

### Arsénico en la cadena alimentaria

El arsénico es un tóxico persistente cuya presencia en las zonas contaminadas se mantiene después de muchos años. Debido a la posibilidad de incorporación del arsénico a la cadena alimentaria, el uso de muchas de estas sustancias está actualmente restringido o completamente prohibido.



## Arsénico

### Límite legal

El límite para la presencia de Arsénico en los piensos está regulada por el Reglamento (UE) N° 744/2012 de la Comisión, por el que se modifican el anexo I y el anexo II de la Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo con respecto a los contenidos máximos de arsénico, flúor, plomo, mercurio, endosulfan, dioxinas, *Ambrosia spp.*, diclazurilo y lasalocid A de sodio, y los límites de intervención para las dioxinas.

Producto	Límite (ppm)
Materias primas para piensos	2
Harinas de hierbas, de alfalfa y de trébol deshidratados, así como pulpa desecada de remolacha azucarera y pulpa desecada con adición de melazas de remolacha azucarera	4
Harina de palmiste obtenida por presión	4 <sup>1</sup>
Fosfatos y algas marinas calcáreas	10
Carbonato cálcico; Carbonato cálcico y magnésico <sup>2</sup>	15
Oxido de magnesio	20
Pescados, otros animales acuáticos y sus productos derivados	25 <sup>1</sup>
Harina de algas marinas y materias primas procedentes de algas marinas	40 <sup>1</sup>
Partículas de hierro utilizadas como oligoelementos	50
Aditivos para piensos pertenecientes al grupo funcional de los compuestos de oligoelemento	30
Sulfato de cúprico pentahidrato y carbonato cúprico; trihidroxicloruro de dicobre	50
Óxido de cinc, óxido manganeso y óxido cúprico	100
Piensos complementarios	4
Piensos minerales	12
Piensos complementarios para animales de compañía que contienen harinas de pescado, de otros animales acuáticos y sus productos derivados, y/o de algas marinas, y materias primas procedentes de algas marinas	10 <sup>1</sup>
Piensos completos	2
Piensos completos para peces y para animales de peletería	10 <sup>1</sup>
Piensos complementarios para animales de compañía que contienen harinas de pescado, de otros animales acuáticos y sus productos derivados, y/o de algas marinas, y materias primas procedentes de algas marinas	10 <sup>1</sup>

(1) A petición de las autoridades competentes, el operador responsable debe efectuar un análisis para demostrar que el contenido de arsénico inorgánico es inferior a 2 ppm. Dicho análisis es especialmente importante en el caso de las algas de la especie *Hizikia fusiforme*.

(2) Se refiere a la mezcla natural de carbonato cálcico y carbonato magnésico, tal y como se describe en el Reglamento 575/2011

## Descripción

El arsénico está ampliamente distribuido en la corteza terrestre. Se encuentra tanto en suelos como en aguas y en la mayoría de los tejidos vegetales y animales. Sin embargo, no se conoce ninguna mina explotable y el elemento se obtiene como subproducto en la producción de otros metales como cobre y plomo.

En su forma elemental es generalmente de color gris acero. En el medio ambiente normalmente se encuentra formando compuestos con otros elementos. Dependiendo de con qué elementos se combine el Arsénico (As), el compuesto resultante será más o menos tóxico. Son mucho más tóxicos los compuestos inorgánicos que los orgánicos. Los compuestos orgánicos se encuentran principalmente en el medio marino, los inorgánicos son más comunes en el terrestre.

El As tiene muchas aplicaciones en la industria metalúrgica, especialmente en la obtención de aleaciones. Pero se usa, sobre todo, en la industria química para la elaboración de medicamentos y plaguicidas, incluyendo conservantes de la madera. La utilización de plaguicidas arsenicales ha sido considerada como la fuente principal de contaminación ambiental en las últimas décadas.

El arsénico es un tóxico persistente cuya presencia en las zonas contaminadas se mantiene después de muchos años. Debido a la posibilidad de incorporación del arsénico a la cadena alimentaria, el uso de muchas de estas sustancias está actualmente restringido o completamente prohibido. El As se utilizó en el pasado como insecticida en la agricultura, por lo que aún pueden existir campos contaminados.

Los métodos de cuantificación de arsénico orgánico e inorgánico por separado no son todavía muy manejables en la práctica, por ello la legislación no toma en consideración diferencias y da los límites para el arsénico total (la suma del orgánico e inorgánico que pudiera existir en un producto).

## Toxicología

La tasa de **absorción** tras ingestión vía oral en rumiantes es de aproximadamente el 46%. En monogástricos es aún mayor, ya que en ellos no hay proceso de metilación ruminal, y puede llegar al 90% en animales de laboratorio.

