

Nitritos en la cadena alimentaria

Los nitratos son compuestos presentes en el medio ambiente de forma natural como consecuencia del ciclo del nitrógeno, pero puede ser alterado por diversas actividades agrícolas e industriales.

Los nitratos están ampliamente distribuidos en los alimentos, siendo la principal fuente de exposición humana a nitratos el consumo de verduras y hortalizas, y en menor medida, el agua de bebida y otros alimentos.

El nitrato puede transformarse en nitrito por reducción bacteriana tanto en los alimentos (durante el procesado y el almacenamiento), como en el propio organismo (en la saliva y el tracto gastrointestinal).

Nitritos

Límite legal

La presencia de nitritos 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.

Producto	Límite (ppm)*
Materias primas para piensos	15
Harinas de pescado	30
Ensilado	-
Productos y subproductos procedentes de remolacha y caña de azúcar, y de la producción de almidón.	-
Piensos completos	15
Piensos completos para perros y gatos con un contenido de humedad superior al 20 %	-

*Los contenidos máximos se expresan en nitrato de sodio



Descripción

Los nitritos son aniones de sales inorgánicas, las más importantes son el **nitrito de sodio y de potasio**.

Es la forma natural del ciclo del nitrógeno durante el proceso de fijación del nitrógeno. Posteriormente se convierte a nitrato, siendo uno de los principales nutrientes de las plantas.

En vertebrados, el nitrato se convierte en nitrito y otros metabolitos (óxido nítrico y N-nitroso compuesto), ya sea en la saliva de la mayoría de los animales monogástricos, o en el estómago de los rumiantes debido a la acción microbiológica.

Toxicología

La **absorción** de los nitritos y nitratos varía entre especies siendo relativamente alta en humanos y ratas pero más baja en rumiantes. En ambos son absorbidos por el estómago y la parte superior del intestino/rumen.

Se ha estimado que aproximadamente en los seres humanos el 25% de una dosis de nitrato ingerido se secreta en la saliva, y que del 20% al 46% de este, el 25% se reduce a nitrito por microorganismos orales. En los perros, grandes cantidades de nitrato son secretados en la saliva y la bilis y en los no rumiantes, como los caballos y los cerdos, al convertir el nitrato a nitrito en el intestino tienen menor absorción de nitritos.

En los rumiantes, sólo alrededor del 10-20% de los nitritos y nitratos presentes en el rumen pasan a la sangre como nitrito, mientras que el resto de los nitritos y nitratos es metabolizado por los microorganismos a amoníaco. El amoníaco es utilizado por la microflora ruminal o se elimina con otros gases durante con la eructación y el resto es absorbido directamente en la sangre.

Cuando altos niveles de nitrato son ingeridos (por ejemplo, en agua contaminada), la conversión microbiana normal de nitrato a nitrito y la asimilación post-absorción puede saturarse resultando un exceso de nitritos absorbidos y por consiguiente se forma metHb (metahemoglobina).

Una vez absorbido, el nitrito **se distribuye** rápidamente en el plasma con una rápida unión a los eritrocitos. Excesivos niveles de absorción o formación nitritos y la formación de óxido nítrico también puede resultar en metahemoglobinemia.

Después de unirse al plasma y los eritrocitos, el nitrito cuando está en niveles normales **es metabolizado** a nitratos en los animales. En el caso de los humanos, perros y cerdos pequeños, el nitrato es concentrado desde el plasma a la saliva y entonces las bacterias presentes en la parte de atrás de la lengua reducen aproximadamente el 20% de la secreción de nitrato a nitrito, lo cual es ingerido en el estómago. Los nitratos también son secretados en el intestino.

En los rumiantes, el nitrato es reducido a nitritos y amoníaco por microorganismos del estómago.

