

Alimentación porcina antibióticos promotores del crecimiento

El rango de aditivos utilizados con estos fines es muy amplio, ya que bajo este término se incluyen sustancias tan diversas como algunos suplementos (vitaminas, provitaminas, minerales, etc.), sustancias auxiliares (antioxidantes, emulsionantes, saborizantes, etc.), agentes para prevenir enfermedades (coccidiostáticos y otras sustancias medicamentosas) y agentes promotores del crecimiento (antibióticos, probióticos, enzimas, etc.).



Tabla 1. Categorías de aditivos que pueden utilizarse en la Unión Europea (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2000)

Antibióticos

Sustancias antioxidantes

Sustancias aromáticas y saborizantes

Coccidiostáticos y otras sustancias medicamentosas

Emulsionantes, estabilizantes, espesantes y gelificantes

Colorantes incluidos los pigmentos

Conservantes

Vitaminas, provitaminas y otras sustancias de efecto análogo químicamente bien definidas

Oligoelementos

Agentes ligantes, antiaglomerantes y coagulantes

Reguladores de la acidez

Enzimas

Microorganismos

Ligantes de radionucleidos

Los antibióticos promotores del crecimiento: situación actual y perspectivas de futuro

Los APC son unos de los aditivos más utilizados en la alimentación animal. Según un estudio de la Federación Europea para la Salud Animal, en 1999 los animales de granja de la Unión Europea consumieron 4.700 toneladas de antibióticos, cifra que representó el 35 % del total de antibióticos utilizados. De estos antibióticos, 786 toneladas (un 6 % del total) se utilizaron como aditivos promotores del crecimiento.

Sin embargo, la cantidad de APC disminuyó más de un 50 % desde 1997, año en el que se consumieron 1.600 toneladas (un 15 % del total).

Los APC provocan modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos de los animales, que se traducen en aumentos de la eficiencia de utilización de los alimentos y en mejoras significativas de la ganancia de peso. Algunos procesos metabólicos modificados por los APC son la excreción de nitrógeno, la eficiencia de las reacciones de fosforilación en las células y la síntesis proteica. Los APC también producen modificaciones en el tracto digestivo, que suelen ir acompañadas de cambios en la composición de la flora digestiva (disminución de agentes patógenos), reducciones en el ritmo de tránsito de la digesta, aumentos en la absorción de algunos nutrientes (p.e. vitaminas) y reducciones en la producción de amoníaco, aminos tóxicos y a -toxinas (Rosen, 1995).

En los animales rumiantes adultos, los APC provocan un aumento de la producción de propiónico, una disminución de la producción de metano y de ácido láctico, y una disminución de la degradación proteica y de la desaminación de los aminoácidos. Todos estos cambios producen un aumento de la eficiencia del metabolismo energético y nitrogenado en el rumen y/o en el animal. En resumen, la utilización de APC reduce la incidencia de enfermedades en el ganado, mejora la digestión y utilización de los alimentos, y reduce la cantidad de gases y excretas producidos por los animales.

Todo ello se traduce en beneficios tanto para el consumidor, a través de una reducción del precio de los productos animales, como para el medio ambiente. Sin embargo, estos efectos de los APC son menos acusados, llegando a ser incluso imperceptibles, cuando los animales que los reciben se encuentran en condiciones de higiene y manejo óptimas.

En la Directiva 70/524/CEE del Consejo de la Unión Europea y en sus posteriores modificaciones (cuyo número supera la centena en la actualidad) se recogen las disposiciones legislativas, reglamentarias y administrativas a escala comunitaria en relación con los aditivos utilizados en la alimentación animal. Esta Directiva establece que los APC no deben causar daños a los consumidores a través de alteraciones de las características de los productos animales, y no deben dejar residuos inaceptables de compuestos relacionados o de sus metabolitos en la carne, leche o huevos. A pesar de ello, no existen estudios fiables que hayan investigado la existencia de residuos de estas sustancias en los productos animales, y en la legislación europea vigente no figuran límites máximos de residuos, ni existe un período de retirada previo al sacrificio de los animales.

