

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE SUPLEMENTADOS CON UN  
PCL-GLUCANO DE PRODUCCIÓN NACIONALPRODUCTIVE BEHAVIOR OF BROILER SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT LEVELS  
OF YEAST CELL WALL (YCW-GLUCAN)González-Núñez Hermes Dossnay<sup>1</sup>, Piad Barreras Raúl<sup>2</sup>, Reyes-Sánchez Nadir<sup>3</sup><sup>1</sup> Graduado en Ingeniería en Zootecnia, Universidad Nacional Agraria<sup>2</sup> PhD en Veterinaria, Cebiot-Universidad Politécnica de Nicaragua<sup>3</sup> PhD en Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria

## RESUMEN

Se realizó un experimento para evaluar un prebiótico de producción nacional, derivado de paredes celulares de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (PCL-Glucano) en el comportamiento productivo de pollos de engorde (Cobb 500). 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 (0.5 kg ton<sup>-1</sup> de alimento) y T3: CC + 0.10% PCL-Glucano. Las variables evaluadas fueron peso vivo, consumo de alimento y conversión alimenticia, realizando mediciones a los 21, 35 y 42 días. Los resultados muestran que el consumo de alimento (3 812 g), peso vivo (2 017 g) e índice de conversión alimenticia (1.89) que se obtienen en los pollos alimentados con la dieta CC + 0.10% PCL-Glucano, a los 42 días de edad, fueron significativamente ( $P < 0.05\%$ ) mejores a los de T1 (3 751 g, 1 617 g y 2.32) y T2 (3 642 g, 1 648 g y 2.21), los cuales no difieren estadísticamente entre sí. En conclusión la utilización de PCL-Glucano a razón de 0.10% en el concentrado iniciador y finalizador para pollos de engorde es una alternativa viable biológicamente ya que manifestó su actividad prebiótica mediante una mejora progresiva y significativa de los indicadores productivos.

**Palabras clave:** pared celular, *Saccharomyces cerevisiae*, pollos, comportamiento productivo.

## ABSTRACT

A research study was conducted to evaluate the effect of yeast *Saccharomyces cerevisiae* cell wall (YCW-Glucan) as prebiotic on productive parameters 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 (0.5 kg ton<sup>-1</sup> of concentrate) y T3: C + 0.10% YCW-Glucan (0.10 kg ton<sup>-1</sup> of concentrate) with seven repetitions of 10 birds each one. The variables were measured at 21, 35 and 42 days. The results showed that T3 (concentrate + 0.10% YCW-Glucan) produced the best ( $P < 0.05$ ) feed intake (3812 g), body weight (2017 g) and feed conversion ratio (1.89) in broilers chicken at 42 days of age. No significant effects ( $P > 0.05\%$ ) were observed between T1 (3751 g, 1617 g, 2.32) and T2 (3642 g, 1648 g, 2.21) related with productive parameters. In conclusion, addition of *Saccharomyces cerevisiae* cel wall (YCW-Glucan) at level of 0.10% in the concentrate is a promising prebiotic alternative in broilers chicken production.

**Keys word:** yeast cell walls, *Saccharomyces cerevisiae*, productive parameters, broilers

**E**l éxito de la producción avícola intensiva se debe a varios factores como: la utilización de animales de alta calidad genética, adecuado control ambiental de las instalaciones, incremento de la bioseguridad y sobre todo, un mejoramiento integral de la nutrición y alimentación de los animales de granja. Con respecto a este último punto, es necesario destacar el empleo de diversos aditivos alimentarios, en especial, aquellos asociados a una mejora en la utilización de los nutrientes disponibles y a la vez, contribuyentes del incremento de la salud y productividad de los animales por diversas vías.