El nitrito es tóxico para las bacterias celulíticas y esto puede desembocar en una reducción de digestibilidad de la fibra en el rumen, que, a su vez, se traducirá en una reducción de la ingesta y la producción de leche. Sin embargo, la capacidad de los microorganismos de romper completamente el nitrato a amoníaco aumenta con la carga de nitratos. Si la producción de nitritos es tan alta que los microorganismos del rumen, rompen su producción de amoníaco, están desbordados, se acumulan en el rumen, pasan a través de la pared del rumen a la sangre y dar lugar a la formación de metahemoglobina.

Se excreta rápidamente por la orina y, por tanto, no se acumula en los tejidos. Sin embargo, el nitrato tiene un ritmo más lento de excreción y la mayor parte del nitrato de la orina se bombea de nuevo a la sangre por un mecanismo de transporte activo.

Efectos en animales

RUMIANTES:

La intoxicación por nitritos es poco frecuente en los rumiantes. La sensibilidad de la raza, la edad, la salud y el estado fisiológico, la duración de la exposición y la adaptación progresiva de la flora gastrointestinal a los altos niveles de nitritos/nitratos en la alimentación también son factores importantes a considerar para determinar la toxicidad de los nitritos.

Vacas adultas:

No se dispone de estudios específicos sobre la exposición cuantitativa a los nitritos y la toxicidad en vacuno, aunque una serie de estudios se refieren a la intoxicación de nitratos y metahemoglobinemia. La LD50 del nitrato en el ganado bovino se ha estimado en algunos estudios en 330 mg/kg de peso corporal cuando se administra a través del agua de bebida; y 990 mg/kg de peso corporal a través de la exposición de los piensos.

Se informó de la toxicidad del nitrato en ganados alimentados con tallos de maíz, paja de avena o de malas hierbas y pastos. Según los resultados de 803 de los forrajes analizados durante unas intoxicaciones ocurridas en Oklahoma, la media de nitratos en los alimentos osciló entre 6.000 y 14.000 mg/kg de materia seca.

En otro estudio, se sugirió que alimentando el ganado con 5.600-9.400 mg de nitritos/kg de materia seca, debe limitarse a <25% del total de las raciones para el ganado y en el agua a niveles superiores a 220 mg de nitrato / L debe ser evitado. Los niveles de agua > 656 mg de nitrato/ L debe ser considerado como letal.

Vacas lecheras:

Los efectos adversos sobre el envenenamiento por nitritos en las vacas lecheras son escasos y la mayoría de la literatura disponible es sobre el nitrato o de la exposición combinada de nitrato/nitrato.

Datos sobre nitratos y nitritos: en estudios realizados, se observaron terneros muertos que mostraban hidroperitoneo, edema pulmonar, ascitis y hemorragias en el sistema gastrointestinal de cuatro terneros. En la autopsia se describe como una consecuencia de la exposición crónica acumulada a nitritos y nitratos en los alimentos y agua de las vacas gestantes. Niveles de exposición en estas vacas oscilaron entre 685 a 2.136 mg/kg de materia seca y de 19,7 a 186 mg/L, de nitratos, y de 4,9 a 65,8 mg/kg de materia seca y de 1,1 a 5,4 mg/L para el nitrito, respectivamente.

Datos sobre nitratos: el aborto en las vacas preñadas se ha observado de 2 a 21 días después de la aparición de la exposición a los nitratos en niveles de 3.000 mg/kg de materia seca en la alimentación que corresponde a aproximadamente 115 mg/ g de peso vivo por día.

En algunas de las vacas que abortaron no mostraron otro síntoma de envenenamiento. En otros casos se dieron partos prolongados, muerte y nacimiento de terneros débiles. En general, los autores concluyeron que el aborto es causado por un estado general de la hipoxia del feto, determinada por la amplia formación de metahemoglobina en la sangre de las vacas preñadas y el feto.

Terneros:

No existe ningún estudio sobre el nitrito en terneros.

Datos nitritos y nitratos: la formación de metahemoglobina y cianosis se observaron en los terneros (75 kg) tras una administración oral en una solución acuosa de 2.600 mg y 18.300 mg de nitritos y nitratos correspondientes a 34 mg/kg de peso corporal y 244 mg/kg de peso corporal por día respectivamente.