Las primeras autorizaciones de antibióticos como aditivos promotores del crecimiento incluyeron un total de 13 sustancias (Directiva 70/524/CEE), que continuaron aumentando hasta alcanzar la cifra máxima de 24 en diciembre de 1998. Esta lista se ha visto reducida progresivamente, ya que el Consejo de la Unión Europea ha prohibido la utilización de la mayoría de ellos, de tal forma que en la actualidad únicamente está autorizado el uso de cuatro: flavofosfolipol, monensina sódica, salinomicina sódica y avilamicina.

Esta autorización es temporal, ya que la Comisión de la Unión Europea propuso la prohibición de estos cuatro antibióticos en enero de 2006. La prohibición del uso de APC se basa, esencialmente, en la peligrosidad de estas sustancias por su capacidad para crear resistencias cruzadas con los antibióticos utilizados en medicina humana. Sin embargo, desde algunos sectores se apuntan otras razones, como son la existencia de intereses comerciales y la posibilidad de bloquear así la importación de productos animales procedentes de países en los que el uso de estas sustancias está permitido.

Por otra parte, en la opinión pública existe una tendencia generalizada al rechazo de todo lo que no sea "natural". Las últimas crisis provocadas por la aparición de la

encefalopatía espongiforme bovina en el Reino Unido, la contaminación por dioxinas en Bélgica y el escándalo asociado al uso de lodos procedentes de aguas residuales en Francia, han sensibilizado a los consumidores europeos con el mensaje de que la seguridad de los alimentos de origen animal empieza por la seguridad de los alimentos para los animales, incluidos los aditivos.

Desde un punto de vista científico, la definición de "calidad y seguridad" de un alimento de origen animal se fundamenta en el conocimiento de los procesos nutritivos e higiénico-toxicológicos en los que se basa su producción, aunque también pueden intervenir otros aspectos como son la ética y el bienestar de los animales y la protección del medio ambiente. Sin embargo, en el consumidor influye más el criterio de que el alimento sea "natural" y completamente aceptado por la opinión pública y los medios de comunicación. En este sentido, los medios de comunicación y las decisiones políticas juegan un gran papel en la aceptación que puede tener un determinado alimento (o aditivo) en el mercado.

Implicaciones de la prohibición del uso de APC

La prohibición total del uso de APC puede tener repercusiones sobre la salud de los animales y de los consumidores, así como sobre el medio ambiente. Asimismo, esta prohibición tendrá importantes implicaciones económicas. Debido a la actividad antimicrobiana de los APC, algunos investigadores han sugerido que la supresión de estas sustancias puede provocar un aumento de la incidencia de determinadas patologías en los animales (diarreas, acidosis, timpanismo, etc.). Sin embargo, otros autores sugieren que si se toman medidas para mejorar el estado higiénico-sanitario de los animales se pueden paliar estos posibles efectos negativos sobre su salud y bienestar.

Los APC tienen un efecto favorable sobre la producción de excretas y de gases, ya que reducen la producción de metano y la excreción de nitrógeno y fósforo. Se ha estimado que la supresión del su uso en la alimentación del ganado porcino, vacuno y avícola en Alemania, Francia y el Reino Unido aumentaría anualmente la emisión de nitrógeno y fósforo en 78.000 toneladas. Asimismo, también podría aumentar la producción de metano (uno de los gases responsables del efecto invernadero) de forma alarmante: se calcula que solamente en los tres países citados anteriormente aumentaría en 1.246.000 metros cúbicos cada día.

La prohibición del uso de APC tendrá importantes implicaciones económicas en el sector zootécnico, ya que conllevará un aumento de los costes de producción. En nuestro país, se ha estimado que la prohibición del uso de APC puede provocar un aumento global de los costes de producción entre el 3,5 y el 5 %, según la producción considerada.

Todos estos inconvenientes podrían paliarse si se encuentran alternativas eficaces al uso de estos antibióticos. En este sentido, la propuesta remitida por la Comisión de la Unión Europea hace hincapié en la necesidad de desarrollar alternativas válidas a los APC. Estas alternativas deben cumplir dos requisitos fundamentales: ser eficaces (ejercer un efecto positivo sobre la producción animal) y seguras (ausencia de riesgo para la salud humana, la salud animal y el medio ambiente).

