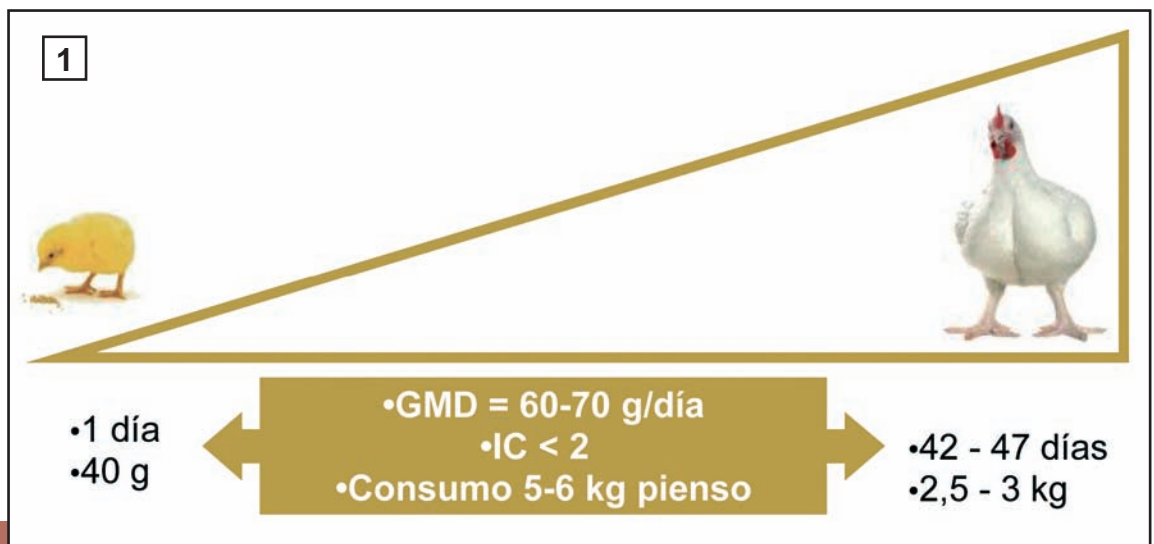


## Alternativas a los antibióticos en el pollo de engorde

La cría de aves para producción de carne es, en la actualidad, una de las ganaderías más importantes de nuestro país. Así, en el año 2005 la Producción Final de carne de ave representó el 10,8% de la Producción Final Ganadera y el 3,7% de la Producción Final Agraria. Con respecto al año 1999, la Producción Final de carne de ave ha experimentado un aumento del 38,3%. Además, España se encuentra entre los primeros productores europeos de carne de ave, aunque el balance comercial es habitualmente importador. La producción de carne de ave ha crecido de manera continuada durante las últimas décadas, proliferando explotaciones avícolas con distintas orientaciones y especializaciones dentro del sector. En cualquier caso, predomina por su volumen de producción la cría de pollo de engorde de alta selección genética, también conocido como “pollo para carne” o “broiler”.

**Pablo Catalá Gregori** • Unidad Docente de Nutrición Animal, Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. Campus de Espinardo.

Datos productivos básicos de la producción del broiler



En la actualidad se emplea la palabra “broiler” para designar a un ave joven, macho o hembra, procedente de un cruce genéticamente seleccionado para alcanzar una alta velocidad de crecimiento y un buen rendimiento de la canal

### Singularidades del sector avícola de carne en España

Aunque inicialmente el término de “broiler” se aplicó a aquellos animales comercialmente destinados a asadero (“to broil” en inglés significa “asar”), en la actualidad se emplea la palabra “broiler” para designar, independientemente de su destino comercial, a un ave joven, macho o hembra, procedente de un cruce genéticamente seleccionado para alcanzar una alta velocidad de crecimiento y un buen rendimiento de la canal, con la formación de notables masas musculares. El factor fundamental que ha contribuido a convertir al broiler en la base principal de la producción masiva de carne de ave, representando así el principal exponente

de esta producción, es el rápido ciclo de producción (6-7 semanas).

