



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Efecto de un prebiótico PCL (Pared Celular de Levadura) -Glucano, sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde.

AUTORES

Br. Joann Guadalupe Céliz García
Br. Álvaro Wilson Cortéz Morán

ASESORES

PhD. Nadir Reyes Sánchez
PhD. Raúl Piad Barreras

Managua, Nicaragua Junio, 2013

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Tribunal Examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria, como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Zootecnista

Miembros del Honorable Tribunal Examinador:

PhD. Bryan Mendieta Araica

Presidente

MSc. Sergio Álvarez Bonilla

Secretario

MSc. Rosario Rodríguez Pérez

Vocal

Managua, Nicaragua, junio, 2013

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<i>Página</i>
Dedicatoria	<i>i</i>
Agradecimientos	<i>ii</i>
Índice de Cuadros	<i>iii</i>
Índice de Anexos	<i>iv</i>
Resumen	<i>v</i>
Abstract	<i>vi</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Localización del área experimental	4
3.2 Diseño Experimental y análisis estadístico	4
3.3 Manejo del experimento	5
3.4 Metodología para la obtención del PCL- Glucano	5
3.5 Variables evaluadas	6
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Ingredientes y composición química del concentrado de inicio y finalización para pollos de engorde empleados en el experimento	7
4.2 Efecto de un antibiótico y diferentes niveles de PCL-Glucano sobre el comportamiento del peso vivo y ganancia de peso en pollos de engorde	9
4.3 Efecto de un antibiótico y diferentes niveles de PCL-Glucano sobre el comportamiento del consumo de alimento y la conversión alimenticia en pollos de engorde	11

4.4	Comparación de resultados para las variables de peso vivo (PV) e índice de conversión alimenticia (ICA), con el empleo de PCL-Glucano y otros productos de PCL	14
4.5	Análisis Financiero	23
V.	CONCLUSIONES	24
VI.	RECOMENDACIONES	25
VII.	LITERATURA CITADA	26
VIII.	ANEXOS	32

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO

Por permitirme culminar con éxito el esfuerzo de todos estos años de estudio. Para Él mi agradecimiento infinito.

A MIS PADRES

Por haberme brindado el regalo más importante que es la vida. Por creer que con esfuerzo, entusiasmo y dedicación se pueden realizar los objetivos anhelados en la vida.

Como testimonio de eterno agradecimiento por el logro de mi carrera, que es la más valiosa de las herencias.

A MIS HERMANOS

Que por su apoyo y motivación hicieron que el camino a seguir fuera más fácil e importante. A ellos que aunados con mis padres formamos una hermosa familia en la que he pasado los momentos más hermosos de mi vida.

Joann Guadalupe Céliz García

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento para culminar este último trabajo para optar el grado de ingeniero zootecnista, con mucha salud, comprensión, entusiasmo e inteligencia para lograr unas de nuestras metas en la vida.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres y hermana por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos para seguir adelante en búsqueda de mi meta de expresar lo mejor de ser un profesional.

A mis amigos

Por el apoyo de seguir adelante en la culminación de la tesis, así mismo a las personas del grupo de karate-do en Ciudad Sandino quien también me motivaba en especial a: Lic. Juan Carlos Gaitán, Lic. Milton García, Ing. Douglas López, Ansony López, Karina Orozco, Lic. Ninoska Chiong, Roxana Lira, José Carlos Rivas, Eduardo Bendaña, Alejandra Potoy, Bryan López.

A la Lic. Yadira Mendoza quien me ha visto después pequeño hasta este tiempo quien con mucho optimismo y deseo personal, me apoyo a seguir en la culminación de este trabajo de investigación.

Álvaro Wilson Cortéz Morán

AGRADECIMIENTOS

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, participaron personas de forma directa o indirectamente leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias y sobre todo felicidad.

A la Universidad Nacional Agraria por haberme dado cobijo y por las lecciones que aprendí en ella, así mismo, por haberme dado su voto de confianza y por todo el apoyo otorgado a mi persona.