Alternativas a los aditivos antibióticos promotores del crecimiento

De forma general, pueden considerarse dos alternativas al uso de APC: la implantación de nuevas estrategias de manejo y la utilización de otras sustancias que tengan efectos similares a los de los APC sobre los niveles productivos de los animales. Las estrategias de manejo deben ir encaminadas a reducir la incidencia de enfermedades en los animales, de forma que se evite tanto la disminución de los niveles productivos ocasionada por las mismas como el uso de antibióticos con fines terapéuticos.

Estas estrategias pueden agruparse en cuatro apartados (Committee on Drug Use in Food Animals, 1999):

- a) prevenir o reducir el estrés a través de estrictos controles de la higiene de los animales, de la calidad de los alimentos que reciben y de las condiciones medioambientales en las que se crían*
- b) optimizar la nutrición de los animales, de forma que se mejore su estado inmunológico y se eviten cambios bruscos en las condiciones alimenticias*
- c) erradicar en la medida de lo posible algunas enfermedades*
- d) seleccionar genéticamente animales resistentes a enfermedades.*

En cuanto a las sustancias alternativas, destacan como principales opciones los probióticos y prebióticos, los ácidos orgánicos, las enzimas y los extractos vegetales.

Probióticos y prebióticos

Bajo el término "probiótico" se incluyen una serie de cultivos vivos de una o varias especies microbianas, que cuando son administrados como aditivos a los animales provocan efectos beneficiosos en los mismos mediante modificaciones en la población microbiana de su tracto digestivo. La mayoría de las bacterias que se utilizan como probióticos en los animales de granja pertenecen a las especies *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque también se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillus oryzae*).

Numerosos estudios han señalado que los probióticos producen mejoras en el crecimiento y/o índice de conversión de cerdos y aves similares a los obtenidos con APC (Hillman, 2001). Sin embargo, la actividad de los probióticos es menos consistente que la de los APC, de tal forma que el mismo producto puede producir resultados variables, y existen muchos estudios en los que no se ha observado ningún efecto. Por otra parte, los efectos de los probióticos son mucho más acusados en las primeras semanas de vida de los animales, especialmente en el período posterior al destete en el caso de los mamíferos. En los rumiantes adultos se ha observado que el uso de probióticos (*Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae*) puede incrementar la producción de leche (entre 1 y 2 kg por animal y día) y la ganancia diaria de peso de terneros en cebo (hasta un 20 %). Sin embargo, en estos animales la actividad de los probióticos tampoco es consistente, y en muchos estudios no se ha observado efecto alguno de estos aditivos.

Si bien todavía se desconocen muchos aspectos de los mecanismos de acción de los probióticos, parece que éstos impiden a los microorganismos patógenos (p.e. *Salmonella*, *E. coli*) colonizar el tracto digestivo, o al menos reducen su concentración o su producción de toxinas. Asimismo, se han registrado aumentos de la concentración de inmunoglobulinas en el tracto digestivo de cerdos tras la administración de *Bacillus clausii*, por lo que otro efecto de los probióticos podría ser la estimulación del sistema inmunológico del animal. El resultado es que los animales que reciben probióticos presentan un mejor estado sanitario que se puede traducir en una mejora del crecimiento.

El mecanismo de acción de las levaduras en el caso de los animales rumiantes es múltiple y complejo: eliminan trazas de oxígeno que penetran en el rumen y favorecen así el crecimiento de las bacterias anaerobias estrictas; compiten con las bacterias amilolíticas productoras de lactato por la glucosa y oligosacáridos, disminuyendo la

producción de lactato; liberan al medio ruminal ácido málico que favorece el crecimiento de *Selenomonas ruminantium*, la cual es capaz de metabolizar el lactato hasta popionato; y producen nutrientes que estimulan el crecimiento de las bacterias ruminales. Como consecuencia de estas acciones, el pH ruminal se estabiliza (se impide el descenso acusado del mismo cuando se administran raciones ricas en concentrados) y aumenta la degradación de la fibra (debido a la proliferación de las bacterias celulolíticas).