Los principales aspectos que caracterizan al sector de la avicultura de carne en España son los siguientes:

#### Características estructurales

- El 98% de la producción está integrada, es decir, todos los niveles de producción están enlazados.
- En las últimas dos décadas se ha producido un importantísimo desarrollo del sector avícola caracterizado por un importante aumento del censo de los animales y un aumento muy notable de la productividad.
- Es un sector altamente profesionalizado, tecnificado e intensificado. (Figura 1).

### Características de la producción

- El producto final más común es un pollo entero de aproximadamente 1,8 - 2 kg.
- Son animales híbridos, hijos de padres de la línea Cornish y madres de la línea White Rock.
- Gran velocidad de crecimiento, de 1 a 42 días pueden alcanzar una media de 70 g diarios.
- Excelente Índice de Conversión, en torno a 1,8 kg de pienso para producir 1 kg de carne.
- Rápido ciclo de producción que permite hacer unos 5,5 lotes por año.
- Genética en constante evolución (mayor velocidad de crecimiento, menor Índice de Conversión, mayor rendimiento de la canal).

do durante los últimos años una disminución de las explotaciones con un aumento del tamaño de las mismas, el cual ha llevado a un necesario aumento de la tecnificación de las explotaciones, y al surgimiento de un conjunto de patologías ligadas a tales censos y densidades, y cuyo control hasta la prohibición de los antibióticos promotores del crecimiento ha estado basado en el uso, y en ocasiones abuso de dichas sustancias, con el consiguiente perjuicio para la sanidad animal, el medio ambiente y la salud pública.

- La cría de aves para carne supone el 3,7% de la producción final agraria.
- La importancia de este subsector es notable para el desarrollo de las zonas rurales (constituye un importante "motor de desarrollo rural"), generando puestos de trabajo en zonas rurales y por tanto fijando población en el mundo rural, asegurando unas rentas y condiciones de trabajo dignas. La presión del sector servicios y el desa-

### Alimentación

- Los cereales y la soja son la base de la alimentación.
- Piensos y agua de calidad se ofrecen *ad libitum*, en migaja/gránulo (adaptado físicamente y químicamente a las necesidades).
- Hasta su prohibición en la Unión Europea a partir del 1 de enero de 2006, los antibióticos promotores del crecimiento estaban presentes en prácticamente el 100% de los piensos para broilers que no fueran de retirada, debido a las sólidas mejoras en los parámetros productivos de los animales que generaban. Surge pues la necesidad de encontrar alternativas que permitan obtener unos niveles de producción similares a los obtenidos con los antibióticos promotores del crecimiento.

### Factores económicos

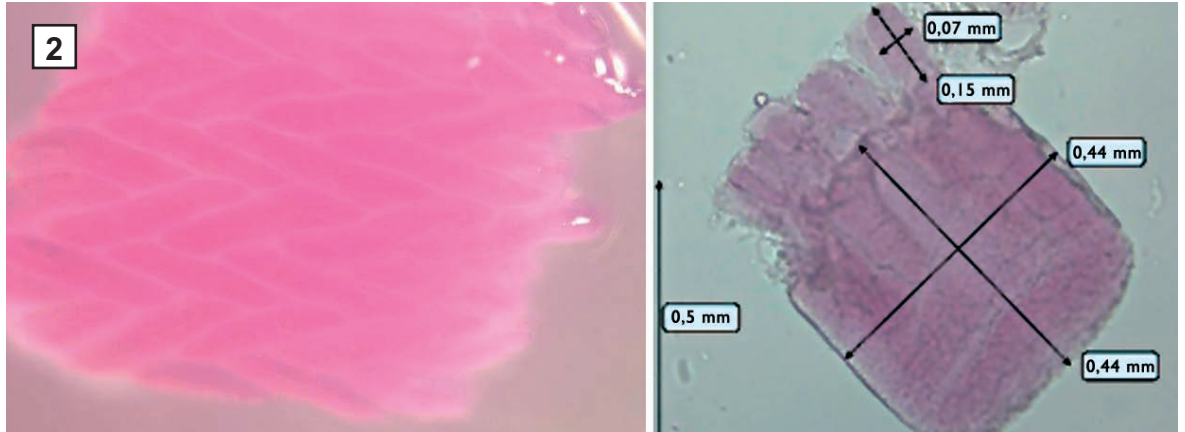
- El sector de la avicultura de carne es la base de una importante industria agroalimentaria en España. Es una de las producciones ganaderas que cuenta con una Organización Común de Mercado muy liberal y que asigna una gran responsabilidad a los productores, que deciden por sí mismos el volumen de la producción y por tanto el equilibrio del mercado. De esta manera, en un contexto sin ayudas ni subvenciones, la ganadería avícola de carne ha basado su rentabilidad económica en el correcto dimensionado de las explotaciones, mediante la aplicación de la economía de escala; consecuencia de este factor han sido las actuales explotaciones con censos por encima de los 20.000 broilers, lo que permite que el coste de los insumos por ave se disminuya mediante el aumento del censo hasta conseguir situar la producción en niveles rentables. En este escenario se ha ido produciendo

