

PRODUCCIÓN ANIMAL

Rendimiento de la canal y morfometría del tracto gastrointestinal de broilers suplementados con pared celular de levadura

Carcass performances and morphometric of gastrointestinal tract of broiler supplemented with different levels of yeast cell wall

Nadir Reyes-Sánchez¹, Raúl Piad-Barreras², Hermes Dossnay González-Núñez³, Miguel Ríos⁴

¹ PhD en Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria, nadir.reyes@ci.una.edu.ni / ² PhD en Veterinaria, Cebiot-Universidad Politécnica de Nicaragua / ³ Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria / ⁴ Director de producción, Universidad Nacional Agraria



RESUMEN

Se realizó un experimento para evaluar el efecto de la suplementación de pollos de engorde con un derivado de paredes celulares de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (PCL-glucano) de producción nacional sobre el rendimiento de la canal y la morfometría del tracto gastrointestinal. Se utilizaron 210 pollitos mixtos Cobb 500 de un día de edad, que fueron distribuidos en un diseño completamente al azar en tres tratamientos, con siete repeticiones y 10 aves por repetición. Los tratamientos evaluados fueron: T1: concentrado comercial (CC), T2: CC + 0.05% PCL-Glucano y T3: CC + 0.10% PCL-Glucano. A los 42 días de edad, los animales se pesaron y sacrificaron por dislocación de la articulación cráneo-cervical y se procedió a la extracción completa y cuidadosa del tracto gastrointestinal y la medición del peso absoluto y relativo de los órganos con respecto al peso corporal (expresados como % del peso vivo). Los resultados muestran que los mayores ($p < 0.05$) pesos absolutos y relativos de la molleja (67.9 g y 3.4%), hígado (76.9 g y 3.8%) e intestino delgado (88.4 g y 4.4%), a los 42 días de edad, se obtienen en los pollos alimentados con la dieta CC + 0.10% PCL-Glucano, lo que puede propiciar un mayor aprovechamiento de los nutrientes presentes en el alimento, contribuyendo al mejoramiento en los indicadores productivos de las aves (peso vivo, peso de la canal y rendimiento de la canal)

Palabras clave: pared celular, *Saccharomyces cerevisiae*, pollos, tracto gastrointestinal.

ABSTRACT

A research study was conducted to evaluate the effect of yeast *Saccharomyces cerevisiae* cell wall (YCW-Glucan) as prebiotic on body weight, carcass weight, carcass performance and morphometry of the gastrointestinal tract of broilers chicken (Cobb 500). A total of 210 one day old broilers chicken were used in a Completely Randomized Design and with three treatments T1: concentrate (C), T2: C + 0.05% YCW-Glucan y T3: C + 0.10% YCW-Glucan with seven repetitions of 10 birds each one. The results showed that broilers fed T3 (concentrate + 0.10% YCW-Glucan) attained the greater ($P < 0.05$) gizzard (67.9 g and 3.4%), hepatic (76.9 g and 3.8%) and small intestine (88.4 and 4.4%) weights, at 42 days of age, than broilers chicken fed T1 and T2. In conclusion, addition of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall (YCW-Glucan) at level of 0.10% in the concentrate is a promising prebiotic alternative in broilers chicken production because increase nutrients utilization and improve the productive performance of broilers chicken (body weight, carcass weight and carcass performance). **Keys word:** Yeast cell walls, broilers, morphometry gastrointestinal tract

Los antibióticos son sustancias químicas producidas por diferentes especies de microorganismos que suprimen el crecimiento de otros microorganismos y pueden, eventualmente, destruirlos (Cancho *et al.*, 2000), se incluyen en los alimentos para animales con fines terapéuticos y/o profilácticos y como promotores de crecimiento (APC) para un mejor aprovechamiento de los nutrientes y un aumento considerable de los rendimientos productivos.

En la actualidad existe una tendencia generalizada a restringir legalmente el uso de APC. La razón se debe a que, al parecer, estos agentes podrían ser los causantes directos del incremento de casos de resistencia a los medicamentos antimicrobianos administrados en la medicina humana. Por otro lado, los alimentos procedentes de animales tratados terapéuticamente con medicamentos antimicrobianos pueden contener trazas de éstos que se incorporan al organismo humano a través de la cadena alimentaria, fomentando igualmente la aparición de microorganismos resistentes en los humanos. Además, el consumo continuo de antibióticos promotores de crecimiento, aun en concentraciones sub-terapéuticas, fomenta la aparición de cepas de microorganismos resistentes que por diferentes vías de transmisión, especialmente a través de la cadena alimenticia, pueden llegar al ser humano.