A mis maestros que me ayudaron en mi formación profesional por su invaluable apoyo y confianza gracias por sus consejos personales y académicos.

A mis asesores; PhD. Nadir Reyes Sánchez, PhD. Raúl Piad Barreras, al Ing. Miguel Rio, Ing. Lester Mejía, Ing. Norlan Caldera, Lic. Yadira Mendoza, Ing. Carmen Castillo, Ing. Antonio Avilés, Lic. Cesar Cajina por su gran apoyo, amistad, consejos y disponibilidad que me brindaron para la culminación de esta tesis.

A mis padres, hermanos y a mis abuelitas que me acompañaron en esta aventura y que, de forma incondicional, entendieron mis ausencias y mis malos momentos.

A mi abuelo Alfredo García que aunque ya no se encuentre con nosotros físicamente siempre estará presente en mi corazón, por haber creído en mí hasta el último momento. ¡Ya soy ingeniera!

Joann García

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme permitido vivir hasta este día, haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

Le doy gracias a mis padres Pedro Cortez y Lesbia Moran por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida, por darme la oportunidad de estudiar esta carrera. Y por ser ejemplo de vida y por promover el desarrollo y la unión familiar en esta nuestra familia.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación en especial a los docentes: Lic. Rosario Rodríguez Msc. y al Ing. Norlan Caldera Msc.

A la Lic. Mendoza por los consejos que me brindo durante el trayecto hasta de mi trabajo de graduación.

A Luis Dávila y Jeffrie Dávila por los momentos en que me ayudaron en el manejo de la computadora y otros utensilios.

A la universidad por la enseñanza obtenida dentro esta alma mater, a mis compañeros del grupo de karate que siempre estuvieron a un lado mío para ayudarme, aconsejarme y en muchas ocasiones guiarme.

Agradezco al Ing. Miguel Ríos por permitir el apoyo en realizar este ensayo en la finca de la Mercedes, al señor Juan quien nos brindó su ayuda en el momento de empezar a montar el ensayo en dicho lugar, al Ing. Lester Mejía por su ayuda en la culminación de dicha tesis

Agradezco al Lic. Sergio Ramírez y Lic. José Luis Delgado por todo el apoyo brindado durante mi trayecto en la UNA tanto deportivamente como académicamente.

Agradezco también de manera especial a mis asesores de tesis; PhD. Nadir Reyes Sánchez, PhD. Raúl Piad Barrerasquienes con sus conocimientos y apoyo nos guiaron en el desarrollo de la presente tesis desde el inicio hasta su culminación.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron a crecer como persona y como profesional.

Álvaro Cortéz

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁGINAS
1. Ingredientes y composición química de los concentrados de inicio	7
2. Ingredientes y composición química de los concentrados de finalización	8
3. Efecto de un antibiótico y diferentes niveles de PCL-Glucano sobre el comportamiento del peso vivo y ganancia de peso en pollos de engorde	9
4. Efecto de un antibiótico y diferentes niveles de PCL-Glucano sobre el comportamiento del consumo de alimento y la conversión alimenticia en pollos de engorde	12

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianza peso inicial

Anexo 2. Análisis de varianza peso vivo a los 21 d

Anexo 3. Análisis de varianza peso vivo a los 35 d

Anexo 4. Análisis de varianza peso vivo a los 42 d

Anexo 5. Análisis de varianza ganancia de peso a los 21 d

Anexo 6. Análisis de varianza ganancia de peso a los 35 d

Anexo 7. Análisis de varianza ganancia de peso vivo a los 42 d

Anexo 8. Análisis de varianza del consumo de alimentos a los 21 d

Anexo 9. Análisis de varianza del consumo de alimentos a los 35 d

Anexo 10. Análisis de varianza del consumo de alimentos a los 42 d

Anexo 11. Análisis de varianza de conversión alimenticia a los 21 d

Anexo 12. Análisis de varianza de conversión alimenticia a los 35 d

Anexo 13. Análisis de varianza de conversión alimenticia a los 42 d

Anexo 14. Fotografías en las diferentes etapas de vida y al momento de sacrificio de las aves durante el experimento.