Datos sobre nitratos: niveles de nitrato de 320 mg/kg de peso corporal. (equivalente a 10.000 mg/kg de materia seca en el pienso) consumido en pienso durante de más de 4 horas, ha demostrado que puede causar efectos adversos mientras que una dosis de 990 mg/kg de peso corporal, era tolerada después de las 24 horas de ser consumida.

Durante 8 semanas de estudio, en terneros de 75 kg (12 machos / grupo) recibieron 1 kg de leche artificial que contenía 5 - 133 mg de nitrato/ kg de peso corporal por día (18 (de control), 400, 2.000, 5.000 o 10.000 mg/kg en leche artificial) no mostraron efectos adversos (patrón de crecimiento, aumento de peso, conversión alimenticia, bioquímica en sangre parámetros, o la morfología del hígado y riñones). Estos hallazgos pueden estar relacionados con la falta de reducción cuantitativa de nitrato a nitrito en animales no rumiantes.

Ovejas:

Al igual que en las vacas, la adaptación progresiva de la flora ruminal al alto contenido de nitratos en forrajes y piensos influye en la aparición y gravedad de los síntomas clínicos observados en ovejas. La mayoría de los datos se refieren a la administración de nitrito como un componente de la alimentación animal.

Datos de nitritos: en un informe se observó que la dosis oral letal de nitritos estaba entre 67-110 mg/kg de peso corporal. En otro estudio todas las ovejas murieron después de una administración oral de 50 mg/kg de peso corporal, aumentado la metahemoglobina en un 10% después de las 4 h de administración. La misma dosis de nitritos administrada después de 7 días no inducía a signos clínicos de intoxicación pero la metahemoglobina se incrementó el 5,9%.

Datos nitratos: Una dosis crónica de 260 mg/kg de peso corporal de nitrato por día (equivalente a 8,650 mg /kg de pienso en materia seca), no tiene efecto inmediato sobre las ovejas, pero ocurrieron muertes después de 2-3 meses

CERDOS:

Las condiciones de cría del cerdo de forma intensiva hace que sea alimentado con piensos completos basados en cereales y granos, los cuales tienen muy bajo contenido de niveles de nitritos de forma natural, siendo el agua el mayor problema. Los cerdos son una de las especies más sensibles debido a su baja actividad de reducción de la metahemoglobina en los glóbulos rojos.

Datos nitritos: en un estudio se observó que dosis de 20 mg/kg de peso corporal fue letal para los cerdos. El valor de 10 mg/kg de peso corporal puede ser considerado la LOAEL para los cerdos. No se observaron efectos teratogénicos en fetos examinados 10 días después de que fueran expuestos a 17,2 mg de nitrito/kg de peso corporal en los días 15, 31, 32, y 33 de gestación.

Datos nitratos: la metahemoglobinemia ha sido descrita en cerdos como resultado de la ingesta de nitritos por el consumo de lactosueros y la formación de nitritos a través del nitrato de los alimentos líquidos cocinados.

CONEJOS:

En un estudio con conejos blancos de Nueva Zelanda se vio una toxicidad aguda con dosis de 88 mg/kg de peso corporal por día para conejos de 2,2 kg alimentados con 0,13 kg de materia seca por día.

AVES:

La mayoría de las aves de corral son alimentadas a base de semillas de cereales, por lo que la intoxicación por nitrito es rara, y es principalmente causada por el agua contaminada.

PECES:

En los peces, la ruta intestinal representa la absorción del 2/3 del nitrato, el otro tercio es absorbido por las agallas. No hay datos experimentales sobre la exposición a nitritos a través de los piensos.