Los probióticos son aditivos totalmente seguros para los animales, el consumidor y el medio ambiente, pero presentan dos inconvenientes principales: la falta de consistencia de su actividad y que su precio es entre un 20 y un 30 % superior al de los APC. Las investigaciones en este campo se centran en identificar claramente los mecanismos de acción de los probióticos para producir nuevos cultivos que presenten un mayor efecto e identificar las condiciones óptimas para su empleo.

Un punto fundamental en este aspecto es asegurarse de que los microorganismos seleccionados no presenten resistencias a antibióticos, para evitar el peligro potencial de que estas resistencias se transfieran a los microorganismos del tracto digestivo. Aunque la primera autorización de un probiótico en la Unión Europea no se produjo hasta 1994, actualmente existen más de veinte preparaciones probióticas con autorización provisional, y su número va en aumento.

El término "prebiótico" incluye a una serie de compuestos indigestibles por el animal, que mejoran su estado sanitario debido a que estimulan el crecimiento y/o la actividad de determinados microorganismos beneficiosos del tracto digestivo, y que además pueden impedir la adhesión de microorganismos patógenos.

Las sustancias más utilizadas son los oligosacáridos, que alcanzan el tracto posterior sin ser digeridos y allí son fermentados por las bacterias intestinales. Con una cuidada selección de los oligosacáridos, se puede favorecer el crecimiento de las bacterias beneficiosas.

Por ejemplo, se ha observado que los fructo-oligosacáridos favorecen el crecimiento de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* en el ciego de las aves y aumentan así su ritmo de crecimiento, pero no se ha observado este efecto en los cerdos (Hillman, 2001). En los cerdos se ha observado que la administración de manano-oligosacáridos produce mejoras

en la ganancia de peso vivo similares a las observadas con algunos APC. Los efectos de los prebióticos parecen depender del tipo de compuesto y su dosis, de la edad de los animales, de la especie animal y de las condiciones de explotación (Piva and Rossi, 1999).

Debido a que estos compuestos son sustancias totalmente seguras para el animal y el consumidor, es de esperar que su utilización se incremente en el futuro, y que continúen las investigaciones para identificar las condiciones óptimas para su uso. Por otra parte, ya que los modos de acción de los probióticos y los prebióticos no son excluyentes, ambos pueden utilizarse simultáneamente (constituyen así los denominados "simbióticos") para obtener un efecto sinérgico.

Ácidos orgánicos

La utilización de acidificantes (ácidos orgánicos e inorgánicos) en la alimentación de lechones, aves y conejos permite obtener aumentos de su ritmo de crecimiento. En los últimos años se ha impuesto el uso de ácidos orgánicos (fórmico, láctico, acético, propiónico, cítrico, málico y fumárico) y de sus sales frente a los ácidos inorgánicos, debido a su mayor poder acidificante. Los efectos de los ácidos orgánicos son más acusados en las primeras semanas de vida de los animales, cuando aún no han desarrollado totalmente su capacidad digestiva.

En los lechones, la secreción ácida del estómago no alcanza niveles apreciables hasta 3 o 4 semanas tras el destete. Durante este tiempo, una gran cantidad de material no digerido alcanza el colon y favorece la proliferación de microorganismos patógenos que producen colitis y diarreas. Los ácidos orgánicos mejoran el proceso digestivo en el estómago, de tal forma que disminuye el tiempo de retención del alimento y aumenta la ingestión, a la vez que se previenen los procesos diarreicos.

Por otra parte, los ácidos orgánicos pueden ser absorbidos por el animal, representando así una fuente adicional de nutrientes. Los ácidos orgánicos pueden también inhibir el crecimiento de determinados microorganismos digestivos patógenos, ya que reducen el pH del tracto digestivo y además tienen actividad bactericida y bacteriostática.

En los animales rumiantes la utilización de ácidos orgánicos está mucho menos extendida, y las experiencias realizadas hasta el momento se reducen a los ácidos málicos y fumárico.

