

FACTORES DE CALIDAD RELACIONADOS CON LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS DESTINADOS A ANIMALES MONOGÁSTRICOS

Berti, A. M.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos proveen de los nutrientes esenciales que el animal necesita para su crecimiento y producción. Además de los nutrientes que aportan, es importante considerar factores tales como la palatabilidad, disponibilidad de sus nutrientes o la ausencia de factores tóxicos, en el momento de seleccionarlos. Pueden estar presentes factores antinutricionales, que son propios del metabolismo de las plantas, o bien contaminantes físicos, químicos o microbiológicos, (Saegerman, C. 2006). También pueden contener toxinas endógenas provenientes principalmente de sustancias primarias y secundarias producidas por las plantas. Por ello, las toxinas de los alimentos incluyen compuestos tanto de origen microbiológico como de las plantas. Aunque estas toxinas son consideradas separadamente, normalmente aparecen juntas y son responsables de diversos efectos sobre los animales. También los efectos combinados pueden tener como resultado interacciones aditivas o sinérgicas entre los dos grupos de compuestos. La dimensión y el impacto de estas dos interacciones deben ser cuantificadas. Los contaminantes de alimentos y las toxinas ocurren en el mundo de manera global, pero hay condiciones geográficas diferentes que inciden en el impacto relativo de algunos compuestos específicos. Muchos de estos factores afectan la inocuidad del alimento, llegando a afectar la salud animal y humana cuando ingresan a la cadena alimentaria. Los brotes de Salmonella en humanos por consumo de alimentos contaminados, la contaminación de pollos con dioxinas, la contaminación de carne y hamburguesas con *E. coli* O157, la aparición de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (BSE), son algunos episodios que han conmovido la opinión pública en todo el mundo.

La Sección 5 del "Código de Prácticas sobre Buena Alimentación Animal" del CODEX ALIMENTARIO (2004) indica que cada uno de los integrantes de la cadena de producción es responsable de llevar a cabo todas las actividades que se encuentren bajo su control, de modo tal de preservar la inocuidad del alimento. Asimismo, todos ellos tienen cada vez mayor conciencia de sus responsabilidades sobre la inocuidad de los alimentos que producen. Por ello, en muchos países se aplican sistemas de garantía de calidad basados en las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y en los principios de Análisis de Riesgo en Puntos

Críticos de Control (HACCP), a nivel de las explotaciones e industrias tal como lo indica Slorach, S. A. (2006).

Según lo manifestado por el Animal Production Food Safety Working Group (2006), de la Organización Internacional de Epizootias (OIE) la seguridad alimentaria se ha convertido en una de las prioridades de la salud pública. Para garantizarla es preciso utilizar un método global, aplicable desde la granja hasta la mesa. En este aspecto, es indiscutido el rol que tienen los alimentos para animales ya que pueden estar sujetos a la contaminación de diversas fuentes. Gajadhar, A.A. (2006) manifiesta que la normalización, implementación y documentación de medidas de control, deberían aumentar la confianza en el comercio mundial de alimentos.

Otro capítulo importante es la discusión sobre las sustancias antimicrobianas utilizadas como promotores de crecimiento (APC) en muchos alimentos destinados a animales bajo sistemas de producción muy intensivos, y su vinculación con la resistencia de los microorganismos a tales sustancias.

Dada esta amplitud de temas, este trabajo se limitará a revisar aquellos contaminantes y toxinas que representan un riesgo significativo sobre la inocuidad de los alimentos para los animales destinados al consumo humano.

DEFINICIONES

En el "Código de Prácticas sobre Buena Alimentación Animal" del CODEX ALIMENTARIO (2004), en la Sección 3, se definen los términos:

- a) Pienso (alimentos para animales o ración): Es todo material simple o compuesto, ya sea elaborado, semielaborado o sin elaborar, que se emplea directamente en la alimentación de animales destinados al consumo humano.
- b) Ingrediente de pienso o ración: Un componente o constituyente de cualquier combinación o mezcla que constituye un pienso (ración), tenga o no valor nutritivo en la alimentación animal, incluidos los aditivos para piensos. Los ingredientes pueden ser sustancias de origen vegetal, animal o acuático, o bien sustancias orgánicas o inorgánicas.
- c) Aditivos para piensos: Todo ingrediente añadido deliberadamente que normalmente no se consume tal cual como pienso, tenga o no valor nutricional y que influye en las

¹Ing. Agr., Dpto. Producción Animal y Pasturas. Fac. de Agronomía. Garzón 780. Montevideo. Uruguay. E-mail: anaberti@hotmail.com

características de los piensos o de los productos animales. Quedan incluidos en esta definición los microorganismos, enzimas, reguladores de la acidez, oligoelementos, vitaminas y otros productos en función de la finalidad de su empleo y del modo de administración.

- d) Sustancias indeseables: Contaminantes y otras sustancias que estén presentes tanto en el interior como en la superficie de los piensos o ingredientes y que constituyen un riesgo para la salud de los consumidores, incluidos los problemas de sanidad animal relacionados con la inocuidad de los alimentos.

En este trabajo, cada vez que se utilicen los términos citados anteriormente, se hará en el sentido indicado en las definiciones anteriores de cada uno de ellos.