**Tabla I**

Posibles mecanismos de acción de los antibióticos promotores del crecimiento y de sus alternativas actuales (Adaptado de Dibner y Richards, 2005; Santomá y col., 2006)

Aditivo	Posible mecanismo de acción
Antibióticos Promotores del Crecimiento (APC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Control de la microbiota entérica: menor competencia por los nutrientes y reducción de los metabolitos microbianos que perjudican el crecimiento.</li> <li>•Reducción del tamaño del intestino: una menor producción de ácidos grasos de cadena corta derivados de las fermentaciones microbianas reduce la proliferación celular en la mucosa e induce una lamina propia y una pared entérica más delgadas, hecho que se ha asociado a un mayor aprovechamiento de los nutrientes.</li> <li>•Reducción de los patógenos oportunistas y de las infecciones subclínicas.</li> </ul>
Extractos de plantas y aceites esenciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Bactericidas, bacteriostáticos, coccidiostáticos, estimulación de la actividad enzimática pancreática e intestinal, estimulación de la actividad enzimática antioxidante (superóxido dismutasa y catalasa), estimulación de la ingestión, mejora de la salud de las vellosidades intestinales, potenciación del sistema inmune (mejora eficacia granulocitos, macrófagos y células NK o células asesinas naturales), anti-inflamatorios, antioxidantes, diuréticos, etc.</li> </ul>
Prebióticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Estimulación selectiva del crecimiento o actividad de bacterias comensales beneficiosas, exclusión competitiva indirecta.</li> </ul>
Probióticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Exclusión competitiva directa, aumento de la resistencia a la colonización por patógenos invasores:               <ul style="list-style-type: none"> <li>-ocupación de lugares de anclaje en la superficie de la mucosa intestinal</li> <li>-competencia por nutrientes</li> <li>-liberación de bacteriocinas</li> </ul> </li> <li>•Aumento de integridad intestinal, aumento de la actividad enzimática, disminución de la producción de amoníaco al reducir la actividad ureasa, neutralización de enterotoxinas, inmunomodulación, disminución del pH, aumento de la producción de mucina, adsorción de patógenos gram negativos.</li> </ul>
Ácidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhibición del crecimiento microbiano por disminución del pH (acidificación).</li> <li>• Antimicrobiano por disociación del ácido en el interior de la bacteria:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- la reducción del pH intracelular induce la acumulación de aniones que provoca el agotamiento de la célula para restablecer el equilibrio iónico.</li> <li>- el anión resultante del ácido disociado disminuye la síntesis de ARN, ADN, proteína y pared celular.</li> </ul> </li> <li>• Elevada digestibilidad y aporte de energía.</li> </ul>
Otros: Manano-oligosacáridos Enzimas: carbohidrasas Inmunoestimulantes: β-D-glucanos Taninos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posesión de receptores de anclaje de bacterias patógenas.</li> <li>• Reducción de los efectos antinutricionales de los polisacáridos no amiláceos.</li> <li>• Estimulación inespecífica del sistema inmune (macrófagos, neutrófilos, células NK).</li> <li>• Actividad antibacteriana y antioxidante.</li> </ul>