Desde hace más de cinco décadas se han estado empleando antibióticos a dosis sub-terapéuticas en la alimentación animal con el fin de incrementar la eficiencia alimenticia y la salud de los rebaños y parvadas. Estos antibióticos utilizados como aditivos alimentarios son conocidos como antibióticos promotores del crecimiento (APC). A pesar del éxito obtenido en la producción animal con esta práctica, la misma ha sido cuestionada debido al creciente temor de la generación de genes con resistencia en bacterias digestivas, para antibióticos empleados en la terapéutica humana y veterinaria; situación que puede constituirse en un riesgo potencial para la salud pública (Casewell *et al.*, 2003).

En este sentido, la Comunidad Europea (CE) ha tomado la decisión de prohibir la inclusión de los antibióticos como promotores de crecimiento en los alimentos para pollos de engorde y otras especies de animales de granja, obligando 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).

Durante los últimos años se han incrementado las investigaciones y el interés por el empleo de las fracciones celulares o paredes celulares de levadura (PCL) en especial las derivadas de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, como una vía de empleo de aditivos naturales para mejorar la producción animal y como sustitutos de los APC. Desde este punto de vista, los beneficios que proporcionan las PCL son de servir como fuente de polisacáridos de tipo manano-oligosacáridos y beta-glucanos. Se ha comprobado de forma concluyente que el empleo de estos productos derivados de las PCL interviene de forma favorable en el mejoramiento de indicadores inmunológicos y productivos en las aves (Morales, 2007).

Basado en los planteamientos anteriores, se realizó la evaluación preliminar de un nuevo producto nacional basado en PCL-Glucano, obtenido a escala de banco en el Centro de Estudios Biotecnológicos de la Universidad Politécnica de Nicaragua, con el objetivo de estudiar su efecto sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la granja avícola, Finca "Las Mercedes" de la Universidad Nacional Agraria, localizada geográficamente a los 12°09'24.10" latitud norte y 86°10'14.86" longitud oeste, a 57 msnm, 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)
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 m<sup>2</sup>. 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 (tabla 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).

**Tabla 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 <sup>3</sup> 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 formaldehido	0.30	0.30
Premix broiler No. 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
Triptófano (%)	0.34	0.26

**Metodología para la obtención del PCL-Glucano.** Se desarrolló el proceso basado en la hidrólisis básica de la crema de levadura *Saccharomyces cerevisiae* de cervecería. A continuación se describe el proceso:

- Obtener la materia prima (crema de levadura de cervecería *Saccharomyces cerevisiae*).
- Decantar la crema de levadura de cervecería *Saccharomyces cerevisiae* por 12 horas, posteriormente eliminar todo el sobrenadante.
- Extraer un litro de levadura semisólida, colocar en un recipiente de dos litros y agregar agua destilada, mezclar y separar nuevamente el agua agregada en la centrifuga a 4 000 rpm por cuatro minutos. Repetir la operación hasta tener toda la levadura lavada.
- Calcular el peso seco de la levadura lavada.
- Llevar un litro de levadura a una

concentración del 15% de sólido, ajustar pH a 8 (con hidróxido de sodio) y adicionar sal común.

- Proceso de hidrólisis básica: en un erlenmeyer de dos litros de capacidad agregar el litro de levadura con su concentración y pH regulado, colocar dentro del agitador orbital a una temperatura de 55°C y dejar en agitación constante durante 24 horas.
- Retirar el erlenmeyer, lavar la levadura hidrolizada con agua destilada, separar el sobrenadante (mezcla de extracto de levadura y la porción soluble de las paredes celulares).
- Extraer la porción sólida y colocar en una bandeja para secar en horno a 80°C hasta obtener un producto con 11% de humedad.
- Moler el producto seco hasta obtener un polvo fino y empacar.