Esto ha obligado a los nutricionistas y especialistas en alimentación animal a buscar nuevas fuentes de aditivos que por una parte sean inocuos para los animales y para el humano, y que por otro lado, tengan efectos similares a los obtenidos con los APC (Pérez y Gianfellici, 2008).

En los últimos años la estrategia para mejorar la salud del tracto gastrointestinal en pollos de engorde ha sido la búsqueda de aditivos funcionales novedosos entre los que se encuentran las fracciones celulares o paredes celulares de levadura (PCL) en especial las derivadas de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, constituidas fundamentalmente de oligosacáridos (glucanas y mananas). Los oligosacáridos son considerados las alternativas más promisorias al uso de los APC, pues facilitan y apoyan la relación simbiótica entre el hospedero y su microflora. Las glucanas y mananas son derivados de la pared celular de las levaduras y que por su alta afinidad ligante, permiten proteger al hospedero contra determinados tipos de bacterias patógenas (Santin *et al.*, 2001), modifican la flora, reducen la velocidad de renovación de la mucosa y modulan el sistema inmune intestinal (Spring *et al.*, 2000; Fernández *et al.*, 2000), con beneficios directos en la tasa de crecimiento, eficiencia en la conversión alimenticia y en la viabilidad de las aves (Arce *et al.*, 2005).

Basado en los planteamientos anteriores, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación de pollos de engorde con un PCL-glucano de producción nacional sobre el rendimiento de la canal y la morfometría del tracto gastrointestinal

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la granja avícola de la finca "Las Mercedes" de la Universidad Nacional Agraria, localizada geográficamente a los 12°09'24.10" de latitud norte y 86°10'14.86" de longitud oeste, a 57 msnm, con temperatura media anual de 27.3°C y humedad relativa del 72% (INETER, 2009).

Se utilizaron 210 pollitos mixtos de un día de edad de la estirpe Cobb 500, que se distribuyeron en un diseño completamente al azar en tres tratamientos, con siete repeticiones y 10 aves por repetición. Los tratamientos en estudio fueron: 1) Concentrado comercial (CC), 2) CC + 0.05% de PCL-Glucano (0.5 kg de PCL-Glucano por tonelada de alimento) y 3) CC + 0.10% de PCL-Glucano (1 kg de PCL-Glucano por tonelada de alimento).

El sistema de crianza fue en cuarterones con piso de cemento y cama de viruta de madera, con una densidad de 10 aves m². Durante la primera semana se suministró calefacción con bombillas incandescentes durante 24 horas y posteriormente se redujo el tiempo hasta que las aves sobrepasaron las tres semanas de vida, a partir del cual continuaron solo con luz natural.

El sistema de alimentación utilizado fue bifásico, recibiendo concentrado de inicio desde el primer día hasta los 21 días de edad y concentrado finalizador desde los 22 hasta los 42 días de edad. Las aves tuvieron acceso al agua y al alimento a libre disposición. La formulación y elaboración de los concentrados se realizó según las indicaciones de requerimientos nutritivos que se utiliza en la Planta Escuela de Alimentos Balanceados de la Universidad Nacional Agraria (PEAB-UNA), preparados en forma de harina (cuadro 1). Se aplicó una dosis de vacuna contra la enfermedad de Gumboro y Newcastle a los siete días de edad y una segunda dosis contra la enfermedad de Newcastle a los 14 días de edad (ambas vacunas fueron suministradas en el agua de bebida).

A los 42 días de edad, los animales se pesaron y sacrificaron por dislocación de la articulación cráneo-cervical, luego fueron sumergidos en agua caliente a 60°C durante 90 segundos, se desplumaron, se separaron las patas, cabeza, cuello y se procedió a la extracción completa y cuidadosa del tracto gastrointestinal y la medición del peso absoluto y relativo de los órganos con respecto al peso corporal (expresados como % del peso vivo). Los componentes que se pesaron individualmente en una balanza digital con precisión de 0.01 g, fueron el hígado, molleja, intestino delgado e intestino grueso. Se pesó la canal caliente para estimar el rendimiento de la canal.