FACTORES ANTINUTRICIONALES

Alvarado Gillis, Ch. A. (2005), manifiesta que muchos componentes de las plantas tienen el potencial de producir efectos adversos sobre la productividad de los animales de granja. Estos compuestos pueden estar presentes en las hojas o en las semillas. Algunas veces se encuentran en toda la planta. Se incluyen dentro de tales factores aquellos compuestos que reducen el consumo de alimentos y la utilización de nutrientes en animales. Sin embargo, D' Mello, J. P. F. (2000), señala que se deben incluir además aquellos compuestos que causan efectos antifisiológicos tales como deterioro en la actividad reproductiva o inmunológica. Huisman y Tolman (1992, citados por De Langué *et al.*, 2000), los divide según sus efectos sobre el valor biológico del alimento y en la respuesta biológica de los animales, en:

1. Factores que tienen un efecto depresor en la digestión y utilización de las proteínas (inhibidores de la tripsina y quimiotripsina) tales como lectinas, compuestos polifenólicos y saponinas. Es el caso de semillas de soja, haba, poroto, arveja, etc. Estos factores son termolábiles por lo cual el tratamiento con calor los destruye.
2. Factores que causan un efecto negativo en la digestión de carbohidratos (inhibidores de amilasa) tales como compuestos polifenólicos y flatulantes.
3. Factores que tienen un efecto depresor en la digestión y utilización de minerales tales como glucosinolatos, ácido oxálico, ácido fítico y gosipol.
4. Factores que inactivan vitaminas o incrementan los requerimientos del animal.
5. Factores que estimulan el sistema inmune (proteínas antigénicas).

Estos factores antinutricionales de las plantas también pueden ser divididos en dos grupos: sustancias termolábiles y sustancias termo resistentes. Dentro del primero, se encuentran las lectinas, los inhibidores de las proteinasas y los

cianógenos, los cuales son sensibles a las temperaturas de los procesos estándares. Dentro del segundo se encuentran las proteínas antigénicas, taninos, glucosinolatos, gosipol, saponinas, fitoestrógenos, etc.

Sustancias termolábiles

Lectinas. Se encuentran en muchas legumbres o porotos, en concentraciones que van de 73 a 320 unidades/mg de proteína, dependiendo de la especie. (D'Mello, J.P.F. 2004b). Alvarado Gillis, Ch. A. (2005), indica que son proteínas capaces de dañar la mucosa intestinal, producir reacciones inmunológicas, deterioro de la absorción de nutrientes, incremento de la síntesis de proteína por las mucosas, etc. Son resistentes en el proceso digestivo y cantidades importantes pueden ser recogidas de las heces, luego de su ingestión. Fundamentalmente afectan las vellosidades intestinales, reduciendo la superficie del área de absorción en el intestino delgado. También puede verse afectada la inmunidad de los animales.

Inhibidores de las proteasas. Se pueden encontrar en el poroto de soja y otras leguminosas. Según D'Mello, J.P.F. (2004b) los niveles de los inhibidores de la tripsina encontrados en la soja, se sitúan en alrededor de 88 unidades/mg. Los inhibidores de las proteinasas son ejemplos típicos de los factores antinutricionales termolábiles. Constituyen una única clase de proteína con la habilidad de reaccionar de una manera altamente específica con un número de enzimas proteolíticas presentes en las secreciones digestivas de los animales. El inhibidor de la tripsina de la soja no está bien caracterizado, y es un importante determinante del valor nutritivo de ella. Los inhibidores de las proteinasas están también presentes en otros tipos de semillas de leguminosas. El efecto en los animales incluye una reducida digestión de la proteína; pérdida endógena de aminoácidos, con el consecuente resultado sobre la performance del animal; hipertrofia pancreática, etc.

Cianógenos. Pueden estar presentes en varios tipos de vegetales en un nivel de 186 mg HCN/kg (D'Mello, J.P.F. 2004b). En el sorgo, los cianógenos predominantes son el durrin y linamarina, respectivamente. Este último compuesto está presente también en el lino. Causan disturbios a nivel del sistema nervioso central, fallas respiratorias y cardíacas.

Sustancias termo resistente

Proteínas antigénicas. Ciertas proteínas de harinas de semillas de legumbres y oleaginosas son capaces de cruzar la barrera epitelial de la mucosa intestinal y causar efectos adversos en la función inmune de los animales. (D'Mello, J.P.F. 2004b). En el caso de la soja, las proteínas antigénicas han sido identificadas como glicina y conglucina. Estas proteínas son caracterizadas por su resistencia a ser desnaturalizadas por los métodos convencionales de tratamientos térmicos. El componente

antigénico provoca reacciones inmunológicas locales extensas y sistémicas acompañado de severo daño intestinal. Se han encontrado efectos anormales de los movimientos de la ingesta, deficiente absorción de nutrientes y predisposición a las diarreas en cerdos pequeños.

Taninos. Los taninos son un grupo de compuestos fenólicos con un alto peso molecular. Están distribuidos en muchos vegetales y alimentos, tales como los forrajes de leguminosas y semillas de sorgo. Afectan el apetito y la absorción de los nutrientes, formando complejos con ciertas enzimas y proteínas.