Aspecto de las vellosidades ileales de broiler. A la izquierda, patrón característico en zig-zag; a la derecha, medidas morfométricas de las vellosidades



rollo urbanístico en la franja costera del levante español, ha provocado un flujo de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas hacia el interior. Así, hemos venido asistiendo durante los últimos años a una consolidación y aumento del sector avícola de carne en las comarcas del interior, con el consiguiente flujo de capital, mano de obra y población hacia zonas deprimidas y desfavorecidas, contribuyendo a la mejora de las economías locales de estas zonas y por ello al desarrollo rural de las mismas. Muestra de ello es que, desde el año pasado, la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Comunidad Valenciana ha contribuido con una línea específica de ayudas destinada a financiar el traslado de granjas, al desplazamiento de la crianza del pollo de carne desde zonas estratégicas (por su proximidad a los núcleos de consumo, y por ello con menores costes de comercialización), a comarcas del interior. Esta migración de las actividades ganaderas supone un aumento de costes de comercialización y de ahí la importancia de estudiar todos los factores de mejora de los niveles de rentabilidad, como es el presente estudio que abordaría tal extremo desde el punto de vista nutricional.

## La producción del broiler sin antibióticos promotores del crecimiento

En la alimentación avícola, el efecto promotor de crecimiento de los antibióticos fue detectado en los años 50 (Joerger, 2003). Aunque sigue sin estar clara la relación entre la existencia de microorganismos resistentes seleccionados durante el uso de los APC (Antibióticos Promotores del Crecimiento) en la industria avícola y las infecciones resistentes a terapias antibióticas en humanos (Dibner y Richards, 2005), la Unión Europea tomó la decisión de prohibir de forma preventiva el uso de los APC en alimentación de las aves a partir del 1 de enero de 2006. En este sentido, surgió la necesidad de proponer a los productores de broiler alternativas (Tabla 1) que les permitieran producir animales sanos, mantener los rendimientos productivos y obtener productos microbiológicamente seguros.

Los extractos de plantas y los prebióticos que han mostrado cierta capacidad de modificar la microbiota intestinal podrían ser considerados como potenciales alternativas a

los APC. La actividad antimicrobiana de los primeros ha sido constatada (Hernández y col., 2004). Los segundos, los fructo-oligosacáridos (FOS), son oligosacáridos indigestibles y no absorbibles cuyos enlaces  $\beta$  entre los monómeros de fructosa no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas endógenas de las aves. Los FOS están disponibles como sustrato para las bacterias benefi-



Arriba, Broilers de 36 días de vida (2.150 g aprox.). Abajo, identificación individual de los 3.780 animales en la membrana del ala

cias intestinales (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus*) y al mismo tiempo controlan las poblaciones de patógenos potenciales (*Escherichia coli*, *Salmonella*) mediante la exclusión competitiva (Xu y col., 2003). Sin embargo, no existen estudios que hayan evaluado la combinación de prebióticos y extractos de plantas en la alimentación del broiler, siendo esta combinación muy prometedora, ya que ambas sustancias podrían complementar sus efectos sobre la microbiota entérica.

El objetivo de este trabajo fue por lo tanto evaluar, como potenciales alternativas a los APC, el efecto de un prebiótico (PROFEED®) y un extracto de plantas (XTRACT™), solos o en combinación, sobre los parámetros productivos y sobre una serie de parámetros relacionados con el funcionamiento del tubo digestivo en broilers macho (la morfometría intestinal (Figura 2), el recuento de bacterias anaerobias sulfito reductoras, los pH intestinal y cecal, la producción de ácidos grasos volátiles cecales y el estado de la yacija).