Se realizó análisis de varianza para determinar el efecto de los diferentes niveles de PCL-glucano sobre el rendimiento de la canal y los pesos absolutos y relativos de la molleja, hígado, intestino delgado e intestino grueso utilizando el General Linear Model del Software MINITAB versión 14.0 para computadoras personales (Minitab, 1998). Las comparaciones de medias se realizaron por el procedimiento de Tukey cuando las diferencias entre tratamientos eran significativas ($p < 0.05$).

PRODUCCIÓN ANIMAL

Cuadro 1. Ingredientes y composición nutricional de los concentrados iniciador (1-21 días de edad) y finalizador (22-42 días de edad) para pollos de engorde

Ingredientes	Iniciador	Finalizador
Maíz amarillo	53.50	58.00
Harina de soya	24.00	19.00
Harina de maní	8.00	11.00
CaCO ₃ Fino	2.10	1.50
Sal común yodada	0.20	0.60
Fosfato di-cálcico	1.20	-----
DL-Metionina (99%)	0.20	0.20
Salmex formaldehído	0.30	0.30
Premix broiler N°. 1	0.45	0.30
Sebo animal	5.00	4.00
CYCARB 250 Nicarb	0.05	-----
Tankaje	5.00	5.00
Bicarbonato de sodio	-----	0.10
Contenido nutricional		
Proteína bruta (%)	23.00	21.00
Energía digestible (Kcal/kg MS)	3050	3130.5
Fibra bruta (%)	2.04	1.91
Calcio (%)	1.79	1.23
Fósforo disponible (%)	0.75	0.47
Metionina (%)	0.61	0.54
Lisina (%)	1.51	1.09
Arginina (%)	2.01	1.65
Cistina (%)	0.42	0.33
Treonina (%)	1.08	0.87
Triptófán (%)	0.34	0.26

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aumento de peso vivo es la respuesta de los animales ante el consumo de una dieta y refleja directamente que mientras mayor sea la cantidad de nutrientes que un animal tenga disponible, siempre y cuando los digiera y absorba eficientemente, mayor será la magnitud del peso que demuestre. Con relación al peso vivo, peso de la canal y rendimiento de la canal de los pollos de engorde a los 42 días de edad, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las dietas experimentales estudiadas. Los mayores ($p < 0.05\%$) pesos vivos, pesos de las canales y rendimiento de las canales se presentaron en los pollos alimentados con CC + 0.10% de PCL-Glucanos (cuadro 2), los cuales difieren significativamente de los pollos alimentados con las dietas de CC y CC + 0.05% de PCL-Glucano, que a su vez no difieren estadísticamente entre sí.

Cuadro 2. Efecto de la inclusión de un PCL-Glucano de producción nacional sobre el peso vivo al sacrificio y rendimiento de la canal de pollos de engorde Cobb 500

	Concentrado comercial (CC)	CC+0.05% PCL	CC+0.10% PCL
Peso vivo a los 42 días (g)	1 617 b	1 648 b	2 017 a
Peso de la canal (g)	1 126.6 b	1 161.2 b	1 445.4 a
Rendimiento de la canal (%)	69.67 b	70.46 b	71.66 a

Valores en una misma línea, seguidos de letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, Tuckey ($P < 0.05$)

El peso vivo de los pollos de engorde alimentados con la dieta experimental CC + 0.10% de PCL-Glucano, obtenidos en este estudio a los 42 días de edad, son similares a los reportados por Morales (2007) y Lavielle *et al.*, (2009), que reportan pesos vivos entre 2 000 y 2 140 g, utilizando hidrolizado enzimático de crema de destilería (β 1-3 glucano), dos tipos de PCL (Pronardy-500 y Saff-Mannan) y una suspensión para uso oral de β 1-3 glucano particulado lineal, respectivamente.

Pedroso *et al.*, (2005) empleando una suspensión de uso oral de β -1-3 glucano particulado lineal (GPL) en alimentación de pollos de engorde encontraron peso vivo promedio de 1920 gramos a los 42 días de edad, resultados inferiores a los encontrados en el presente trabajo. En este caso es importante destacar que el β 1-3 GPL aunque es un producto altamente purificado, se suministró en una dosis baja y solo se aplicó una o dos veces durante la crianza. No obstante, Garibay (2007), Morales (2007), Sakomura *et al.*, (2007), Benítez *et al.*, (2008) y Rostagno *et al.*, (2008) reportan peso vivo de pollos de engorde a los 42 días de edad en un rango entre 2 190 y 2 690 g, las diferencias con el presente trabajo pueden ser debido a que en los experimentos anteriormente mencionados se utilizaron productos prebióticos comerciales altamente purificados (β 1-3 y β 1-6-glucano de *Saccharomyces cerevisiae*, PCL Saff-Mannan, prebiótico Active MOS, Bio-Mos, Active MOS), pollos de engorde de estirpes diferentes (Ross, Hubbard, HE21EB34), mejores condiciones de alojamiento para las aves (ventilación forzada con control de temperatura, iluminación artificial con control del tiempo de exposición) a diferencia de nuestro experimento, que se realizó en condiciones semi-industriales.