Glucosinolatos. Son de particular significación en los forrajes provenientes del rábano (*Brassica*). Aparentemente por selección, se han obtenido variedades con niveles muy bajos, como en la colza. En caso de que se encuentren presentes en los alimentos, pueden causar bocio por ser supresor de la producción de T3 y T4 por falta de yodo en la glándula tiroides. Causa también lesiones en el hígado y riñones y reduce la ingesta de alimentos, particularmente en animales no rumiantes.

Gosipol. Aparece en la semilla del algodón, en niveles de 0.6 a 12 g/kg, según datos de D'Mello, J.P.F. (2004b). Causa anemia debido a la falta de Fe, daño en los órganos, fallas cardíacas y muerte. En aves se ha encontrado reducción en el peso de los huevos. Se ha encontrado que en algunos animales produce anomalías en el esperma y disminución de su producción.

Fitoestrógenos. Está presente en los tréboles, y la soja. Son un grupo diverso de compuestos isoflavonoides. Pueden afectar la ovulación.

SEMILLAS DE MALEZAS

Muchas semillas de malezas son incorporadas a subproductos de origen vegetal a través del agregado de las limpiezas de granos de cereales. En muchas de estas semillas de malezas se encuentran varios de los productos citados anteriormente que afectan la salud animal o su producción. Por lo cual existe una prohibición de suministrarlo agregado a los alimentos para animales.

CONTAMINANTES

Contaminantes ambientales

D'Mello, J.P.F. (2004b) manifiesta que un amplio rango de compuestos orgánicos e inorgánicos puede estar presente en los alimentos, incluyendo pesticidas, contaminación industrial, radio nucleidos y metales pesados. Según su trabajo, los pesticidas que pueden contaminar los alimentos, pueden ser de diversos grupos químicos, tales como órgano clorados, órgano fosforado y piretroides. Si bien varios de ellos pueden ser potencialmen-

te tóxicos para los animales, muchas veces recién aparecen como residuos en productos de origen animal destinados a alimentación humana. Este tema es de gran preocupación en muchos países donde se han hecho muchos trabajos para determinar su incidencia. En nuestro país, por ley se aceptan los límites máximos de residuos (LMR), establecidos en el *Codex alimentarius*.

En cuanto a la contaminación industrial, sustancias tales como las Dioxinas y los bifenilpoliclorados (PCBs) son ejemplos de los que pueden contaminar los alimentos destinados a los animales, particularmente las pasturas. En 1999, grasas contaminadas con dioxinas, fueron agregadas inadvertidamente a alimentos para aves en Bélgica, Francia y los Países Bajos. Posteriormente se encontraron niveles inaceptables en la carne de ave y huevos provenientes de los animales que habían consumido tales piensos. El *Codex alimentarius* (2001), elaboró el "Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas" cuyo objetivo principal fue reforzar la sensibilización respecto de las fuentes de contaminación química de los alimentos y piensos y de las medidas aplicables en el origen para prevenir la contaminación.

Otras contaminaciones accidentales también fueron notorias, tal es el caso del de Chernobyl en 1986, que fue responsable de la contaminación con cesio 134 y 137 de las pasturas y forrajes conservados. La leche y carne de los animales que los consumieron fueron contaminadas y se encontraron niveles altos en tales productos hasta el año 1994.

También se ha reportado la contaminación de diversos granos y pasturas con cadmio (Cd) por la aplicación de ciertos fertilizantes en dichos cultivos. Por otro lado, se ha detectado contaminación con plomo (Pb) proveniente de la contaminación industrial y urbana, mientras que el mercurio (Hg) se encontró en alimentos que contenían harina de pescado. Håstein, T. *et al.* (2006) examinó los contaminantes ambientales presentes en los alimentos de origen marino que pueden resultar peligrosos para la salud y dentro de ellos destaca el metilmercurio. El cadmio (Cd), mercurio (Hg), arsénico (As) y plomo (Pb) no están asociados a estructuras funcionales de los seres humanos o de los animales de producción y su presencia en la cadena alimentaria, en niveles superiores de los tolerados, presenta un grave riesgo para la salud humana y animal.

Contaminantes bacterianos

Las bacterias más importantes en la contaminación de alimentos son: *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes* y *Campylobacter*. El tratamiento térmico adecuado del alimento, previo a su distribución, minimiza el riesgo de la presencia de ellas.

Escherichia coli. Hay un considerable interés en la aparición de *Escherichia coli* en alimentos de origen animal vinculada a la aparición del tipo O 157, responsable de enfermedad en humanos. La *E. coli* es uno de los principales huéspedes del tracto gastrointestinal de la mayoría de los mamíferos, incluido el hombre, y de las aves. Según lo indicado por Fairbrother, J. M *et al.* (2006), habitualmente la *E. coli* productora de toxina Shiga (STEC), también llamada verotoxigénica (VTEC), no provoca enfermedades en los animales pero puede producir diarrea acuosa, colitis hemorrágica o síndrome hemolítico ureico en los seres humanos. Las STEC zoonóticas comprenden las cepas O157:H7 y cada vez más frecuentes, otras cepas diferentes, difíciles de determinar. Los bovinos y demás rumiantes son el principal reservorio de STEC zoonóticas, que se transmiten a los seres humanos por ingestión de alimentos o agua contaminados con heces animales o por contacto directo con animales enfermos o su entorno. Las principales fuentes de infección para los animales son: el agua de bebida, los alimentos y el entorno inmediato. Esta contaminación se da más frecuentemente en verano y cuando en las plantas de elaboración de alimentos no se controlan los factores predisponentes. Existe un riesgo alto, cuando se utiliza la cama de ave como ingrediente para elaborar alimentos para otras especies animales. En el Uruguay está prohibido su uso en alimentación animal. Asimismo los subproductos de origen animal, tales como las harinas de carne, pueden contaminarse si no se procesan y manipulan adecuadamente.