Estos ácidos ejercen su acción a nivel del rumen, donde estimulan el crecimiento de *Selenomonas ruminantium*. Esta bacteria puede metabolizar el ácido láctico para producir acético y propiónico, de tal forma que se previene el acusado descenso del pH ruminal producido cuando los animales reciben grandes dosis de concentrados. Por otra parte, esta bacteria también metaboliza los ácidos málico y fumárico hasta propiónico, por lo que aumenta la producción de este último. Los efectos de los ácidos orgánicos sobre la fermentación ruminal (aumento de la producción de propiónico, disminución de la concentración de ácido láctico, estabilización del pH ruminal, disminución de la producción de metano) son similares a los obtenidos con los antibióticos ionóforos. Sin embargo, las respuestas productivas de los animales obtenidas en los escasos experimentos realizados con terneros en cebo o vacas lecheras no son consistentes.

En este sentido, todavía deben definirse las condiciones de alimentación en las que estos ácidos resultan más eficaces, así como las dosis óptimas en cada caso.

Los ácidos orgánicos aparecen en la lista de aditivos autorizados por la Unión Europea, dentro del grupo de los "conservantes", y se permite su uso en todas las especies animales. Estos ácidos pueden considerarse sustancias seguras, ya que no abandonan el tracto digestivo y por ello no pueden dejar residuos en los productos animales. El principal inconveniente que plantea su uso, sobre todo en el caso de los animales rumiantes (en los que la dosis debe ser mayor), es su elevado coste. Por otra parte, estos ácidos también presentan dificultades de manejo debido a que son sustancias corrosivas. Además, cuando se utilizan en dosis elevadas pueden afectar negativamente a la palatabilidad de los alimentos y disminuir su ingestión. La alternativa actual es combinar dosis bajas de estos productos con otros aditivos (probióticos, aceites esenciales, etc.) que presenten acciones similares en el tracto digestivo de los animales.

Enzimas

Las enzimas son proteínas que catalizan diferentes reacciones bioquímicas. Los preparados enzimáticos utilizados como aditivos en la alimentación animal actúan a nivel del sistema digestivo, ejerciendo diferentes acciones como son eliminar factores

antinutritivos de los alimentos, aumentar la digestibilidad de determinados nutrientes, complementar la actividad de las enzimas endógenas de los animales y reducir la excreción de ciertos compuestos (p.e., fósforo y nitrógeno).

Los preparados enzimáticos son eficaces si se utilizan en las condiciones idóneas. Un punto fundamental es la especificidad de cada enzima por un sustrato determinado. Por ello, las preparaciones enzimáticas debe estar perfectamente caracterizadas y ser utilizadas únicamente sobre aquellas raciones que contengan los sustratos adecuados. Otro punto fundamental es que las enzimas son proteínas termolábiles, hecho que debe ser tenido en cuenta a la hora de elaborar los preparados enzimáticos y de aplicarlos a las raciones.

Las principales enzimas utilizadas en la alimentación de los animales monogástricos son: β -glucanasa, xilanasas, α -amilasa, α -galactosidasa, fitasa, celulasas y proteasas. Los preparados enzimáticos resultan especialmente eficaces en el caso de las aves, en las que se han descrito mejoras de su crecimiento (entre un 2 y 6 % en broilers alimentados con granos de cereales) y del índice de conversión (entre un 2 y 4 %). En el caso del ganado porcino también se han descrito mejoras similares en la ganancia diaria de peso, si bien en todos los casos la magnitud de la respuesta depende del tipo de preparado enzimático y de los componentes de la ración que reciben los animales.

En cuanto a los animales rumiantes, la utilización de enzimas en su alimentación no está muy extendida. En estos animales pueden resultar muy útiles las enzimas fibrolíticas (celulasas, xilanasas, etc.) en aquellas ocasiones en las que las prácticas de alimentación provocan un ambiente ruminal desfavorable para la degradación de la fibra (p.e. raciones con un elevado porcentaje de concentrados que producen un acusado descenso del pH ruminal).