RESUMEN

Se realizó un experimento para evaluar el efecto de un prebiótico derivado de paredes celulares de levadura (PCL-Glucano) sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde. Se utilizaron 245 aves de un día de edad (estirpe Cobb 500), los cuales fueron distribuidos mediante un diseño completamente al azar en cinco tratamientos con siete repeticiones por tratamiento. Y siete aves por repetición. Los tratamientos evaluados fueron: T1: concentrado comercial (CC), T2: CC + antibiótico (Ribofloxacina al 10%), T3: 0.1% de prebiótico PCL-Glucano (1000 mgkg^{-1} de alimento), T4: 0.15% de prebiótico PCL-Glucano (1500 mgkg^{-1} de alimento) y T5: 0.20% de prebiótico PCL-Glucano (2000 mgkg^{-1} de alimento); las variables evaluadas fueron peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Se realizaron mediciones a los 21, 35 y 42 d. Se encontró que los mayores pesos vivos (2347 y 2307 g), ganancias de pesos finales (2,316 y 2,275 g) y mejor conversión alimenticia (1.82 y 1.84) se obtuvieron con T2 y T5, sin diferencias estadísticas entre sí, pero fueron significativamente ($P < 0.05$) superiores a T1, T3 y T4. El análisis financiero demostró que el mejor tratamiento fue T5, superando a T2 en US\$ 0.21, en relación al costo utilidad del uso de los tratamientos. En conclusión la utilización de PCL-Glucano a razón de 0.20% en el concentrado de inicio y concentrado final para pollos de engorde, es una alternativa viable biológicamente y financieramente, para reemplazar el uso de antibióticos como aditivos en la alimentación de pollos de engorde.

Palabras clave: Prebiótico, Levadura, Pared Celular de Levadura (PCL-Glucano), antibióticos promotores del crecimiento (APC), pollo de engorde.

ABSTRACT

We performed an experiment to assess a prebiotic which is derived from cell walls of yeast (PCL-Glucan) in the productive behavior of broilers. We used 245 birds of a day of age (Cobb 500), which were distributed through a completely randomized design with five treatments with seven birds by treatment and seven replicates per treatment. The treatments assessed were: T1: commercial concentrate (CC), T2: DC + antibiotic (10 %) Ribofloxacin T3: 0.1 % of prebiotic PCL-Glucan (1.000 mg kg⁻¹ of food), T4: 0.15 % of prebiotic PCL-Glucan (1.500 mg kg⁻¹ of food) and T5: 0.20 % of prebiotic PCL-Glucan (2.000 mg kg⁻¹ of food); the variables evaluated were live weight, gained weight, feed intake and feed conversion; measurements were performed at 21, 35 and 42 days. It was found that the biggest weight alive was (2.347 and 2.307 g), gained weight (2.316 and 2.275 g) and a better feed conversion (1.82 and 1.84) are obtained with T2 and T5, which do not differ statistically among them, but were significantly (P<0.05) higher than T1, T3 and T4. The financial analysis showed that the best treatment was T5 to T2 surpassing US\$ 0.21 in relationship the utility cost of use of the treatments. In conclusion, the use of PCL-Glucan at the rate of 0.20 % in the initial concentrate and in the final concentrate for chickens for fattening is a viable alternative biologically and financially to replace the use of antibiotics as an additive in the feeding of broiler chickens.

Keywords: Prebiotic, yeast, cell walls of yeast, antibiotics growth promoter, broiler chicken.

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua, la producción avícola intensiva constituye la principal modalidad productiva en la que se sustenta actualmente este importante renglón de la economía nacional, según el Banco Central de Nicaragua, la industria avícola constituye el 3.5% del Producto Interno Bruto (PIB) Nacional y representa alrededor del 30% del PIB agropecuario (BCN, 2011).