Salmonella spp. Muchas especies de *Salmonella* están implicadas en enfermedades de los animales de granja. De ellas, *S. typhimurium* está universalmente distribuida mientras que *S. enteritidis* es un patógeno regular de las aves domésticas y puede contaminar huevos y carne de ave.

La salmonelosis es la enfermedad de origen bacteriano transmitida por alimentos más común en todas partes del mundo. De acuerdo con Plym Forshell, L. *et al.* (2006), los animales para consumo infectados con *Salmonella*, son la principal fuente de transmisión dado que la prevalencia varía entre un 0% a un 90 % dependiendo de la especie animal y de la región de que se trate. La emergencia de cepas resistentes a los antimicrobianos ocasionadas por el suministro de tales drogas a los animales, es hoy en día una amenaza muy importante en la salud pública. Los animales pueden contaminarse a través del alimento contaminado. Las harinas de carne, de hueso y de pescado, pueden estar contaminadas, si el tratamiento térmico a que se someten no es el adecuado o por una manipulación inadecuada como por ejemplo, si el embolsado no se realiza inmediatamente, sin tocar el suelo, o si durante el almacenamiento están en contacto con otras aves (pájaros) o roedores. Los pájaros y roedores pueden también infectar el alimento completo, si no son controlados.

Listeria monocytogenes. Jemmi, T. *et al.* (2006), manifiesta que desde hace 25 años, la *Listeria monocytogenes*, se ha convertido en uno de los principales agentes patógenos transmitidos por los alimentos. Debido a su elevada tasa de letalidad, es una de las enfermedades transmitidas por alimentos que ha causado la mayor mortalidad en humanos. La capacidad para resistir las exigentes condiciones de las plantas de transformación y multiplicarse a temperaturas de refrigeración, la convierte en una amenaza de excepcional gravedad para la inocuidad de los alimentos y la salud pública. A los animales puede llegar a través de los alimentos que consumen. D'Mello, J.P.F. (2004a) indica que también pueden aparecer en silos de baja calidad y que cuando el pasto es ensilado en condiciones de anaerobiosis, el pH bajo tiende a eliminar este patógeno. Sin embargo en silos en bolsas el pH es más alto y favorece la aparición de esta bacteria. La contaminación con *Listeria* es importante pues causa encefalitis, meningitis y septicemia en animales y humanos.

Campylobacter. El *Campylobacter* puede causar una enfermedad conocida como campilobacteriosis en el hombre. Wagenaar, J. A. *et al.* (2006) indica que es una de las enfermedades bacterianas más importantes que se transmite a través de los alimentos a los humanos. Manifiesta también que la manipulación y el consumo de aves de corral son las principales fuentes de infecciones humanas por esta bacteria. El *Campylobacter* coloniza fácilmente a los pollos de engorde y las medidas preventivas no son siempre eficaces, aunque el control de estos agentes en los criaderos avícolas reduciría el riesgo sanitario que originan. Los subproductos derivados de la industria avícola y que se destinan a la alimentación de aves de corral, si no están correctamente elaborados, podrían infectar a las aves y de allí a los humanos.

Proteínas priónicas

Las proteínas priónicas provenientes de proteínas animales procesadas han aparecido como contaminantes de alimentos y son las responsables de la aparición de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (BSE). (D'Mello, J.P.F. 2004a). Si bien ya se conocían enfermedades priónicas en los animales, esta enfermedad que apareció en el Reino Unido en 1986, tuvo graves consecuencias cuando en 1996, se determinó que había roto la barrera interespecie y había pasado al hombre.

Se sabe que las proteínas priónicas son componentes normales de tejidos animales con la capacidad de transformarse en agentes causantes de síndromes neurológicos fatales en un amplio rango de especies. El inicio de esta enfermedad fue atribuida a la alimentación de bovinos con harinas de carne y de hueso preparadas a partir de despojos de ovejas infectadas con scrapie, -enfermedad priónica que se conoce desde

1782, que no habrían sido correctamente procesadas. Hoy se sabe que ello no es así, pues los cambios tecnológicos que se realizaron en los procesos de elaboración no pudieron afectar la inactivación de los priones ni antes ni después de ellos. La hipótesis más aceptada hoy en día es la alimentación de bovinos con harinas de carne elaboradas con la incorporación al rendering de bovinos muertos en el campo con sintomatología nerviosa, probablemente debido a mutación del prión normal. Esto llevó al reciclado y amplificación del agente causal del BSE, en los bovinos. Esta enfermedad tiene en los humanos su equivalente que es una nueva variante de la enfermedad Creutzfeldt-Jakob (vCJD). Apareció por primera vez en el año 1996 y la incidencia en humanos ha sido vinculada al consumo de carne contaminada con BSE. La sintomatología que aparece en las personas afectadas son: alteraciones del comportamiento, trastornos neuromusculares, pérdida del estado general, demencia y muerte. La diferencia básica de esta enfermedad con la Creutzfeldt-Jakob tradicional (CJD), es que afecta a personas jóvenes, de un rango etario de 13 años a menores de 40, mientras que la segunda afecta personas de un rango etario superior a los 60 años.