También serían útiles los preparados enzimáticos que permitieran eliminar las barreras que impiden el acceso de las enzimas microbianas a algunos alimentos, como serían proteasas que rompieran la matriz proteica que rodea a los gránulos de almidón del maíz, o cutinasas y estearasas que rompieran los enlaces que establecen la lignina y la cutina con las hemicelulosas de la pared celular de los forrajes.

Los preparados enzimáticos deben ser diseñados para superar los factores que limitan la digestión de cada tipo de alimento en cada especie animal, y en la práctica se deben

combinar de forma correcta enzima y sustrato. Las perspectivas de futuro pasan por desarrollar combinaciones de enzimas adecuadas a los nuevos ingredientes que se van incorporando a las raciones en las distintas etapas de producción, así como en fabricar enzimas más estables y más baratas.

El gran desarrollo que pueden llegar a presentar estos aditivos se refleja en el hecho de que desde 1998, año en el que se aprobó por primera vez el uso de un preparado enzimático, se ha autorizado el uso de más de cincuenta preparaciones enzimáticas en la Unión Europea, aunque sólo una de ellas posee una autorización permanente.

Por otra parte, estos compuestos deberían ser bien aceptados por el consumidor, ya que no se absorben y no pueden dejar residuos en los productos animales. Sin embargo, muchas de las enzimas son producidas por microorganismos que han sido modificados genéticamente para aumentar su capacidad de producción enzimática. A pesar de que todos estos microorganismos han sufrido un proceso de evaluación de su seguridad de acuerdo con la normativa europea, su utilización puede causar reticencias en algunos consumidores.

Extractos vegetales

La utilización de plantas y de hierbas medicinales, o de alguno de sus componentes, se plantea actualmente como una de las alternativas más naturales a los APC. Algunas plantas (anís, tomillo, apio, pimiento, etc.) contienen aceites esenciales que les confieren propiedades aromáticas. Tal y como se ha observado en diferentes experimentos, la utilización de estos aceites puede producir aumentos de la ganancia diaria de peso similares a los registrados con APC en cerdos y pollos (Piva and Rossi, 1999). Otras plantas, como los cítricos (naranja, pomelo, mandarina, etc.) contienen bioflavonoides que también pueden producir efectos positivos sobre los rendimientos productivos de los animales.

Los mecanismos de acción de estas sustancias, y de otras extraídas de diferentes plantas, no se conocen totalmente, y varían según la sustancia de que se trate, pero algunos de los mecanismos propuestos son: disminuyen la oxidación de los aminoácidos, ejercen una acción antimicrobiana sobre algunos microorganismos intestinales y favorecen la absorción intestinal, estimulan la secreción de enzimas digestivos, aumentan la palatabilidad de los alimentos y estimulan su ingestión, y mejoran el estado

inmunológico del animal. En el caso de los animales rumiantes se han realizado menos experiencias, pero existen ya productos comerciales a base de extractos de *Yucca shidigera*.

La utilización de estos extractos (ricos en saponinas) provoca en el rumen un descenso de las bacterias Gram+ y de los protozoos, lo que se traduce en una reducción de los niveles de amoníaco en el rumen, aumenta la producción de ácidos grasos volátiles y puede incluso incrementar la síntesis microbiana. En los animales no rumiantes estos extractos han demostrado también su actividad, ejerciendo su efecto antiprotozoario y mejorando el estado inmunológico de los animales.

Los extractos de plantas forman parte de lo que se denomina "zona gris" en los aditivos, un grupo de sustancias "toleradas" pero no admitidos como aditivos de manera estrictamente legal. Los extractos vegetales entrarían dentro del grupo de aditivos clasificado como "sustancias aromáticas y saborizantes", en el que se incluyen "todos los productos naturales y los productos sintéticos correspondientes", y que pueden utilizarse en todas las especies animales, sin restricción alguna en su edad o en la dosis de producto. Dada que estos productos son muy bien aceptados por el consumidor, son una de las alternativas a los APC con más futuro, y la búsqueda de nuevas sustancias representa una importante área de investigación en el campo de los aditivos alimentarios.