La **distribución** del As abarca prácticamente todo el organismo. Cruza la placenta y llega al feto y puede pasar también a leche.

El As inorgánico tóxico **es metabolizado** a orgánico, no tóxico, por el organismo para ser excretado. El As orgánico que se ingiere no ha de sufrir un metabolismo tan intenso y es excretado rápidamente.

Se **excreta** por orina y bilis en un porcentaje muy variable según las distintas especies.

## Residuos en productos de origen animal

Tras la ingestión de As se producen aumentos de la concentración en hígado, riñones, bazo y pulmones. Al cabo de unas pocas horas se inicia la redistribución hacia tejidos ectodérmicos (piel y uñas). Puede también pasar a leche.

En animales con ingestiones por encima de lo permitido los residuos en los distintos tejidos son muy variables dependiendo de la especie animal, el tipo de compuesto y la duración de la exposición.

- En vacas en las que se administraron 33 mg de arsenato por animal y día durante 3 meses se encontraron niveles elevados en músculo (20 µg As/kg peso húmedo), en hígado (30 µg As/kg peso húmedo) y niveles normales en riñón y leche.
- Al administrar la misma dosis durante 15-28 meses se encontraron aumentos en leche (2µg As/kg), músculo (30 µg As/kg peso húmedo), hígado (100 µg As/kg peso húmedo) y en los riñones (160 µg As/kg peso húmedo).
- En toros con ingestiones de 2,7mg As/kg de pienso durante los últimos 5 meses del engorde se observaron residuos en riñón (170 µg As/kg peso húmedo), hígado (100 µg As/kg peso húmedo) y en músculo (46 µg As/kg peso húmedo)

La legislación actual no contempla la regulación de los límites para residuos de arsénico en productos alimenticios de origen animal.

## Efectos en animales

### RUMIANTES:

- Diarrea hemorrágica aguda causada por gastroenteritis hemorrágica.
- Disminución del apetito.
- Debilidad muscular, ataxia.
- Emaciación.
- Convulsiones epiléptiformes recurrentes.

### Vacas:

No hubo signos de toxicidad tras administración 5 días seguidos de 1.6 o 3.2 mg/kg de peso vivo de ácido arsilínico.

### Cabras:

La dosis letal 50 (LD 50) del arsenito de sodio es de 125 mg/kg peso vivo. A concentraciones de 75 o 100 mg/kg peso vivo se produce toxicidad renal y gastrointestinal en las primeras 12 horas post tratamiento.

### CABALLOS:

- Diarrea profusa, deshidratación extrema.
- Hemorragias subserosas extensas, mucosas cianóticas.
- Marcada hiperemia de las mucosas de intestino delgado y estómago.

### CERDOS:

- Diarrea transitoria.
  - Hiperestesia e incoordinación.
  - Paresia.
  - Ceguera progresiva.
  - Temblor en la cabeza y ataxia.
- ✓ El ácido arsilínico a dosis de 100 mg/kg dieta tan solo provoca disminución en el consumo de pienso.
- ✓ A 1 g/kg dieta existen signos de toxicidad.

### CONEJOS:

- Disminución de peso.
- En casos severos diarrea, convulsiones terminales y muerte.

### PECES:

- Alteraciones histopatológicas en hígado y vesícula biliar.
- Disminución de la tasa de crecimiento.
- Alteraciones de la conducta de alimentación.

### AVES DE CORRAL:

- Con 44 mg de arsenito por cada kg de dieta se produce una disminución del consumo de alimento y en la producción de huevos.
- A dosis mayores de 15 mg/kg dieta se produce disminución de la masa del huevo.
- Las codornices japonesas toleran hasta 30 mg de arsenito por cada kilo de dieta.

### Efectos en el ser humano

La toxicidad del arsénico para el hombre depende en gran medida de la forma química en que sea ingerido. Los compuestos orgánicos que se encuentran en concentraciones elevadas de forma natural en los pescados, moluscos y crustáceos son menos tóxicos que las formas inorgánicas.

El arsénico puede producir intoxicaciones tanto agudas como crónicas siendo el trióxido de arsénico la causa más frecuente de las primeras. El arsénico trivalente es capaz de unirse a los grupos sulfhidrilo e inhibir la acción de determinadas enzimas relacionadas con el metabolismo celular y la respiración.

La intoxicación crónica por arsénico produce anorexia acompañada de alteraciones gastrointestinales, neuritis periférica, conjuntivitis y lesiones de la piel que incluyen hiperqueratosis y melanosis. Este oscurecimiento de la piel es característico de una exposición prolongada a arsénico y puede ser un factor en el desarrollo de cáncer de piel.