Esta asociación ha sido la causa de una legislación muy fuerte en muchos países y en especial en aquellos que han tenido casos de BSE en animales autóctonos. Se ha prohibido en todo el mundo la utilización de proteínas de origen mamífero en la alimentación de los bovinos. En general, se exceptúa de esta prohibición la proteína láctea y de huevos, así como algunas otras pocas proteínas de origen animal. En muchos casos esta prohibición alcanza a todos los alimentos para animales, independientemente a la especie animal a que se destine, a efectos de evitar la contaminación cruzada.

Contaminación por hongos

Existe una gran cantidad de reportes de contaminación con hongos y esporas en diversos tipos de alimentos. D'Mello, J.P.F. (2004a) manifiesta que, convencionalmente se pueden subdividir los hongos toxigénicos en hongos de campo o patógenos de las plantas y de almacenamiento o saprofitos. *Claviceps*, *Alternaria* y *Fusarium* son clásicos representativos de hongos de campo, mientras que *Aspergillus* y *Penicillium* ejemplifican los organismos de almacenamiento.

También pueden ser estudiados sobre la base de su prevalencia geográfica, reflejando las condiciones medioambientales específicas requeridas para su crecimiento y metabolismo secundario. En las zonas cálidas el *Aspergillus* es el predominante en alimentos, en especial en granos. Otros son *Penicillium*, *Fusarium* y *Alternaria*, los cuales son importantes contaminantes de granos de cereales. La contaminación con hongos es indeseable por la potencial producción de micotoxinas, que se

tratará en el punto siguiente. No obstante, las esporas de los hongos pueden ser inhaladas o consumidas por los animales y producir efectos perjudiciales denominados "micosis".

Contaminación con micotoxinas

En general se pueden definir las micotoxinas como aquellos metabolitos secundarios de los hongos que provocan cambios patológicos tanto en seres humanos como en animales. Las micotoxicosis son las enfermedades resultantes de la absorción de micotoxinas. De este modo, los diversos efectos causados por estos compuestos son convencionalmente considerados bajo el término genérico de "micotoxicosis" e incluye distintos síntomas así como condiciones no específicas. El contenido de humedad y la temperatura ambiente son la llave determinante para la colonización de hongos y producción de micotoxinas en las plantas y granos. Un hecho emergente es la co-producción de dos o más micotoxinas por un mismo hongo. El *Codex alimentarius* (2003) elaboró el "Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales con micotoxinas", con la finalidad de contribuir a disminuir el riesgo de que este problema se siga acentuando con el consiguiente problema para la salud humana y animal y pérdidas de granos a nivel mundial.

No se profundizará más en este tema ya que el mismo es motivo de otra ponencia en este curso.

Contaminación con aditivos no declarados

Los productos animales son frecuentemente contaminados con residuos de drogas administradas a través del alimento según lo manifestado por Serratos, J. *et al.* (2006). Tales drogas pueden ser usadas para el control de enfermedades o para aumentar la performance de los animales. La ocurrencia de estas drogas también puede no ser intencional y deberse a la contaminación cruzada de los alimentos. Por ejemplo, residuos de alimentos medicados pueden ser retenidos en el equipo de elaboración y, en consecuencia, contaminar los siguientes lotes. En estas condiciones, los niveles de contaminación pueden ser bajos, pero no lo suficiente, y provocar residuos en productos animales. Lynas *et al.* (1998), citado por D'Mello, J.P.F. (2004b), examinaron en extenso la contaminación de alimentos con aditivos no declarados en Irlanda del Norte. Del total de alimentos no medicados estudiados, un 44% tenía contaminación con antimicrobianos. Los productos más frecuentemente encontrados eran clorotetraciclina, sulfonamidas, penicilina y ionóforos. Es probable que este tipo de contaminación con antimicrobianos no declarados sea un problema global, que necesite mayor investigación. Los residuos de drogas veterinarias en los productos animales son indeseables debido a la implicancia que tienen en la salud humana relacionados a la

aparición de alergias y el desarrollo de la resistencia a los antibióticos por parte de ciertos microorganismos.

ANTIBIÓTICOS UTILIZADOS COMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO

El término "antibiótico promotor de crecimiento" (APC), es usado para describir un producto que a dosis muy bajas o dosis subterapéuticas destruye o inhibe las bacterias en los animales. Errecalde, J. O. (2004) indica que estos productos son usados también para mejorar la performances productivas, conseguir la máxima conversión alimenticia y conseguir el desarrollo de animales fuertes. Los efectos en los animales son: supresión de organismos que causan infecciones subclínicas; reducción de la adhesión de las bacterias al epitelio intestinal; reducción de la respuesta inmunitaria y efecto sobre las enzimas que transforman los ácidos biliares. Los efectos fisiológicos que se han visto en los animales son: disminución del tiempo del tránsito del alimento; disminución de la longitud y peso del intestino; aumento de la capacidad de absorción intestinal; disminución de la pérdida de nutrientes por las heces; disminución del diámetro del intestino y disminución del estrés animal. Mientras que los efectos nutricionales son: aumento de la retención de la energía y del nitrógeno; disminución de la síntesis de vitamina, aumento de la síntesis de proteína en el hígado y aumento de la absorción de vitaminas, minerales, ácidos grasos, glucosa y calcio.