Los efectos de la inclusión de levaduras respecto al rendimiento de la canal en pollos de engorde han sido poco documentados. Karaoglu y Durdag (2005) en su estudio no encontraron efectos de la suplementación de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre la calidad de la canal; no obstante, López *et al.*, 2009, en pollos machos de 36 días de edad, encontró un incremento en el rendimiento de la canal por la inclusión de levaduras comparadas con el control (con diferencia estimada de 158 g).

PRODUCCIÓN ANIMAL

En este estudio posiblemente los efectos sobre el peso vivo, peso de la canal y rendimiento de la canal estén asociados a mecanismos fisiológicos de los PCL-Glucanos sobre el tracto gastrointestinal (TGI), como aumento significativo ($p < 0.05\%$) del peso absoluto y relativo de la molleja, hígado e intestino delgado, esto último probablemente por un aumento de la longitud de las vellosidades, lo que conlleva a una mejor absorción de nutrientes.

A los 42 días de edad, los pesos absolutos y relativos de la molleja, hígado e intestino delgado en los pollos alimentados con CC + 0.10% PCL fueron estadísticamente ($p < 0.05\%$) superiores, a los demás tratamientos experimentales, los que a su vez difieren estadísticamente entre sí. Con relación al peso relativo del intestino grueso, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados.

El incremento de peso absoluto y relativo ($p < 0.05\%$) del hígado y la molleja en los pollos que consumieron CC + 0.10% PCL, pudo deberse a un aumento de su actividad. Similares resultados son reportados por Dewogda *et al.*, (1997) al emplear un producto constituido por *Saccharomyces cerevisiae* en pollos de ceba y por Onifade (1997) que encontró mayor peso del hígado y molleja en pollos suplementados con levadura seca.

Con relación al intestino delgado, este es un segmento del TGI del ave relativamente simple y corto, pero altamente eficiente. Su mucosa presenta un epitelio en forma de pliegues o vellosidades que le sirven para multiplicar y crear una importante área de contacto enfocada a optimizar los procesos de secreción enzimática y de absorción de nutrientes (Turk 1982; Moran, 1996; Dibner y Richard, 2004).

El epitelio de la mucosa digestiva se encuentra recubierto por diferentes tipos de células o enterocitos, los que llevan a cabo funciones de absorción son conocidos también como enterocitos con membrana en “borde de cepillo” o “brush-border”, debido a que presentan en su membrana apical protuberancias similares a dedos o en forma de micro-vellosidades (Moran, 1996), que son contráctiles y realizan movimientos oscilatorios para inmovilizar las enzimas digestivas que finalizaran la digestión de los nutrientes, además de llegar a incrementar hasta 30 veces más la superficie de absorción de la membrana celular del enterocito (Van Dijk *et al.*, 2002).

Iji *et al.*, 2001 estudiando el crecimiento de los órganos digestivos del pollo de engorde alimentados con dietas comerciales sin utilización de PCL, encontró pesos relativos del hígado (3.4%) e intestino delgado (3.7%), inferiores a los

Cuadro 3. Efecto de la inclusión de un PCL-Glucano de producción nacional sobre el peso absoluto (g) y relativo (%) de diferentes segmentos del tracto gastrointestinal de pollos de engorde Cobb 500

	Concentrado	CC+0.05% PCL	CC+0.10% PCL
	comercial (CC)		
Peso absoluto molleja (g)	41.2 c	49.6 b	67.9 a
Peso relativo molleja (%)	2.5 c	3.0 b	3.4 a
Peso absoluto hígado (g)	34.0 c	49.7 b	76.9 a
Peso relativo hígado (%)	2.1 c	3.0 b	3.8 a
Peso absoluto intestino delgado (g)	44.3 c	54.9 b	88.4 a
Peso relativo intestino delgado (%)	2.7 c	3.3 b	4.4 a
Peso absoluto intestino grueso (g)	35.1 b	31.2 c	48.8 a
Peso relativo intestino grueso (%)	2.2 a	1.9 a	2.4 a

Valores en una misma línea, seguidos de letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, Tuckey ($p < 0.05$).

encontrados en el presente estudio de 3.8% y 4.4%, para el hígado e intestino delgado, respectivamente. Estas diferencias podrían explicarse al efecto del CC + 0.10% PCL sobre el desarrollo de las micro-vellosidades que se reflejarían en un mayor peso relativo de estos segmentos del tracto gastrointestinal.