El arsénico orgánico ingerido a través de los pescados se absorbe eficientemente del tracto gastrointestinal y el 70-80% es eliminado en una semana principalmente en la orina.

### Toxicidad aguda:

- ✓ Vómitos, dolor esofágico y abdominal y diarrea sanguinolenta.

### Toxicidad crónica

Generalmente producida por el agua de bebida.

- ✓ Lesiones cutáneas con hipo e hiperpigmentación, síntomas vasooclusivos y gangrenosos ("Black foot disease").
- ✓ Neuropatía periférica.
- ✓ Alteraciones en el metabolismo del grupo hemo y hepatomegalia.
- ✓ Depresión de la médula ósea,
- ✓ Diabetes
- ✓ Alteraciones de la función renal.
- ✓ Puede inducir cáncer principalmente en piel, pulmón, vejiga urinaria y riñones.

Actualmente existen evidencias suficientes de su **efecto carcinógeno para el hombre** y el **IARC lo incluye en el grupo 1.**

## Contaminación de materias primas, vías de contaminación

Las materias primas que mayor cantidad de arsénico pueden contener son las de origen marino. El 95% de este arsénico es orgánico y por lo tanto prácticamente no tóxico.

Las materias primas que crecen en el medio terrestre pueden estar contaminadas de arsénico inorgánico dependiendo de la cantidad que absorban del suelo, que a su vez depende de:

- ✓ Tipo de compuesto de arsénico que exista.
- ✓ Cantidad del compuesto de As que haya en el suelo.
- ✓ Especies vegetales que se cultiven.
- ✓ Propiedades del suelo:
  - pH.
  - contenido en arcilla.
  - redox.
  - actividad microbiana.
  - niveles de fosfato y vanadato.

Las materias primas que mayor cantidad de arsénico total pueden contener son, en orden de mayor a menor concentración:

Aceite de pescado > Harina de pescado > Maíz y subproductos > Harinas de semillas oleaginosas > Ensilado de hierba > Otros cereales y subproductos > Heno, ensilado de maíz, paja.

## Valores máximos de ingesta recomendados

El Panel de expertos de Contaminantes de la EFSA decidió reconsiderar la ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) de 0,015 mg/kg de peso corporal establecida por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) que ya no considera adecuada a la vista de datos recientes que demuestran que el arsénico inorgánico provoca cáncer de pulmón y del tracto urinario, además de la piel, y que se han descrito una serie de efectos adversos a exposiciones inferiores a las evaluadas por el JECFA.

Tras realizar una modelización dosis-respuesta, y teniendo en cuenta el resultado de otros modelos el grupo, ha llegado a la conclusión que debe utilizarse como referencia un intervalo de dosis de referencia entre 0,003 y 0,08 mg/kg de peso corporal por día en lugar de un único punto de referencia en la caracterización del riesgo para el arsénico inorgánico. El Grupo recomienda reducir la exposición dietética al arsénico inorgánico.

## Descontaminación de productos/materias primas

No hay actualmente ningún método válido para descontaminar productos o materias primas que contengan cadmio.

## Información complementaria

### Legislación.

- Reglamento (UE) N° 744/2012 de la Comisión, por el que se modifican el anexo I y el anexo II de la Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo con respecto a los contenidos máximos de arsénico, flúor, plomo, mercurio, endosulfan, dioxinas, Ambrosia spp., diclazurilo y lasalocid A de sodio, y los límites de intervención para las dioxinas.
- 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.
- Reglamento CE nº 1881/2006, de 19 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento CE 466/2001, de 8 de marzo, sobre el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.

## Enlaces, fuentes, bibliografía.

- **EFSA.** Opinión del Panel de Contaminantes de la Cadena Alimentaria de la EFSA en relación con el arsénico como sustancia indeseable en la alimentación animal. EFSA Journal (2005) 180, 1-35 (EFSA-Q-2003-031).
- **EFSA.** Opinión del Panel de Contaminantes en la Cadena Alimentaria. Arsénico en alimentos. The EFSA Journal 2009; 7(10):1351 (EFSA-Q-2008-425).
- **JEFCA** (18, 1981). Arsenic
- **WHO/OMS.** Arsenic
- **ELIKA.** Mapa de riesgos de piensos
- **ELIKA.** Área Riesgos alimentarios
- **ELIKA.** Área Alimentación Animal
- **ELIKA.** Base de datos de legislación
- **ELIKA.** Informes Red de Alertas - RASFF