El uso de estos productos se ha generalizado por los cambios en la cría de los animales en la granja, básicamente debido al cautiverio y a la alta densidad. Se conoce que casi un 6% de la energía neta en lechones, se pierde debido a la fermentación microbiana en el intestino. Si la población microbiana puede ser controlada, habrá disponible mayor energía para el crecimiento de los lechones. Los resultados obtenidos por el uso de estos productos son variables, pues se vincula con las condiciones de higiene en que se crían los animales, o sea la carga microbiana a la que están sometidos. No obstante ello, parecería que su uso en lechones mejora el crecimiento entre 3 y 8%; en cerdos en engorde, entre 1 y 3%; en parrilleros, de 2 a 4%; en ponedoras entre 0 y 2% y en terneros, entre 0 y 3%. También tienen otro efecto que es el control de algunos patógenos zoonóticos tales como *Salmonella*, *Campylobacter*, *E. coli* y *Enterococo*.

Se ha desatado una gran controversia alrededor del uso de APC en alimentos para animales ya que, si bien no existen evidencias científicas que comprueben resistencia cruzada de los APC, utilizados en la alimentación animal, con los antibióticos usados en terapia humana, existen algunas sospechas de resistencia de antibióticos en humanos, por lo que se resolvió la prohibición de muchos APC, en varios países. Esta prohibición

derivó en un aumento del uso de antibióticos como terapéuticos y un consecuente incremento en los costos de producción. No obstante ello, Plym Forshell, L. *et al.* (2006) indica que la aparición de cepas resistentes a los antimicrobianos, que suele ser consecuencia del uso de estos fármacos en animales, constituye un riesgo de salud pública que suscita gran preocupación. Esto causa grandes problemas cuando estos antibióticos se quieren usar para controlar enfermedades tanto en humanos como en animales.

Errecalde, J. O. (2004) manifiesta que la resistencia en los microorganismos puede darse por transformación de un plásmido o cromosoma de otra bacteria, por transformación de un virus o por transformación de ADN libre, donde una bacteria puede incorporar el ADN de otra bacteria. El gen de resistencia puede actuar produciendo una enzima que destruye el antibiótico; o como una bomba de explosión, eliminando el antibiótico; modificando la permeabilidad de la membrana de la pared celular o bien produciendo enzimas modificadoras del antibiótico de modo tal que pierda esa función. Por otro lado Acar, J. F. *et al.* (2006), indica que las bacterias resistentes a los antimicrobianos se han generalizado ya que se han encontrado residuos de muchas de estas sustancias o de sus metabolitos en alimentos de origen animal destinados a la alimentación humana. A parte del problema descrito, estos residuos pueden generar otros problemas en los seres humanos, tales como alergias.

Esta problemática ha causado grandes preocupaciones en ámbitos de la medicina humana y animal, así como en organismos internacionales vinculados. El *Codex alimentarius* (2005) aprobó el "Código de prácticas para reducir al mínimo y contener la resistencia a los antimicrobianos", con el objetivo de brindar pautas claras sobre este tema. La tendencia actual es desalentar su uso, prohibiéndolos a través de legislaciones que contienen rigurosas penalidades. Esto ha llevado a la búsqueda de diversas soluciones. Por un lado se alienta a promover prácticas de producción más higiénicas, que tengan en cuenta los factores que favorecen el desarrollo de microorganismos patógenos, por ejemplo. Por otro lado se están buscando sustitutos de los APC, que sean adecuados y que no produzcan los perjuicios descritos. Se han aconsejado cambios en las estrategias de alimentación, como puede ser la alimentación precoz del pollito, la administración de inmunidad pasiva a los animales, como por ejemplo el suministro de inmunoglobulinas a lechones, lo cual es muy caro, etc. También se ha aconsejado el uso de ciertos activadores de la respuesta inmunitaria a través de preparados de la pared celular de bacterias, hongos y levaduras, sustancias con estructura química muy compleja, etc. El zinc (Zn), selenio (Se), cobre (Cu) y hierro (Fe), son minerales que están involucrados en la respuesta inmunitaria, lo cual debe de ser tenido en cuenta.

OTROS PRODUCTOS UTILIZADOS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL EN SUSTITUCIÓN DE LOS APC

Prebióticos. Los carbohidratos solubles y oligosacáridos, son sustancias que se han utilizado mucho por haber demostrado efectos benéficos ya que reducen la adherencia de las bacterias patógenas a las células epiteliales del intestino. Dentro de ellos se destacan los fruto-oligosacáridos (FOS), los xilo-oligosacáridos (XOS) y los manano-oligosacáridos (MOS). No son degradados por las enzimas y son sustratos adecuados para el crecimiento de lactobacilos y bífidos en el intestino y poco adecuados para clostridios, salmonelas y coli. Bloquean bacterias como *Salmonella enteritidis* y *Campylobacter*.