Debido a la competencia con la absorción de cloruro, el nitrito es generalmente menos tóxico en el agua de mar que en agua dulce, donde los salmónidos han resultado ser las especies más sensibles. Pescados con altos índices de absorción branquial de cloruro (por ejemplo, trucha arco iris, la perca, el lucio) también demostraron ser más sensible a los nitritos que los peces con baja absorción de cloruro.

Otros factores que influyen en la toxicidad del nitrito es la concentración de oxígeno en el agua y el pH. En granjas de truchas, la EFSA recomienda que los niveles de nitritos en el agua deben ser inferiores a 0,1 mg/L.

CABALLOS:

Los caballos no convierten el nitrato a nitrito de manera eficiente, por lo tanto, son menos susceptibles a intoxicación en comparación con los rumiantes. No hay datos sobre la toxicidad por nitritos en caballos.

ANIMALES DE COMPAÑÍA:

En un estudio se observó la formación de metahemoglobina en perros después de una exposición oral a dosis de nitrito de entre 7,9-19,8 mg/kg de peso corporal por día con una dosis letal de 40 mg/kg de peso corporal.

Datos sobre nitrato: una NOAEL de 370 mg/kg de peso corporal de nitratos se ha estimado para los perros. En gatos, las intoxicaciones agudas con muerte debido a la amplia formación de metahemoglobina se observaron en tres animales alimentados con piensos que contienen 2.850 mg/kg de nitrito. Ningún efecto sobre la tasa de crecimiento o en el peso de los órganos importantes se señaló en un gato que recibió 105 mg de nitrito de sodio/kg de peso corporal. (69 mg/kg de peso corporal) durante un período de 105 días (aproximadamente 39 mg /kg en la dieta diaria).

Efectos en el ser humano

Los nitritos causan metahemoglobinemia, como consecuencia de una excesiva exposición a nitratos.

La metahemoglobinemia o síndrome del niño azul, es el término utilizado para definir el exceso de metahemoglobina (MetHb) en la sangre de los niños menores de 4 meses. La metahemoglobina es una hemoglobina anómala que no transporta oxígeno por lo que produce dos tipos de síntomas:

- Color azulado (cianosis) característico de piel y mucosas. (De ahí el nombre de síndrome de bebé azul).
- Síntomas debido a la falta de oxígeno (hipoxia tisular) en los tejidos que provoca dificultad respiratoria, taquicardia, náuseas, vómitos y en casos graves convulsiones y coma.

La metahemoglobinemia tiene su origen en la reducción (transformación) de los nitratos a nitritos. Los nitritos, tanto si son ingeridos directamente como si proceden de la transformación (reducción) de los nitratos, son capaces en la sangre de transformar la hemoglobina en metahemoglobina. En condiciones normales existe un mecanismo enzimático capaz de restablecer la alteración y transformar la metahemoglobina en hemoglobina.

Los nitritos se engloban en el **grupo 2A del IARC**, como probablemente cancerígenos para el ser humano, por la formación endógena de N-nitrosocompuestos.

Contaminación de materias primas, vías de contaminación

MATERIAS PRIMAS VEGETALES:

Los nitritos pueden estar presentes en materias primas vegetales de forma natural, menos comúnmente se añaden como conservantes, como por ejemplo, en la producción de ensilajes (se utiliza para ensilado por la misma razón que en determinados alimentos, con miras a la supresión de *C. botulinum*). Además, el agua puede ser una fuente importante de nitritos a través de la reducción de los nitratos.

Las materias primas en las que se encuentra principalmente son en los forrajes: heno de alfalfa, alfalfa fresca y ensilado de alfalfa.

La acumulación de nitratos en plantas está influenciado por:

- Etapa de madurez: en condiciones normales de crecimiento, las concentraciones de nitrato tienden a disminuir a medida que las plantas crecen, y por lo tanto las plantas jóvenes tienen mayores concentraciones de nitratos que las plantas maduras. Sin embargo, las plantas maduras pueden tener altas concentraciones de nitratos, si la especie, el medio ambiente y las condiciones del suelo son favorables para la acumulación de nitratos.

