

Flúor en la cadena alimentaria

Los compuestos de flúor solubles se bioacumulan en ciertos organismos acuáticos y terrestres, pero se desconoce en qué magnitud.

La absorción de flúor por parte de los vegetales se produce principalmente a través de las raíces, y una pequeña parte por los estomas de las hojas.

Flúor

Límite legal

El límite para la presencia de flúor en los piensos esta regula 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	150
Materias primas para piensos de origen animal, salvo crustáceos marinos como el krill	500
Crustáceos marinos como el krill	3000
Fosfatos	2000
Carbonato cálcico; carbonato cálcico y magnésico	350
Óxido magnésico	600
Algas marinas calcáreas	1000
Vermiculita (E 561)	3000
Piensos complementarios	500
Con < 4 % de fosforo	125 por 1 % de fosforo
Con > 4 % de fosforo	
Piensos completos	150
Piensos completos para cerdos	100
Piensos completos para aves de corral (excepto pollitos) y peces	350
Piensos completos para politos	250
Piensos completos para bovino, vinos y caprinos	
- Lactantes	30
- otros	50



Descripción

El flúor es un elemento químico del grupo de los halógenos. En la naturaleza se encuentra siempre combinado con otros elementos, formando compuestos.

Son mucho más abundantes los compuestos inorgánicos de F, que forma al unirse a elementos como el sodio, el aluminio y el magnesio, que los orgánicos, en los cuales el flúor se une al carbono.

El flúor existe en el medio ambiente, tanto de forma natural (por erupciones volcánicas y aguas subterráneas) como producido por la actividad humana:

- Durante el procesado de aluminio y fosfatos.
- En la producción de acero y vidrio.
- Por la utilización de fertilizantes de fosfatos.
- Por el uso excesivo de fertilizantes de fosfatos, y determinados insecticidas y acaricidas.

Es un problema sobre todo su acumulación en el suelo y, más aún, en aguas subterráneas.

Toxicología

Su **absorción** depende totalmente del elemento al que se encuentre unido, así:

- Unido al calcio, al aluminio y al magnesio: Se absorbe muy poco.
- Unido al sodio, al hidrógeno, al silicio y a fosfatos: Se absorbe casi completamente en monogástricos por difusión pasiva. (En la especie humana la absorción llega al 100%).

Los rumiantes absorben aproximadamente un 75% del F que existe en los vegetales o que forma compuestos con el sodio.

La absorción aumenta en condiciones de alta acidez gástrica.

Se distribuye por todo el organismo, depositándose principalmente en huesos y dientes, pero no irreversiblemente, ya que puede ser movilizado desde el hueso y ser excretado. Su concentración en los huesos depende de la edad, el sexo, el tipo de hueso y la parte específica del hueso en la que se deposite.

Se deposita algo, pero en mucha menor medida, en tejido blandos.

Cruza en cierta proporción la placenta y se deposita en tejidos calcificados del feto.

La **excreción** es parcial (aproximadamente un 50% de lo absorbido) y ocurre principalmente por la orina. Un porcentaje muy bajo se elimina por heces.

Residuos en productos de origen animal

CARNE Y OTROS TEJIDOS COMESTIBLES:

Se deposita un porcentaje bajísimo, generalmente los niveles son < 2.5 mg F/kg peso húmedo. Solo es algo mayor la concentración de flúor en los tendones, la aorta y la placenta.

La mayor parte del flúor se deposita en tejidos calcificados.

- En truchas arcoiris a las que se administraron 2538 mg F/kg pienso durante 82 días, se observaron concentraciones en músculo de 4,5 mg F/kg peso húmedo mientras que en el esqueleto fueron de 2450 mg/kg de tejido.
- En salmones atlánticos a los que se administraron dosis entre 18 y 358 mg/kg pienso, se midieron 1,4 mg F/kg de peso húmedo en músculo y 5,8-7,2 mg F/kg en el esqueleto.

LECHE Y HUEVOS:

La tasa de excreción es muy baja, por lo tanto la concentración de F en huevos y leche es normalmente muy baja, excepto en cáscara de huevo.