Probióticos. Son preparaciones microbianas vivas (bacterias, hongos y levaduras), utilizadas como aditivos alimentarios, que tienen una acción benéfica sobre el animal huésped ya que actúan directa o indirectamente sobre bacterias patógenas (gram negativas) mejorando el equilibrio de la flora intestinal. Dentro de estas acciones se puede citar: exclusión competitiva frente a patógenos, ocupación de receptores en la mucosa intestinal, producción de bacteriocinas, producción de ácidos orgánicos (láctico y acético), producción de peróxido de hidrógeno, agregación de patógenos, disminución de amoníaco y sulfhídrico, neutralización de enterotoxinas, estimulación del sistema inmunitario, etc. Los principales géneros utilizados en cultivos puros o mezclas son: *Aspergillus*, *Bacillus*, *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Propionibacterium*, *Saccharomices* y *Streptococcus*. Las levaduras no son capaces de colonizar el intestino y si se dejan de suministrar se termina su efecto. Son resistentes a los antibióticos y sulfamidas. Estimulan la inmunidad y la producción de sacarasa, maltasa y lactasa. Los patógenos se adhieren a la pared de las levaduras de forma que ellos no se pueden anclar en la pared intestinal. Inhiben ciertas toxinas y tienen un efecto patógeno frente a algunos patógenos.

Enzimas digestivas. Son proteínas que catalizan reacciones químicas altamente específicas. Las principales funciones son: reducir la viscosidad de la dieta causada por las fibras solubles mejorando la digestión efectiva de las enzimas endógenas, romper paredes celulares de los ingredientes de la ración liberando así nutrientes que no estaban disponibles, degradar factores antinutricionales como inhibidores de proteasas y fitatos, aumentando así el valor nutricional de los ingredientes, Suplementar enzimas de los animales jóvenes con baja producción de enzimas endógenas, mejoran la motilidad intestinal y reducen los tiempos de tránsito. Su uso depende entonces de los ingredientes del alimento. Las más comunes son: proteasas, hemicelulasa, amilasa, pectinasa, glucanasa, fitasa, lipasa, galactosidasa, etc. Su procesamiento

debe de soportar las condiciones de peletización de la ración durante la cual pueden ser degradadas por la temperatura y la presión.

Aditivos favorecedores de un ambiente intestinal adecuado.

Dentro de ellos se encuentran:

- a. Acidificantes. Son ácidos orgánicos y sus sales como por ejemplo, el ácido fórmico (prohibido en Europa), propiónico, láctico y acético; ácidos inorgánicos como el ácido ortofosfórico. Tienen la capacidad de bajar el pH del tracto gastrointestinal inhibiendo de esta forma el desarrollo de bacterias patógenas. Mezcla de ellos se utilizan en raciones preiniciales de lechones ya que disminuyen la adhesión al intestino de coli y ciertos enterococos, previniendo las diarreas posdestete. Las mezclas de ácidos orgánicos y sus sales tienen un efecto sinérgico en el control del desarrollo bacteriano y de esta forma actúan como promotores de crecimiento de las aves. Alguno de estos compuestos se utiliza también como antimicóticos en ciertas materias primas, ayudando a su conservación.
- b. Extracto de algunas plantas. Algunos aceites esenciales naturales y extractos de hierbas tienen la capacidad de estimular la producción de enzimas endógenas en las aves. Son compuestos fenólicos, terpenos, alcoholes, ácidos orgánicos, ésteres, aldehídos y cetonas. También tienen propiedades antioxidantes, antifúngicos, antimicrobianos, inmunomoduladores y estimuladores del apetito.

EFFECTOS DEL PROCESAMIENTO

El procesamiento con calor es un procedimiento común en la elaboración de alimentos, con miras a aumentar su seguridad y su valor nutritivo. Por ejemplo, el tratamiento con calor que sufren las harinas de carne, son efectivos para el control de *Salmonella*, *E. coli* y *Campylobacter*. El procesamiento térmico también es eficaz para desnaturalizar los inhibidores de las proteinasas, lectinas y cianógenos. No obstante para las proteínas antigénicas, es necesario un procedimiento más complejo, que incluye el uso de la extracción con etanol. Para las semillas oleaginosas contaminadas con aflatoxinas, la amoniacación parecería ser el tratamiento más adecuado. Los alimentos son tratados con hidróxido de amonio o gas amoniacal, a alta temperatura y presión en los molinos comerciales. También hay tratamientos a menor escala que se realizan a temperatura ambiente y con baja presión. Los productos así tratados son más seguros para el consumo animal.