La producción nacional de carne de pollo ha incrementado durante los últimos años. En el 2009, la producción de carne de pollo fue de 46.2 millones de libras, y en el 2011 fue de 55.1 millones de libras, lo que representa un aumento del 19.3% (BCN, 2011) y el sector avícola prevé para el 2013 un crecimiento de la producción de pollo del 5%, en comparación al 2012.

De acuerdo con el Banco Central de Nicaragua (BCN), el 79% de la producción nacional de pollo se destina al consumo interno, el 20% lo emplean las industrias que elaboran embutidos de pollo y el 1% se exporta.

El éxito de la producción animal intensiva se debe a factores como: empleo de animales de alta calidad genética, mejoramiento y control ambiental de las instalaciones, incremento de la bioseguridad y mejoramiento de la nutrición y alimentación de los animales. En este último punto, es necesario destacar el empleo de aditivos alimentarios, que se definen como sustancias, microorganismos o preparados distintos de las materias primas y premezclas que se añaden al alimento o al agua, a un nivel bajo de inclusión para influir favorablemente en el aprovechamiento del alimento, en los rendimientos productivos, el bienestar, la salud, mediante su influencia en el perfil de la flora microbiana intestinal (Ravindran, 2010)

Los Antibióticos Promotores de Crecimiento (APC), se han empleado como aditivos en dosis sub-terapéuticas en la alimentación animal con el fin de incrementar la eficiencia alimenticia y la salud de las parvadas. 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 a bacterias digestivas, para antibióticos empleados en la terapéutica humana y veterinaria, situación que puede constituir un riesgo potencial para la salud pública.

Actualmente, los sistemas intensivos de producción avícola al nivel mundial, se enfrentan a restricciones gubernamentales, presiones legislativas y al escrutinio público, a través de la influencia de los consumidores y las exigencias a la protección del medio ambiente y a la salud pública, para eliminar los APC como aditivos en la alimentación animal.

En este sentido, la Unión Europea (UE), 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). En este contexto, en los últimos años se han venido realizando investigaciones en la temática de productos aditivos naturales, que puedan ser empleados en la alimentación animal como sustitutos definitivos de los APC.

Esto ha incrementado el empleo de prebióticos que son ingredientes no digestibles, 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). El interés se ha centrado en el empleo de fracciones de las paredes celulares de levadura (PCL), en especial las derivadas de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, que sirven como fuente de beta-Glucanos y manano-oligosacaridos, que se ha comprobado intervienen de forma favorable en el mejoramiento de indicadores inmunológicos y productivos en las aves (Morales, 2007).

Basados en los planteamientos anteriores y como una alternativa para la sustitución de los APC, se realizó la evaluación de un producto prebiótico nacional, obtenido a escala de banco en el CEBiot-UPOLI (PCL-Glucano) utilizando diferentes niveles de inclusión en la alimentación de pollos de engorde.

II. OBJETIVOS

Objetivo General. Evaluar el efecto de la utilización de un nuevo producto prebiótico de manufactura nacional (PCL-Glucano), sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde y compararlo con un antibiótico utilizado como promotor de crecimiento.

Objetivos Específicos:

- Determinar los efectos de diferentes niveles de inclusión del nuevo producto prebiótico PCL-Glucano, sobre el comportamiento productivo (Peso vivo, ganancia de peso final, consumo, conversión alimenticia) en pollos de engorde Línea Cobb-500¹.
- Comparar los efectos de los tres niveles empleados del nuevo producto prebiótico PCL-Glucano con los obtenidos utilizando antibióticos promotores de crecimiento, y otros productos similares reportados en la literatura especializada.
- Evaluar desde el punto de vista financiero, la inclusión del prebiótico de manufactura nacional PCL-Glucano en la alimentación de pollos de engorde, utilizando la metodología de presupuestos parciales.

¹Guía de Manejo de pollos de engorde Cobb-Vantress, 2008

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área experimental

El estudio se realizó en el Módulo Avícola de la Dirección de Producción de la Universidad Nacional Agraria, ubicado en la “Hacienda Las Mercedes”, localizado geográficamente a los 12°10'41" a 12°08'05" en latitud norte y 86°10'25" a 86°09'44" longitud oeste. La temperatura media anual es de 27.3°C, precipitación promedio de 1,198.8 mm anuales y humedad relativa del 72% (INETER, 2005). Esto corresponde a una zona ecológica de vida de bosque tropical seco (Holdridge, 1978).