Sin embargo, también presentan algunos inconvenientes, ya que la obtención de extractos vegetales es en muchos casos complicada y costosa, las dosis efectivas de los mismos pueden ser elevadas, y en muchos casos se trata de compuestos volátiles. Además, es necesario conocer la procedencia de estos productos para que su utilización sea realmente segura, lo que actualmente no resulta fácil.

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de algunas posibles alternativas a los antibióticos promotores del crecimiento (APC)

Aditivo	Ventajas +	Inconvenientes -
<i>Probióticos</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Inocuos para el animal y el consumidor - Buena aceptación por el consumidor (siempre que no sean microorganismos modificados genéticamente) 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado coste - Eficacia variable - Menor eficacia que los APC - Posible transferencia de resistencias a antibióticos
<i>Prebióticos</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Inocuos para el animal y el consumidor - Muy buena aceptación por el consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> - Resultados variables en las distintas especies - Menor eficacia que los APC
<i>Ácidos orgánicos y sus sales</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Inocuos para el animal y el consumidor - Buena aceptación por el consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> - Resultados variables en los animales rumiantes - Difícil manejo de los ácidos - Pueden afectar negativamente a la ingestión - Elevado coste - Menor eficacia que los APC
<i>Enzimas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Inocuos para el animal y el consumidor - Buena aceptación por el consumidor (posibles reticencias si proceden de microorganismos modificados genéticamente) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sólo son efectivas con el sustrato adecuado - Menor eficacia que los APC - Elevado coste
<i>Extractos vegetales</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Inocuos para el animal y el consumidor - Muy buena aceptación por el consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> - Procesos de obtención caros y/o complicados - Difícil control de su procedencia - Pueden requerir altas dosis para ser efectivos - Mecanismos de acción poco conocidos

Conclusiones

Si bien en el momento actual existe una amplia gama de productos que pueden ser usados como sustitutivos de los APC, ninguno de ellos supone una alternativa totalmente satisfactoria. En general, estos productos son más caros y su eficacia es más variable, dependiendo de las condiciones de explotación de los animales, si bien son mejor aceptados por el consumidor. En cualquier caso, el uso de estas alternativas a los APC deberá acompañarse, sin ninguna duda, de cambios en el manejo, la alimentación, la sanidad, e incluso la genética, de los animales, ya que ninguna de estas alternativas

presenta el potente efecto profiláctico de los antibióticos. Las industrias del sector agroalimentario tienen ante sí el reto de buscar nuevos productos en los próximos años, productos que ofrezcan las garantías higiénico-sanitarias adecuadas y demuestren su eficacia para mejorar los índices de conversión de los animales. En este sentido, la Comisión de la Unión Europea anunció su intención de simplificar el proceso de registro y autorización de nuevos aditivos. Este hecho puede ayudar a las empresas en el desarrollo de nuevos productos, ya que el procedimiento actual es complicado y de larga duración.

Bibliografía

Committee on Drug Use in Food Animals . Panel on Animal Health, Food Safety, and Public Health. 1999. The Use of Drugs in Food Animals: Benefits and Risks. National Research Council (ed.). National Academy Press, Washington, USA.

Hillman K. 2001. Bacteriological aspects of the use of antibiotics and their alternatives in the feed of non-ruminant animals. In: Recent Advances in Animal Nutrition 2001. P.C.

Garnsworthy and J. Wiseman (ed.). pp. 107-134. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2000. Aditivos en la Alimentación Animal (Compendio reglamentario). MAPA, Madrid, España.

Piva G. and Rossi F. 1999. Future prospects for the non-therapeutic use of antibiotics. In: Recent Progress in Animal Production Science. 1. Proceedings of the A.S.P.A. XII Congress. G. Piva, G. Bertoni, F. Masoero, P. Bani and L. Calamari (ed.). pp. 279-317. Piacenza, Italy.

Rosen G.D. 1995. Antibacterials in poultry and pig nutrition. In: Biotechnology in Animal Feeds and Animal Nutrition. J. Wallace and A. Chesson (ed.). pp. 143-172. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Germany.