El experimento se llevó a cabo con 3.780 boilers Ross PM3 macho desde 1 hasta los 36d de vida (Figura 3) en colaboración con varios científicos del INRA francés (S. Mallet, A. Travel y M. Lessire). Todos los broilers fueron identificados individualmente (Figura 3) en el ala a los 7-8 días de vida.

Se empleó un programa alimentario en tres fases: iniciación (de 1 a 10 días), crecimiento (de 11 a 21 días) y finalización (de 22 a 36 días). Se compararon siete tratamientos: control negativo (C); control positivo 10 ppm de avilamicina (AV); 600 ppm PROFEED® (P); 100 ppm XTRACT™ (X); combinación de alta dosis PROFEED®/XTRACT™ 600/100 ppm (XPH); de dosis media PROFEED®/XTRACT™ 450/75 ppm (XPM) y de baja dosis PROFEED®/XTRACT™ 300/50 ppm (XPL). Fueron asignados 540 broilers a cada tratamiento, por lo tanto se testaron 12 réplicas por tratamiento en un diseño aleatorio. XTRACT™<sup>1</sup> fue una mezcla de extractos de plantas que contenía 5,44% de carvacrol, 3,25% de cinamaldehído y 1,93% de oleoresina de *Capsicum* estandarizada. PROFEED®<sup>2</sup> fue un fructo-oligosacárido de cadena corta (scFOS) derivado de la remolacha y obtenido mediante síntesis enzimática. El pienso y el agua fueron ofrecidos *ad libitum*.

La mortalidad no fue diferente entre los grupos y estuvo dentro de la normalidad para este tipo de animales (4,44%). Como era esperado, el peso vivo de los broilers de un día de vida no fue diferente entre tratamientos. AV mejoró aproximadamente en un 2% los parámetros productivos a lo largo del experimento en comparación con C. Los efectos de los aditivos ensayados difirieron según la edad de los animales (Gráficos 1, 2 y 3).

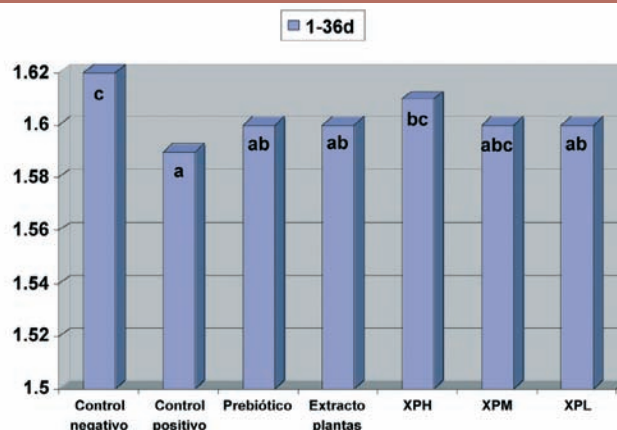
Durante el periodo de finalización (22-36 días de vida), AV, X, P, XPM y XPL ganaron más peso que C. Si consideramos el periodo global de experimentación (1-36 días de vida), el índice de conversión de los grupos AV, X, P y XPL fue mejorado en comparación al grupo C.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el resto de parámetros evaluados.

Cabe destacar la magnitud de la prueba realizada, ya que se efectuó el estudio sobre 3.780 pollos estirpe Ross

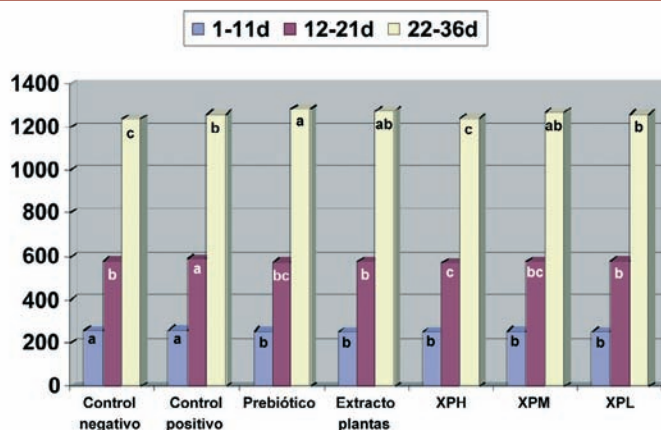
**Gráfico 1**

Índice de Conversión de 1 a 36 días de vida (kg pienso/kg peso vivo;  $0,05 < p < 0,10$ ).