Los criterios de respuesta en las variables productivas fueron: peso corporal (g), consumo de alimento (g) y conversión alimenticia. Para realizar las mediciones y estimaciones de las variables en estudio se utilizaron tres etapas experimentales que fueron a los 21, 35 y 42 días de edad de las aves. Se realizó análisis de varianza para determinar el efecto de los diferentes niveles de PCL-Glucano sobre las variables en estudio utilizando el General Lineal Model del Software MINITAB versión 14.0 para computadoras personales (Minitab, 1998), ejecutando dicho análisis por cada etapa experimental. Las comparaciones de medias se realizaron por el procedimiento de Tukey cuando las diferencias entre tratamientos eran significativas (P < 0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias significativas (P<0.05) entre las dietas experimentales estudiadas (tabla 2), presentando mayor consumo total de alimento, a los 21, 35 y 42 días de edad, los pollos alimentados con CC y con CC + 0.10% de PCL-Glucano, los cuales no difieren significativamente entre sí. Los pollos que recibieron la dieta CC + 0.05% de PCL-Glucano consumieron significativamente (P<0.05%) menos alimento, en todos los períodos estudiados.

**Tabla 2.** Efecto de la inclusión de un PCL-Glucano de producción nacional sobre el consumo de alimento en pollos de engorde Cobb 500, a diferentes edades

Inclusión	A los 21 días	A los 35 días	A los 42 días
Concentrado comercial (C)	881.0 a	2685.6 a	3751.0 a
CC + 0.05% PCL	860.3 b	2608.9 b	3642.1 b
CC + 0.10% PCL	879.1 a	2682.6 a	3812.1 a
ES	6.61	25.1	49.7

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

Los resultados alcanzados en este indicador demuestran que el consumo de alimento en las dietas estudiadas para cada una de las etapas (21, 35 y 42 días de edad) fue menor a los valores de referencia estándar reportados para la estirpe de ave utilizada, siendo estos valores de consumo de alimento de 1 063, 3 249 y 4 621 g de alimento a los 21, 35 y 42 días de edad (Cobb-vantress, 2009).

No obstante, es importante destacar que el mayor consumo de alimento a los 42 días, se reporta para los pollos de engorde alimentados con la dieta experimental CC + 0.10% de PCL-Glucano, lo cual se debería traducir en un mejor comportamiento de los indicadores peso vivo e índice de conversión alimenticia.

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 de los pollos de engorde a los 21, 35 y 42 días de edad, se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dietas experimentales estudiadas. Los pesos corporales más altos ( $p < 0.05$ ) se presentaron en los pollos alimentados con CC + 0.10% de PCL-Glucano, en todos los periodos experimentales estudiados (tabla 3), los cuales difieren significativamente de los pesos corporales 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.

**Tabla 3.** Efecto de la inclusión de un PCL-Glucano de producción nacional sobre el peso vivo de pollos de engorde Cobb 500, a diferentes edades

Inclusión	A los 21 días		A los 35 días		A los 42 días	
Concentrado comercial (C)	551	b	1492	b	1617	b
CC + 0.05% PCL	566	b	1474	b	1648	b
CC + 0.10% PCL	598	a	1616	a	2017	a
SE	13.9		44.6		128.0	

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 Pérez (2000), 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 ( $\beta$  1-3 glucano), dos tipos de PCL (Pronardy-500 y Saff-Mannan) y una suspensión para uso oral de  $\beta$  1-3 glucano particulado lineal, respectivamente.

Pedroso *et al.*, (2005) empleando una suspensión de uso oral de  $\beta$  1-3 glucano particulado lineal en alimentación de pollos de engorde, encontró peso vivo promedio de

1 920 g a los 42 días de edad, resultados inferiores a los encontrados en el presente trabajo. En este caso es importante destacar que el  $\beta$  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. Es importante destacar que las diferencias con el presente trabajo pueden ser debido a que en los experimentos anteriormente mencionados, se utilizaron productos prebióticos comerciales altamente purificados ( $\beta$  1-3 y  $\beta$  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.

El Índice de conversión alimenticia (ICA) se define como la relación entre la cantidad de alimento consumido y el peso vivo logrado durante un periodo determinado de prueba, lo que incluye la totalidad de alimentos consumidos independientemente sea utilizado para el mantenimiento corporal o crecimiento de los tejidos.