Al respecto, diversos autores (Zhang *et al.*, 2005; Arce *et al.*, 2008; Gómez *et al.*, 2009), observaron que la inclusión de PCL en la dieta de pollos de engorde incrementa la longitud y el número de vellosidades intestinales y a mayor edad del ave, mayor amplitud, número y área de vellosidades. Similarmente, Santin *et al.*, (2001) encontraron aumentos en la altura de las vellosidades en los diferentes segmentos intestinales en pollos suplementados con 0.2% de paredes celulares de *S. cerevisiae*, y sugieren que las paredes celulares de levadura pueden tener un efecto trófico indirecto en la mucosa intestinal. En asociación al sistema de micro-vellosidades observaron una gran cantidad de glicoproteínas que actúan como lectinas (glicocalix). Estas lectinas adquieren una importancia significativa en el animal ya que pueden interactuar con algunos microorganismos patógenos.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este trabajo sugieren que el empleo del producto nacional a base de beta-glucanos (PCL-Glucano) obtenido a escala de banco, incluido en la dieta de pollos de engorde en una concentración de 0.10% de la dieta, favorece un mejor desarrollo del intestino delgado y manifestó su actividad prebiótica mediante un incremento progresivo y significativo de los pesos relativos de la molleja (3.4%), hígado (3.8%) e intestino delgado (4.4%), que se traduce en un incremento de la superficie de absorción, lo que puede propiciar un mayor aprovechamiento de los nutrientes presentes en el alimento, contribuyendo al mejoramiento en los indicadores productivos de las aves (peso vivo, peso de la canal y rendimiento de la canal).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, MJ; Ávila, GE; López, CC; García, EA; García, GF. 2005. Efecto de paredes celulares (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento de pollo de engorda sobre los parámetros productivos. *Téc Pecu Méx* 43:155-162.
- Arce, M.; Ávila, GE; López, CC. 2008. Comportamiento productivo y cambios morfológicos en vellosidades intestinales del pollo de engorda a 21 días de edad con el uso de paredes celulares del *Saccharomyces cerevisiae*. *Vet. Mex.* 39(2): 223-228.
- Benítez, R; Gilharry, A; Gernat, G; Murillo, J. 2008. Effect of Dietary Mannan Oligosaccharide from Bio-Mos or SAF-Mannan on Live Performance of Broiler Chickens. *Journal Applied Poultry Research.* 2008. 17:471-475.
- Cancho, GB; García F, MS; Simal, GJ. 2000. El uso de antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. *Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Ciencia y Tecnología Alimentaria.* 3(1): 39-47.
- Devegowda BIR, Rajendra K, Morton MG. 1997. Inmunosupresión en aves causadas por aflatoxinas y su atenuación mediante *S. cerevisiae* (YEASACC 1026) y mananoligosacáridos (BIOMOS y Mycosorb). Séptima Ronda Latinoamericana y del Caribe de Alltech hacia el 2000. Soluciones viables para la industria de la producción animal.
- Dibner, JJ; Richards, JD. 2004. The digestive system: challenges and opportunities. *Journal Applied Poultry Research* 13: 86-93.
- Fernández, F; Hinton, M; Van-Gils, B. 2000. Evaluation of the effect of mannanoligosaccharides on the competitive exclusion of *Salmonella enteritidis* colonization in broiler chicks. *Avian Pathology* 29: 575-581.
- Garibay, L. 2007. Suplementación de β-glucanos purificados en las dietas para el pollo de engorda, sobre los parámetros productivos. Tesis para obtener el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacan, ME. (en línea). Consultado 14 nov. 2013. Disponible en <http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/Tesis/2007/Diciembre>
- Gómez, GV; Cortés, CA; López, CC; Arce, MJ; Vásquez, PC; Ávila, GE. 2009. Comportamiento productivo y respuesta inmune de pollos alimentados con dietas sorgo-soya con y sin aflatoxina y paredes celulares de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). *Téc Pecu Méx* 47 (3):285-297.