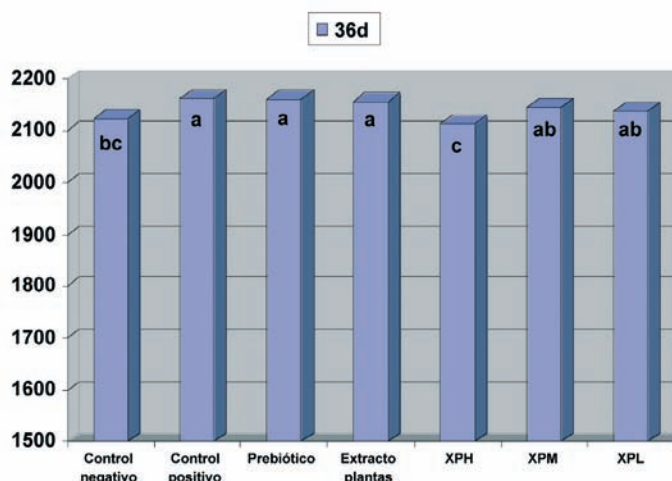
**Gráfico 2**

Ganancia de peso a lo largo del experimento (g/periodo;  $p < 0,001$ ).



**Gráfico 3**

Peso vivo a los 36 días de vida (g;  $p < 0,001$ ).



<sup>1</sup> Pancosma (01200 Bellegarde-sur-Valserine - France)

<sup>2</sup> Beghin-Meiji (67390 Marckolsheim - France)

PM3 de un día de vida, identificados individualmente. El volumen de medios empleados y de personal cualificado implicado hace que este estudio sea único en su campo y aporte información inaudita hasta la fecha. Este gran tamaño de muestra (540 broilers identificados individualmente por tratamiento) nos permitió detectar de forma significativa diferencias pequeñas (pero muy importantes a nivel de campo) entre tratamientos, como por ejemplo una diferencia de 32 g en el peso vivo a los 36 días de vida.

Aparte del gran tamaño muestral, la originalidad de este trabajo se basa en la combinación de prebióticos y extractos de plantas como posibles alternativas a los antibióticos promotores del crecimiento en broilers, ya que hasta la fecha no nos consta que se haya publicado ningún estudio al respecto, y sin embargo el potencial sinérgico de ambos es esperable, ya que ambos tienen la capacidad de modificar la microbiota intestinal. Además, es

el primer estudio en broilers que muestra un efecto significativo de una dosis tan baja de prebiótico (600 ppm) sobre los parámetros productivos, quizá debido al gran tamaño muestral.

Así, el tratamiento con extracto de plantas mejoró el peso vivo y la ganancia de peso de la misma forma que lo hizo el control positivo al final de la prueba, cuando los animales estuvieron expuestos a peores condiciones de crianza, confirmando así que estos aditivos alimentarios son más efectivos bajo pobres condiciones higiénicas de crianza.

En segundo lugar, se presentó un efecto significativo sobre los parámetros productivos con una dosis muy baja de FOS (0,06%), en comparación con otros estudios (Tianxing y col. (1999): de 0,25 a 0,50% de FOS; y Xu y col. (2003): con 0,4%). Como para los extractos de plantas, los FOS fueron más eficientes al final del experimento, cuando la humedad de la yacija, originada por un mayor hacinamiento, indujo unas pobres condiciones higiénicas.