3.2. Diseño Experimental y análisis estadístico

Se utilizaron 245 pollitos de 1 d de edad de la estirpe Cobb 500, los que fueron distribuidos mediante un Diseño Completamente Aleatorizado en 5 tratamientos con 7 repeticiones por tratamiento y 7 aves por repetición.

Los tratamientos evaluados fueron:

1. Concentrado comercial (CC), sin antibiótico y sin prebiótico (Tratamiento testigo)
2. CC + antibiótico en el agua de bebida (Ribofloxaxina al 10%)
3. CC + 0.1% de prebiótico PCL-Glucano (1000 mg kg⁻¹ de alimento concentrado)
4. CC + 0.15% de prebiótico PCL-Glucano (1,500 mg kg⁻¹ de alimento concentrado)
5. CC + 0.20% de prebiótico PCL-Glucano (2,000 mg kg⁻¹ de alimento concentrado)

Los datos fueron analizados utilizando el Modelo Lineal General del Software MINITAB (versión 12.0 ®, Minitab, 1998). El procedimiento de separación de medias por la prueba de Tukey del Minitab fue utilizado cuando las diferencias entre tratamientos eran significativas. El modelo aditivo lineal utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

i: número de tratamientos evaluados

j: número de repeticiones utilizadas

Y_{ij}: representa la j-ésima repetición en el i-ésimo tratamiento evaluado

μ: es la media general y representa el estimador de la media de la población

T_i: representa el efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij}: es el error residual aleatorio o estimador del efecto aleatorio de variación generado en el experimento

3.3. Manejo del experimento

Los cuartos de alojamiento disponían de una cama de viruta de madera y las aves fueron alojadas utilizando una densidad de 7 aves/m². Durante la primera semana de edad de los pollitos se suministró calefacción con bombillas incandescentes durante 24 horas, con el fin de proporcionarles calor y brindarles confort ambiental, posteriormente se fue reduciendo el tiempo de exposición a las bombillas, hasta que las aves alcanzaron las tres semanas de vida, continuando con un fotoperiodo de luz natural.

El sistema de alimentación utilizado fue bifásico, recibiendo concentrado de inicio desde el primer día hasta los 21 d de edad y concentrado finalizador desde los 22 hasta los 42 d de edad. Las aves tuvieron acceso al agua y al alimento a libre disposición. La formulación de los concentrados se realizó según las recomendaciones suministradas por el estándar para el pollo Cobb 500 (Cobb, 2008) y preparado en forma de harina, para cubrir con los requerimientos nutricionales de esta estirpe de pollo de engorde. Los alimentos fueron elaborados en la Planta Escuela de Alimentos Balanceados de la Universidad Nacional Agraria (PEAB-UNA)

Se aplicó una dosis de vacuna contra la enfermedad de Gumboro y Newcastle a los 7 d de edad y una segunda dosis contra la enfermedad de Newcastle a los 14 d de edad (ambas vacunas fueron suministradas en el agua de bebida).

3.4. Metodología para la obtención del PCL- Glucano

Para la obtención del PCL-Glucano se desarrolló un proceso basado en la hidrólisis básica de la crema de levadura *Saccharomyces cerevisiae* de cervecería, en el cual se realizaron los siguientes pasos:

1. Obtención de la materia prima (crema de levadura *Saccharomyces cerevisiae* de cervecería).
2. Dejar decantar la levadura de cervecería en el mismo recipiente por 12 h, posteriormente eliminar todo el sobrenadante.
3. Extraer aproximadamente 1 l de levadura semisólida en un recipiente de 2 l y agregar agua destilada, mezclar y separar nuevamente el agua agregada en la centrifuga a 4,000 rpm 4 minutos⁻¹. Repetir la operación hasta tener toda la levadura lavada.
4. Calcular el peso seco de la levadura lavada.
5. Ajustar la temperatura en agitador orbital rotatorio.