- En gallinas ponedoras a las que se les administraron 23,8 mmol/L de fluoruro de sodio en el agua de bebida se observó que no había variaciones en las concentraciones de F de la yema y la clara con respecto a los de gallinas no tratadas, mientras que la concentración de F en la cáscara era el doble de la de las cáscaras de huevos de gallinas no tratadas.
- En vacas de raza Holstein a las que se administraron concentraciones de 10, 29, 55, 109 mg /kg de dieta desde los 3 meses de vida hasta los 7 años

y medio, las concentraciones de flúor en leche que se observaron fueron de, respectivamente, 0.06, 0.1, 0.14 y 0.20 mg/L de leche.

Efectos en animales

La tolerancia del ganado al flúor depende de:

- El tipo de compuesto del que forme parte.
- La presencia de calcio, fosfatos y aluminio en la dieta.
- El estado nutricional general del animal.

Produce sintomatología crónica normalmente:

- ❖ Fluorosis ósea o esquelética:
 - Osteogénesis anormal.
 - Remodelación de los huesos anormalmente rápida.
 - Producción de hueso anormal (exostosis, esclerosis) sobre todo en diáfisis y epífisis, pero no en superficies articulares.
 - Reabsorción del hueso anormalmente rápida (osteoporosis) ocasionalmente.
 - Rigidez al caminar y cojera, en casos severos los animales se niegan a ponerse en pie.
- ❖ Fluorosis dental:
 - Cuando se produce afectación durante el desarrollo dentario.
 - Se producen alteraciones de la mineralización y lesiones en el esmalte dentario, como consecuencia aparecen manchas marrones o negras en los dientes y desgaste anormalmente rápido de los mismos.

RUMIANTES:

El ganado vacuno es el más frecuentemente afectado, más que por ser más sensible, por sus hábitos de alimentación, ya que toman muchos vegetales, minerales y agua del suelo.

Según algunos estudios las ovejas y cabras adultas son igual de sensibles, pero los corderos son más resistentes que los cabritos.

- En vacas lecheras a las que se

administró 150mg F/kg de dieta durante un mes se observó reducción de la ingesta y de la producción de leche.

- En terneros a los que se administraron 20mg F/kg de dieta durante el desarrollo dentario, se observaron cambios morfológicos menores.
- En ovejas de entre 8 y 12 meses de edad que recibieron una mezcla de concentrados que contenía dosis de 25, 50, 75, 100 o 200mg de flúor por cada kilo de dieta respectivamente, durante 140 días, se observó que el porcentaje de crecimiento se reducía sólo en los animales que habían recibido 200mg/kg.
- En ovejas de entre 8 y 12 meses de edad a las que se administraron dosis de 100mg de flúor/kg de pienso durante 3 años, no se observaron anomalías en el peso de las ovejas o de los corderos nacidos de ellas.
- En ovejas de 9 meses de edad, a las que se administraron 30mg de flúor por litro de agua en el agua de bebida, durante 25 meses, se observó que a las 32 semanas aparecían efectos negativos en el crecimiento, y a las 72 semanas signos de fluorosis (intoxicación por flúor).

CERDOS:

Parecen tolerar concentraciones de más de 100 mg F/kg de materia seca. Las lesiones típicas a dosis muy altas incluyen calcificación irregular de los dientes y los huesos mandibulares, estreñimiento y pérdida de apetito.

CONEJOS:

- Dosis de 150mg de F por litro en el agua de bebida, durante 6 meses, no produjeron signos patológicos ni alteraron la actividad enzimática antioxidante.
- Sin embargo, aplicaciones de 10mg de NaF por kilo de peso corporal y por día, durante 18 meses, provocaron anomalías severas en las células espermáticas.

AVES DE CORRAL:

- En broilers y ponedoras a los que se administraron 1000 o 1500mg de NaF por cada kilo de pienso durante 3 meses, se observó que disminuía el peso medio de los huevos, la tasa de consumo de pienso y la de ganancia de peso corporal.
- En pavos a los que se administraron 400mg de F/kg de dieta durante toda la vida, no se observaron alteraciones. Al administrarles 800mg de F/kg de dieta, se observó que disminuía el consumo de pienso.