- Aplicación de fertilizantes: hay una relación directa entre el nivel de nitrógeno en los fertilizantes y el contenido de nitrato de las plantas. Los suelos que han sido muy fertilizados /arados en profundidad tienden a producir cultivos con mayores niveles de nitrato.

- Las condiciones de cultivo: La sequía, los daños por heladas, bajas temperaturas, poca luz y el tratamiento de los cultivos para retrasar su crecimiento con herbicidas y la sombra, han demostrado su influencia en el resultado más alto de lo normal en los niveles de nitrato en algunos forrajes.

- Especies de plantas: más de 80 especies de plantas, que incluyen una serie de cultivos agrícolas se han asociado con intoxicación por nitritos (los nitratos pueden acumularse a altos niveles en condiciones extremas). Entre ellos figuran el maíz, la soja, semillas de lino, sorgo y cebada. Los nitratos son más altos en la parte de la planta más cercana al suelo, así como en los tallos, y las hojas.

USO DE CONSERVANTES:

El nitrito se utiliza ampliamente como un aditivo alimentario en alimentación humana y en alimentos para animales de compañía. También se ha utilizado como aditivo para la conservación de alimentos para animales, en particular de la harina de pescado y forrajes.

Harina de pescado:

La utilización de nitrito de sodio como conservante está prohibida. Hoy en día, la conservación de los peces capturados en el mar se logra por una combinación de la utilización de agua de mar refrigerada y ácido acético. Como resultado de los cambios en el método de conservar el pescado, el análisis de nitritos en la harina de pescado ya no es una prioridad.

Forrajes:

Los cultivos forrajeros frescos, como el maíz, las gramíneas, las leguminosas, el trigo y la alfalfa pueden ser utilizados en forma de ensilado, y son muy apreciadas como alimento animal. Con el fin de preservar el cultivo con éxito, es importante lograr una buena fermentación microbiana. Con frecuencia un producto químico o aditivo microbiano, se aplica a los cultivos en la cosecha para mejorar el proceso de fermentación, ya sea para ayudar a aumentar los microorganismos que están presentes de forma natural, o restringir la actividad de microorganismos indeseables.

AGUA:

El agua es una fuente potencial de ingesta de nitritos para el ganado a través de la reducción de los nitratos, ya que el nitrato es muy soluble en agua. Aunque está presente de forma natural en las aguas subterráneas, niveles elevados aparecen normalmente como resultado de actividades humanas: sobreexplotación de los fertilizantes químicos o estiércol, la eliminación inadecuada de los excrementos humanos o animales, y en algunos de los procesos industriales.

Valores máximos de ingesta recomendados

La exposición en la dieta a nitrito es principalmente a través de la inter-conversión de nitrato desde los vegetales, productos cárnicos curados, la ingesta de agua, lo que representa más del 80%, mientras que el nitrito exógeno ingerido a través de la dieta constituye menos del 20%. En general, los niveles de carne fresca, pescado, leche en productos lácteos y los huevos, sólo representan el 2,9% del total de nitrito ingerido diariamente en el hombre.

El comité de expertos de la FAO y la OMS (JEFCA) propuso como ingesta diaria aceptable (IDA) de nitritos el valor de

- 0-0.07 mg/kg de peso corporal por día

Descontaminación de productos/materias primas

No hay actualmente ningún método para descontaminar productos o materias primas que contengan melanina, ácido cianúrico, ammelida o ammelina.

Información complementaria

Legislación.

- Reglamento (UE) Nº 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) Nº 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 los nitritos como sustancia indeseable en la alimentación animal. EFSA Journal (2009)1017, 1-45 (Request Nº EFSA-Q-2005-287)
- **ELIKA.** Mapa de riesgos de piensos
- **ELIKA.** Riesgos alimentarios a través de los piensos
- **ELIKA.** Área alimentación animal
- **ELIKA.** Base de datos de legislación
- **ELIKA.** Informes Red de Alertas - RASFF