6. Llevar 1 l de levadura a una concentración del 15% de sólido, ajuste de pH (con hidróxido de sodio) y adicionarle sal común.
7. Proceso de hidrólisis: Colocar dentro del agitador en un erlenmeyer de 2 l de capacidad, el litro de levadura con su concentración y el pH regulado. Se deja a temperatura y agitación constante durante 24 h.
8. Se retira el erlenmeyer y se lava la levadura hidrolizada con agua destilada, separando el sobrenadante (mezcla de extracto de levadura y la porción soluble de las paredes celulares, principalmente glucanos y mananos) y se procede igual a como se indica en el paso 2.
9. Se extrae el sólido y se coloca en una bandeja para su secado. Se seca en el horno a 800 °C hasta una humedad del 11%.
10. El producto seco se tritura hasta obtener un polvo fino.
11. Empacar en una bolsa de nylon la levadura hidrolizada.

3.5. Variables evaluadas

Para realizar las mediciones y estimaciones de las variables en estudio se realizaron tres etapas experimentales que fueron a los 21, 35 y 42 d de edad de las aves

Peso vivo (g): se realizó un pesaje individual de cada ave en cada etapa experimental.

Ganancia de peso (g): se estimó mediante la diferencia entre el peso vivo promedio de las aves al final de una determinada etapa experimental y el peso vivo promedio inicial de esa etapa experimental.

Consumo de alimento (g): se midió semanalmente determinando la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad de alimento sobrante

Índice conversión alimenticia: es la relación entre la cantidad de alimento consumido (kg) y el incremento de un kg de peso vivo y fue calculado para cada una de las etapas experimentales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ingredientes y composición química del concentrado de inicio y finalización para pollos de engorde empleados en el experimento

El sistema de alimentación utilizado fue bifásico, recibiendo concentrado de inicio desde el primer día hasta los 21 d de edad y concentrado finalizador desde los 22 hasta los 42 d de edad. Los ingredientes utilizados para la formulación de los concentrados de inicio en el presente estudio, así como su composición química, se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Ingredientes y composición química de los concentrados de inicio

Ingredientes	Concentrado Iniciador			
	CC (Testigo)	CC + 0.1% PCL	CC + 0.15% PCL	CC + 0.2% PCL
Sorgo	54.00	54.00	53.95	53.89
Harina de soya	21.00	21.00	21.00	21.00
Harina de carne	8.00	8.00	8.00	8.00
Harina de maní	9.47	9.47	9.47	9.47
Aceite de soya	5.23	5.23	5.24	5.26
Fosfato bicálcico	1.00	1.00	1.00	1.00
Sal común yodada	0.20	0.20	0.20	0.20
Salmex formaldehido	0.02	0.022	0.02	0.02
DL-Methionina	0.25	0.228	0.22	0.22
Pecutrin	0.40	0.35	0.34	0.34
Biolys	0.43	0.40	0.41	0.40
PCL-Glucano	0.00	0.10	0.15	0.20
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Análisis Nutricional Calculado				
Energía Metabolizable (kcal kg^{-1})	3083.00	3083.00	3083.00	3083.00
Proteína Bruta (%)	21.00	21.00	21.00	21.00
Lisina (%)	1.12	1.01	1.11	1.10
Metionina (%)	0.49	0.46	0.46	0.46
Metionina +C (%)	0.58	0.58	0.58	0.58
Treonina (%)	0.70	0.70	0.70	0.70
Triptófano (%)	0.22	0.22	0.22	0.22
Arginina (%)	1.55	1.55	1.36	1.36
Calcio (%)	1.01	1.01	1.01	1.01
Fósforo disponible (%)	0.53	0.53	0.53	0.53