PECES:

La concentración de flúor es mayor en el agua de mar que en agua dulce, y hay organismos, como el krill, que llegan a acumular grandes concentraciones (1000- 3000mg/kg), sobre todo en el exoesqueleto.

- La trucha arcoiris tolera bien concentraciones de flúor >2500mg/kg dieta durante 82 días.

CABALLOS:

Se producen lesiones típicas en los dientes, aunque no hay datos sobre las exposiciones en estos casos.

Efectos en el ser humano

Los factores de riesgo que aumentan la retención de flúor en el organismo son:

- Exposición previa al flúor.
- Desnutrición.
- Ayuno
- pH urinario ácido.
- Crecimiento: Los niños son población de riesgo específico. En adultos se deposita en los huesos un 10% del F absorbido, mientras que en niños se puede depositar hasta el 50%.

❖ Intoxicación aguda:

Se produce:

- Irritación gastrointestinal que conlleva: dolor abdominal, vómitos, náuseas, hipersalivación y diarrea.

- A dosis más altas puede llegar a producir: arritmias, convulsiones y muerte.

❖ Intoxicación crónica:

Puede producir una variedad de síndromes:

FLUOROSIS DENTAL:

- En niños menores de 6 años.
- Se producen alteraciones en la mineralización y lesiones en el esmalte dentario.

FLUOROSIS ÓSEA/ESQUELETICA:

- Dolor articular crónico.
- Condensación y reabsorción ósea.

ALT. NEUROLÓGICAS: Son secundarias a las alteraciones esqueléticas.

- Radiculitis por compresión.
- Síndromes dolorosos y acroparestesias.
- Ocasionalmente mielopatías con paraplejías espásticas y defectos sensoriales.

ALTERACIONES VISCERALES:

- Anemia
- Alteraciones digestivas: gastritis y estreñimiento.
- Alteraciones miocárdicas: degeneración coloidal difusa, hiperemia, y pequeñas hemorragias.
- Alteraciones renales: Aminoaciduria.
- Alteraciones tiroideas: Puede existir tanto hipo como hipertiroidismo por interferencias del F en el metabolismo del yodo.
- Alt. Reproductivas: Abortos y enfermedades congénitas en el feto
- Alteraciones respiratorias.

La **IARC** considera al **flúor en el grupo 3** (no se le puede clasificar con respecto a su carcinogenicidad para el ser humano).

Contaminación de materias primas, vías de contaminación

La absorción de flúor por parte de los vegetales se produce principalmente a través de las raíces, y una pequeña parte por los estomas de las hojas.

La cantidad que se absorba por las raíces dependerá de:

- Características del suelo: pH, contenido en agua, contenido en materia orgánica y capacidad de intercambio de aniones y cationes.
- Forma química del compuesto.
- Especie vegetal.

Los compuestos de flúor solubles se bioacumulan en ciertos organismos acuáticos y terrestres, pero se desconoce en qué magnitud.

Las materias primas que más flúor pueden contener son, en orden de mayor a menor cantidad:

Pulpa de remolacha > Harina de carne y de hueso > Harina de pescado > Harina de palmiste > Harina de soja.

Valores máximos de ingesta recomendados

Las dosis recomendadas en EE.UU. y Canadá es de 4mg/día para el hombre, 3mg/día para la mujer y entre 2-3mg/día para niños y adolescentes.

Las autoridades sanitarias recomiendan la adición de flúor al agua de consumo, siempre y cuando ésta sea deficitaria en el mismo, de modo que su concentración sea como máximo de 1ppm (1mg/litro), cantidad máxima recomendada como saludable.

Descontaminación de productos/materias primas

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

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.

Enlaces, fuentes, bibliografía.

- **EFSA.** Opinión del Panel de Contaminantes de la Cadena Alimentaria de la EFSA en relación con el flúor como sustancia indeseable en la alimentación animal. EFSA Journal (2004) 100:1-22 (Request N° EFSA-Q-2003-034)
- **OMS.** Enfermedades relacionadas con el agua: Fluorosis.
- **JMPR.** Informe del Comité conjunto de FAO y OMS para los residuos de Pesticidas sobre el SF (sulfuryl fluoride)
- **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