A los 21 días de edad, los pollos que consumieron solo concentrado comercial presentan peor ( $P < 0.05$ ) conversión alimenticia que los pollos alimentados con las dietas experimentales que contenían 0.05% y 0.10% de PCL-Glucano, los cuales no difieren estadísticamente entre sí. No obstante, a los 35 y 42 días de edad, los mejores resultados ( $P < 0.05$ ) para el índice de conversión alimenticia se obtuvieron en los pollos alimentados con la dieta experimental CC + 0.10% de PCL-Glucano (tabla 4), los cuales difieren ( $P < 0.05$ ) de los obtenidos con las dietas de CC y CC + 0.05% de PCL-Glucano, que no difieren significativamente entre sí.

**Tabla 4.** Efecto de la inclusión de un PCL-Glucono de producción nacional sobre el índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos de engorde Cobb 500, a diferentes edades

Inclusión	A los 21 días		A los 35 días		A los 42 días	
Concentrado comercial (C)	1.60	b	1.80	b	2.32	b
CC + 0.05% PCL	1.52	ab	1.77	b	2.21	b
CC + 0.10% PCL	1.47	a	1.66	a	1.89	a
SE	0.04		0.04		0.12	

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

El índice de conversión alimenticia (1.89) obtenido en este estudio en pollos de engorde a los 42 días de edad, alimentados con la dieta experimental CC + 0.10% de PCL-Glucono está dentro del rango de 1.82-1.89 reportados por otros investigadores (Pérez 2000, Garibay 2007, Sakomura *et al.*, 2007, Benitez *et al.*, 2008, Rostagno *et al.*, 2008). Sin embargo, Morales (2007), utilizando manano purificado y beta-glucono purificado, reporta valores de conversión alimenticia para pollos de engorde, a los 42 días de edad, significativamente mejores (1.59-1.61) a los encontrados en este trabajo.

Los mecanismos de acción de los antibióticos promotores del crecimiento (APC) empleado en la producción animal se basan en el control del crecimiento microbiano en el tracto intestinal de los animales, pero en el caso de los mecanismos de acción de las paredes celulares de levadura (PCL), estos son más diversos y podría depender del tipo de polisacáridos estructurales presente en la pared celular.

Estudios realizados con levadura de *Saccharomyces cerevisiae* sugieren que la pared celular de la levadura puede representar de un 10 a un 25% del total de la MS de la célula (Fleet, 1991). A escala estructural, la pared celular de la levadura esta constituidas por tres grupos de polisacáridos: 1) polímeros de manosa o manano-proteínas, hasta un 50% de la MS de la PCL; polímeros de glucosa o  $\beta$ -glucanos (1.3/1.6), hasta un 55% de la MS de PCL, y en menor proporción polímeros de N-acetil-glucosamina o quitina en un seis por ciento de la MS de PCL (Nguyen *et al.*, 1998, Aguilar-Uscanda y François, 2003, Morales, 2007).

Estas sustancias derivadas de la pared celular de levadura, han recibido el nombre de prebióticos que se definen como ingredientes no digeribles que al ser ingeridos por el animal pueden ser utilizados como sustratos por bacterias específicas digestivas, provocando una estimulación del crecimiento y actividad de grupos selectivos bacterianos en los órganos digestivos (Gibson y Roberfroid, 1995).

Los mejores resultados encontrados en los pollos de engorde que consumieron la dieta experimental CC + 0.10% PCL-glucono, podrían estar asociadas a efectos que las PCL tienen sobre la productividad y salud de los animales. Entre estos efectos podemos citar los de tipo nutricional, y

en concreto a los ejercidos por los diversos nutrientes presentes en las células de levadura como proteínas, minerales, vitaminas, aminoácidos y péptidos, que pueden ser utilizados por el individuo y la capacidad que presenta la levadura para producir numerosas enzimas (proteasas, peptidasas, invertasas, hidrolasas, maltasas, fosfatasas, galactosidasas, etc), que pueden ser liberadas en el intestino y reforzar la acción de las

enzimas endógenas, facilitando la digestión de la materia seca del alimento. Por otro lado, diversos estudios sugieren que los beneficios de tipo no nutricional de la PCL incluye la modificación de la digestibilidad de nutrientes, desarrollo de la mucosa digestiva, reducción de la colonización digestiva por bacterias patógenas, contrarresta los efectos adversos de las micotoxinas, modificación de la respuesta inmunitaria, por el control de patógenos o efecto profiláctico que pueden ejercer, ante infecciones subclínicas, lo que mejora de forma directa el consumo voluntario del alimento, la conversión alimenticia, el crecimiento y la salud del animal (Perry, 1995, Pedroso *et al.*, 2005).

