva 91/414/CEE del Consejo.

Enlaces, fuentes, bibliografía.

- **EFSA.** Opinión del Panel de Contaminantes de la Cadena Alimentaria de la EFSA en relación con el aldrín y el dieldrín como sustancias indeseables en la alimentación animal. EFSA Journal (2005) 285:1-43 (Request N° EFSA-Q-2005-180).
- **IVIS.** (Veterinary Toxicology). V. Beasley. Toxicants associated with stimulation or seizures.
- **ATSRD.** Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU. Ficha Aldrín y Dieldrín
- **PRTR.** Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Aldrín.
- **PRTR.** Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Dieldrín.
- **CNRCOP.** Ficha Aldrín.
- **CNRCOP.** Ficha dieldrín.
- **DG SANCO.** Base de datos de plaguicidas de la UE
- **ELIKA.** Mapa de riesgos de piensos
- **ELIKA.** Área de Riesgos Alimentarios
- **ELIKA.** Área Alimentación Animal
- **ELIKA.** Base de datos de legislación
- **ELIKA.** Informes Red de Alertas - RASFF