Los requerimientos nutricionales de los pollos de engorde de la estirpe Cobb 500 en su etapa de inicio según los estándares son: Energía Metabolizable 3083 kcal kg⁻¹; Proteína Bruta 21%; Lisina 1.2%; Metionina 0.46%; Metionina + Cistina 0.89%; Treonina 0.79%; Triptófano 0.2%; Arginina 1.26%; Calcio 1% y Fósforo disponible 0.5%. Todos los concentrados iniciadores utilizados en el presente experimento cubren los requerimientos de nutrientes de los pollos de la estirpe Cobb 500, excepto en los casos de la lisina, metionina + cistina y la treonina, que están ligeramente por debajo de las necesidades, no obstante al comparar las raciones experimentales entre sí, se puede afirmar que son similares en cuanto al aporte de nutrientes.

Los ingredientes utilizados para la formulación de los concentrados de finalización utilizados en el presente estudio, así como su composición química, se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Ingredientes y composición química de los concentrados de finalización

Ingredientes	Concentrado Finalización			
	(Testigo)	0.1% PCL	0.15% PCL	0.2% PCL
Sorgo	54.50	54.50	54.50	54.50
H. de soya	20.00	20.00	20.00	20.00
H. de carne	8.00	8.00	8.00	8.00
H. de maní	6.00	6.00	6.00	6.00
Aceite de soya	7.50	7.50	7.50	7.50
Fosfato bicálcico	1.00	1.00	1.00	1.00
Sal común yodada	0.66	0.66	0.61	0.56
Salmex formaldehido	0.04	0.04	0.04	0.04
DL-Methionina	0.30	0.30	0.30	0.30
Pecutrin	1.20	1.20	1.20	1.20
Biolys	0.80	0.70	0.70	0.70
PCL-glucano	0.00	0.10	0.15	0.20
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Análisis Nutricional Calculado				
Energía Metabolizable (kcal kg ⁻¹)	3183.00	3183.00	3183.00	3183.00
Proteína Bruta (%)	18.85	18.85	18.85	18.85
Lisina (%)	1.23	1.17	1.17	1.17
Metionina (%)	0.51	0.51	0.51	0.50
Metionina +C (%)	0.52	0.52	0.52	0.52
Treonina (%)	0.63	0.63	0.63	0.63
Triptófano (%)	0.20	0.20	0.20	0.20
Arginina (%)	1.32	1.32	1.13	1.13
Calcio (%)	0.99	0.99	0.99	0.99
Fósforo disponible (%)	0.52	0.52	0.51	0.51

Los requerimientos nutricionales de los pollos de engorde de la estirpe Cobb 500 en su etapa de finalización según los estándares son: Energía Metabolizable 3,176 kcal kg⁻¹; Proteína Bruta 18%; Lisina 1.05%; Metionina 0.43%; Metionina + Cistina 0.82%; Treonina 0.72%; Triptófano 0.19%; Arginina 1.13%; Calcio 0.90% y Fósforo disponible 0.45%. Todos los concentrados finalizadores utilizados en el presente experimento cubren los requerimientos de nutrientes de los pollos de la estirpe Cobb 500, excepto en los casos de la metionina + cistina y la treonina, que están ligeramente por debajo de las necesidades, no obstante al comparar las raciones experimentales entre sí, podemos afirmar que son similares en cuanto al aporte de nutrientes (Cuadro 2).

4.2. Efecto de un antibiótico y diferentes niveles de PCL-Glucano sobre el comportamiento del peso vivo y ganancia de peso en pollos de engorde

En los resultados encontrados en el análisis de varianza para las variables peso vivo y ganancia de peso vivo de los pollos de engorde a los 21, 35 y 42 d de edad se encontró que existe un efecto altamente significativo (P<0.05) de los tratamientos estudiados.