### CONCLUSIÓN

Los resultados de este trabajo sugieren que el empleo del producto nacional a base de beta-gluconos (PCL-Glucono) obtenido a escala de banco, incluido en la dieta de pollos de engorde en una concentración de 0.10% de la dieta, manifestó su actividad prebiótica mediante una mejora progresiva y significativa de los indicadores productivos estudiados, consumo de alimento (3 812.1 g), peso vivo (2 017 g) e índice de conversión alimenticia (1.89). Estos resultados se corresponden con los reportados en la literatura científica para diversos productos de PCL empleados de forma experimental o comercial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Uscanga, B; Francois, J. 2003. A study of the yeast cell wall composition and structure in response to growth conditions and mode of cultivation. *Letter Applied Microbiology*. 37: 268-274.
- 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.
- Casewell, MC; Friis, C; Marco, E; McMullin, P, Phillips, I. 2003. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health. *Journal Antimicrobiological* 52:159-161.
- Cobb-vantress. 2009. Guía de manejo del pollo de engorde Cobb 500. Cobb-Vantress Inc. PO Box 1030, Siloam Springs, Arkansas 72761, US. (en línea). Consultado 14 nov. 2013. Disponible en <http://eliasnutri.files.wordpress.com/2012/04/cobb-500-guia-manejo.pdf>
- Fleet, H. 1991. Cell walls in the yeasts, 2nd edn, vol 4, A. H. Rose, and J. S. Harrison, eds. Academic Press, New York. p 199–277.
- Garibay, L. 2007. Suplementación de  $\beta$ -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, México. (en línea). Consultado 14 nov. 2013. Disponible en: <http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/Tesis/2007/Diciembre>.
- Gibson, G; Roberfroid, M. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. In the *Journal of Nutrition*. (en línea). Consultado 24 ago. 2012. Disponible en <http://jn.nutrition.org/content/125/6.toc>
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales) 2009. Informe metereológico. Nicaragua.
- Lavielle, J; Pedroso, M; Soler, DM. 2009. Dinámica de peso en pollo de ceba tratados con una formulación de  $\beta$  1-3-glucano particulado lineal. *Revista Salud Animal* 31(2):129-132.
- 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 del programa de doctorado de producción animal del departamento de ciencia animal. Universidad Autónoma de Barcelona. (en línea). Consultado 14 sep. 2010. Disponible en <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5689/rml1de1.pdf?sequence=1>
- Nguyen, H; Fleet, H; Rogers, P. 1998. Composition of the cell wall of several yeast species. *App. Microbiol. Biotechnol.* 50:206-212.
- Pedroso, M; Campos, D; Lavielle, J; Correa, H; Soler, D. 2005. Formulación de  $\beta$ 1-3 glucano particulado lineal ( $\beta$ 1-3 gpl): Digestibilidad e impacto sobre indicadores de salud en pollos. HB21EB34. REDVET Vol. VI No 9. (en línea). Consultado 15 oct. 2010. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
- Pérez, M. 2000. Obtención de un hidrolizado de crema de levadura de destilería y evaluación de su actividad probiótica. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana. Cuba. 146 p.
- Pérez J, M; Gianfellici, M. 2008. Actuales desafíos en la nutrición en pollos de engorde. *Avicultura Profesional*. 26(1):200.
- Perry, F. 1995. Biotechnology in animal feeds and feeding, an overview. In *Biotechnology in animal feeds and feeding*. R.J. Wallace; A. Chesson, eds. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim and New York. p. 1-15
- 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 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 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)