- Iji, PA; Saki, AA; Tivey, DR. 2001. Body and intestinal growth of broilers chick on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. *British Poultry Sciences* 42: 505-513.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales) 2009. Informe meteorológico. NI.
- Karaoglu M; Durdag, H. 2005. The influence of dietary probiotic *Saccharomyces cerevisiae* supplementation and different slaughter age on the performance, slaughter and carcass properties of broilers. *International Journal of Poultry Science* 4(5):309-316.
- Lavielle, J; Pedroso, Miriam; Soler D, M. 2009. Dinámica de peso en pollo de ceba tratados con una formulación de β 1-3-glucano particulado lineal. *Revista Salud Animal.* 31 (2):129-132.
- López, HN; Afanador TG; Ariza N, CJ. 2009. Evaluación de tres levaduras provenientes de ecosistemas colombianos en la alimentación de pollos de engorde. *Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 10(1):102-114
- MINITAB. 1998. Minitab User's Guide 2. Data Analysis and Quality tools, Release 12 for Windows, Windows 95 and Windows NT. Minitab Inc. Pennsylvania, USA.
- Morales, R. 2007. Las paredes celulares de levadura de *Saccharomyces cerevisiae*: un aditivo natural capaz de mejorar la productividad y la salud del pollo de engorde. Memoria presentada para acceder al grado de doctor en producción animal, departamento de ciencia animal. Universidad Autónoma de Barcelona. (en línea). Consultado el 14 sep. 2010. Disponible en <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5689/rml1de1.pdf?sequence=1>
- Moran Jr. ET. 1996. Intestinal physiology influencing enteric disease in fowl. 39th Annual Meeting of American Association of Avian Pathology. Louisville, KY. July 21.
- Onifade, AA. 1997. Growth performance, carcass characteristics, organs measurement and haematology of broiler chickens fed a high fibre diet supplemented with antibiotics or dried yeast. *Molecular Nutrition & Food Research. Nahrung.* 41 (6):370-374
- Pedroso, M; Campos, D; Lavielle, J; Correa, H; Soler, D. 2005. Formulación de β1-3 glucano particulado lineal (β1-3 gpl): digestibilidad e impacto sobre indicadores de salud en pollos. HB21EB34. REDVET. Vol VI No 9. (en línea). Consultado el 5 oct. 2010. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
- Pérez J, M; Gianfellici, M. 2008. Actuales desafíos en la nutrición en pollos de engorde. *Avicultura Profesional.* 26(1):200.
- Rostagno, H; Albino, F; Godoi, J. 2008. Evaluación de los efectos de la adición de prebióticos y antibióticos en dietas formuladas con maíz normal y de baja calidad en condiciones de desafío en el período de 1 a 42 días. *Lámina Técnica. Active-MOS.* (en línea). Consultado el 22 nov. 2010. Disponible en <http://www.biorigin.com.br>
- Sakomura, N; Barbosa, A; Bonato, A; Goldflus, F. 2007. Evaluación de Active-MOS y de otras fuentes de mananoligosacáridos (MOS) sobre el desempeño zootécnico de pollos de engorde. (en línea). Consultado el 24 nov. 2010. Disponible en [http://www.biorigin.com.br/clientes/biorigin/exp/613-00ActiveM en pollos de corte.pdf](http://www.biorigin.com.br/clientes/biorigin/exp/613-00ActiveM%20en%20pollos%20de%20corte.pdf)
- Santin, E; Maiorka, A; Macari, M; Greco, M; Sánchez, JC; Okada, TM. 2001. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell walls. *Journal Applied Poultry Research* 10:236-244.
- Spring, P; Wenk, C; Dawson, KA; Newman, KE. 2000. The effects dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of *Salmonella*-challenged broiler chicks. *Poultry Science* 79:205-211.
- Turk, DE. 1982. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. *Poultry Science* 61:1225-1244.
- Van Dijk, JE; Huisman, J; Koninkx J, FG. 2002. Structural and functional aspects of a healthy gastrointestinal tract. In: *Nutrition and health of the gastrointestinal tract.* Block, MC; Vahl, HA; van de Braak, AE; Hemke, E; Hessing, M. Ed. Wageningen Academic Publisher, Wageningen, The Netherlands. p 71-98.
- Zhang, AW; Lee, BD; Lee SK; An, GH; Song, KB; Lee, CH. 2005. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. *Poultry Science* 84:1015-21.