Al final del experimento, los parámetros productivos de las aves alimentadas con la mezcla de mayor proporción de extractos y prebióticos (100 y 600 ppm, respectivamente) no fueron diferentes del control negativo. Parece que 600 ppm del prebiótico más 100 ppm del extracto de plantas ejercieron un efecto antagonista que inhibió mutuamente sus efectos beneficiosos sobre los parámetros productivos. Como el efecto de estos compuestos está relacionado con el control de la microbiota intestinal, se hacen necesarias otras investigaciones para dilucidar los microorganismos implicados con el objetivo de entender este efecto antagonista.

Sin embargo, con las mezclas a menor dosis de extractos y prebióticos (75-50 y 450-300 ppm, respectivamente), un efecto positivo fue mostrado, siendo los resultados

de los parámetros productivos similares a los presentados por los animales alimentados con los aditivos experimentales solos.

Como conclusión, 100 ppm del extracto de plantas en base a carvacrol (5,44%), cinamaldehído (3,25%) y guindilla (1,93% de oleoresina de *Capsicum*) (XTRACT™) ó 600 ppm del scFOS (PROFEED®) de la remolacha mejoraron los parámetros productivos de los broilers del mismo modo que la avilamicina. Cuando se mezclaron ambos productos, se mostró un efecto aditivo para las mezclas a menor dosis (XPM y XPL) y un efecto antagonista para la dosis más alta (XPH).

En base a estos resultados, XTRACT™ y PROFEED® podrían ser considerados como potenciales alternativas a los APC en broilers hasta los 36 días de vida, aunque se hacen necesarias más investigaciones en este campo para dilucidar, por una parte, la base de este efecto promotor de crecimiento (ej. evaluación de la digestibilidad de los nutrientes y la modificación de la microbiota entérica) y por otra, el posible efecto sinérgico entre ambos productos a bajas dosis.

Estos resultados son de suma importancia, ya que ponen de manifiesto la existencia de productos alternativos a los APC que se muestran realmente efectivos en la crianza del broiler.

Además, estos hallazgos suponen un avance en los conocimientos actuales sobre la cría de estos animales, sobre todo en lo que respecta a los aspectos productivos, nutricionales y de seguridad alimentaria relacionados. Por lo tanto, estas estrategias nutricionales deberán ser tenidas en cuenta para ayudar a producir unos animales sanos y rentables en el contexto actual de producción de broilers en nuestro país.

## Bibliografía

- Dibner, J.J., Richards, J.D., 2005. Antibiotic Growth Promoters in Agriculture: History and Mode of Action. *Poult. Sci.* 84, 634-643.
- Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orengo, J., Megías, M.D., 2004. Influence of Two Plant Extracts on Broilers Performance, Digestibility, and Digestive Organ Size. *Poult. Sci.* 83, 169-174.
- Huyghebaert, G., 2005. Alternatives for antibiotics in poultry. *Proceedings of the 3th Mid-Atlantic Nutrition Conference*, Maryland, USA. Págs 38-57.
- Joerger, R.D., 2003. Alternatives to Antibiotics: Bacteriocins, Antimicrobial Peptides and Bacteriophages. *Poult. Sci.* 82, 640-647.
- Santomá, G., Pérez de Ayala, P., y A. Gutiérrez del Alamo, 2006. Producción de broilers sin antibióticos promotores del crecimiento. *Conocimientos actuales*. Documento sección española WPSA. <http://www.wpsa-aeca.com>
- Tianxing, W., Xianjun, D., Linyou, W., 1999. Effects of fructooligosaccharide on the broiler production. *Acta Agricult. Zhejianensis.* 11, 85-87.
- Xu, Z.R., Hu, C.H., Xia, M.S., Zhan, X.A., Wang, M.Q., 2003. Effects of Dietary Fructooligosaccharide on Digestive Enzyme Activities, Intestinal Microflora and Morphology of Male Broilers. *Poult. Sci.* 82, 1030-1036.

**Este trabajo se basa en la combinación de prebióticos y extractos de plantas como posibles alternativas a los antibióticos promotores del crecimiento en broilers**