CONCLUSIONES

La calidad de los alimentos para animales puede verse comprometida por la aparición de ciertas sustancias que pueden poner en riesgo la salud animal, su producción y la salud hu-

mana. Factores antinutricionales, microorganismos y sus metabolitos pueden disminuir la calidad de los alimentos y no siempre son tenidos en cuenta. Los factores antinutricionales son frecuentes de encontrar en ciertas leguminosas. En cereales los más comunes son inhibidores de tripsina principalmente en centeno y triticale. Cebada y sorgo pueden contener niveles importantes de compuestos fenólicos como así también las semillas de oleaginosas. Existen también una serie de contaminantes de origen químico, físico o biológico. Dentro de los químicos se destacan los contaminantes ambientales tales como metales pesados y plaguicidas agrícolas. Dentro de los biológicos están algunos microorganismos, tales como bacterias (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* y *Campylobacter*) y hongos, y sus metabolitos. Las micotoxinas, productos del metabolismo secundario de hongo, pueden desencadenar cuadros graves de toxicidad cuando las condiciones medioambientales (pH, humedad y temperatura) le son favorables para su producción, siendo la forma más importante de control la prevención mediante la eliminación de condiciones propicias. En general se observó una mayor susceptibilidad de animales monogástricos, en los que es muy común observar casos de muertes por micotoxicosis. Puede también existir contaminación cruzada con ciertos aditivos utilizados en alimentación animal (drogas veterinarias) y existe gran preocupación con el uso de antibióticos promotores de crecimiento, por la probable resistencia antimicrobiana que originan. Los organismos internacionales vinculados a la salud humana y animal (FAO, OIE Y OMS) se han preocupado mucho por la inocuidad alimentaria y han dedicado un gran esfuerzo en contribuir con el problema a través de consultas de expertos y elaboración de documentos importantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Acar, J. F. and Moulin, G. 2006. Antimicrobial resistance at farm level. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 25 (2): 775-792.
- Alvarado G. and Ch. A. 2005. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia - Chile. pp1-18 Internet: www.monografias.com. Revisado día: 15/09/07.
- Animal Production Food Safety Working Group. 2006. Guide to good farming practices for animal production food safety *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 25 (2): 823-836.
- Codex alimentarius*. FAO/OMS. 2001. Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas. CAC/RCP 49-2001: 1-2.
- Codex alimentarius*. FAO/OMS. 2003. Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas. CAC/RCP 51-2003:1 - 9.
- Codex alimentarius*. FAO/OMS. 2004. Código de prácticas sobre buena alimentación animal. CAC/RCP 5-2004: 1-13.
- Codex alimentarius*. FAO/OMS. 2005. Código de prácticas para reducir al mínimo y contener la resistencia a los antimicrobianos. CAC/RCP 61-2005:1-17.
- D'Mello, J.P.F. 2000. Anti-nutritional factors and mycotoxins. In J.P.F. D'Mello, ed. *Farm animal metabolism and nutrition*. CABI Publishing Wallingford: 383-403.
- D'Mello, J.P.F. 2004a. Microbiology of animal feeds. Assessing Quality and Safety of Animal Feeds. FAO. Animal Production and Health. Rome. SBN 92 105046 5:89-106.
- D'Mello, J.P.F. 2004b. Contaminants and toxins en animal feeds. Assessing Quality and Safety of Animal Feeds. FAO. Animal Production and Health. Rome. SBN 92 105046 5: 107-128.
- De Lange, C.; Nyachoti, C. y Verstegen, M. 2000. The significance of antinutritional factors in feedstuffs for monogastric animals. In: Moughan, P., Verstegen, M. y Visser-Reyneveld, M. (Eds). *Feed Evaluation Principles and Practice*. Amstelveen, Holanda. Wageningen Pers. pp: 169 - 188.
- Errecalde, J. O. 2004. Uso de antimicrobianos en animales de consumo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. ISBN 92-5-305150-7: 1-57.
- Fairbrother, J. M. and Nadeau, E. 2006. *Escherichia coli*: on-farm contamination of animals. *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz.* 25 (2): 555-569.
- Gajadhar, A. A.; Scandrett, W. B. and Forbes, L. B. 2006. Overview of food- and water-borne zoonotic parasites at the farm level. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 25 (2): 595-606.
- Håstein, T.; Hjeltnes, B.; Lillehaug, A.; Utne Skåre, J.; Berntssen, M. and Lundebye, A.K. 2006. Food safety hazards that occur during the production stage: challenges for fish farming and the fishing industry. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 25 (2): 607-625.
- Jemmi, T. and Stephan, R. 2006. *Listeria monocytogenes*: food-borne pathogen and hygiene indicador. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 25 (2): 571-580.
- Plym Forshell, L. and M. Wierup, M. 2006. Salmonella contamination: a significant challenge to the global marketing of animal food products. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 25 (2): 541-554.
- Saegerman, C.; Pussemier, L.; Huyghebaert, A.; Scippo, M. L. and Berkvens, D. 2006. On-farm contamination of animals with chemical contaminants. *Rev. Sci. Tech. Off. int. Epiz.* 25 (2): 655-673.
- Serratosa, J.; Blass, A.; Rigau, B.; Mongrell, B.; Rigau, T.; Tortadès, M.; Tolosa, E.; Aguilar, C.; Ribó, O. and Balagué, J. 2006. Residues from veterinary medicinal products, growth promoters and performance enhancers in food-producing animals: a European Union perspectiva. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 25 (2): 637-653.
- Slorach, S. A. 2006. Los retos de la inocuidad de los alimentos en los procesos de producción animal y su comercio mundial. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 25 (2): 488-492.
- Wagenaar, J. A.; Mevius, D. J. and Havelaar, A. H. 2006. *Campylobacter* in primary animal production and control strategies to reduce the burden of human campylobacteriosis. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 25 (2): 581-594.