Al comparar las medias por la prueba de Tukey para el peso vivo y ganancia de peso vivo de las aves a los 21, 35 y 42 d de edad en los diferentes tratamientos estudiados, se encontró que los mayores pesos vivos y las mayores ganancias de peso vivo en las etapas estudiadas, se obtuvieron con los tratamientos CC + antibiótico (T2) y CC + 0.2% PCL (T5), los cuales no difieren entre sí, pero difieren estadísticamente (P<0.05) de los restantes tratamientos en estudio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de un antibiótico y diferentes niveles de PCL-Glucano sobre el comportamiento del peso vivo y ganancia de peso en pollos de engorde

Variable	Tratamientos					ES
	CC	CC + Antibiótico	CC + 0.1% PCL	CC + 0.15% PCL	CC + 0.2% PCL	
Peso vivo (g)						
Inicial	32.1	31.3	32.0	30.7	31.6	0.68
A los 21 d	681.0 b	746.5 a	708.8 b	681.9 b	761.4 a	16.7
A los 35 d	1595b	1748 a	1624 b	1655 b	1691 ab	32.4
A los 42 d	2121 b	2347 a	2193 b	2201 b	2307 a	28.1
Ganancia de peso (g)						
A los 21 d	648.8 b	715.2 a	676.8 b	651.2 b	729.7 a	0.68
A los 35 d	1563 b	1717 a	1592 b	1624 b	1659 ab	16.8
A los 42 d	2089 b	2316 a	2161 b	2170 b	2275 a	28.26

En el cuadro 3, se puede observar que las aves alimentadas con los tratamientos CC + antibiótico y CC + 0.2% PCL lograron pesos vivos (2347 g y 2307 g, respectivamente) y ganancias de peso vivo (2316 g y 2275 g) a los 42 d, superiores ($P < 0.05$) a los obtenidos con los otros tratamientos en estudio.

La ganancia de peso vivo es la respuesta de los animales ante el consumo de una ración, refleja directamente la cantidad de nutrientes que tuvo disponible durante un periodo de tiempo determinado, mientras mayor sea la cantidad de nutrientes disponibles y que pueda digerir y absorber, mayor será la magnitud del peso que demuestre.

Los resultados del tratamiento de 0.2% de PCL-Glucano son similares a los reportados por los siguientes autores: Garibay (2007), experimentando con un producto comercial purificado derivado naturalmente de la forma β 1-3 y β 1-6-glucano de *Saccharomyces cerevisiae*, en pollos de engorde a razón de 0.125% reporta pesos vivos entre 2190 y 2270 g; Morales (2007), al comparar el efecto de 0.05% del PCL Saff-Mannan con un manano-proteína purificado al 0.095 $g\ t^{-1}$ y un beta-glucano purificado a 0.14 $g\ t^{-1}$ y la mezcla de ambos productos purificados, obtuvo pesos vivos de 2310, 2280, 2.310 y 2310 g, respectivamente y Lavielle *et al* (2009) empleando 10 $mg\ kg^{-1}$ de peso vivo de una suspensión para uso oral de β 1-3 glucano particulado lineal (β 1-3 GPL) en pollos de engorde obtuvo pesos vivos entre 2000 y 2017 g.

El tratamiento con 0.2% de PCL-Glucano presentó resultados superiores a los encontrados por los siguientes investigadores Pérez (2000) comprobando el efecto del suministro de un hidrolizado enzimático de crema de destilería (β 1-3 glucano) en pollos de engorde en concentraciones entre 0.05% y 0.10% encontró pesos vivos entre 2,010 y 2,140 g; Morales (2007) estudiando el efecto de incluir diferentes niveles de levaduras (0.05% y 0.10%) y dos tipos de PCL (Pronardy-500 y Saff-Mannan) a razón de 0.05% en el concentrado, reporta valores de 1980 y 2010 g de peso vivo con las levaduras, y de 2010 y 2017 g de peso vivo con los PCL.

Pedroso *et al*, (2005) empleando en pollos de engorde una suspensión uso oral de β -1-3 glucano particulado lineal (β 1-3 GPL) a razón de 10 $mg\ kg^{-1}$ de peso vivo a los 10 d de edad de las aves con un grupo de una aplicación y otros de dos aplicaciones con un intervalo de 7 d, encontró, en ambos caso peso vivos de 1920 g a los 42 d de edad, resultados inferiores a los encontrados en el presente trabajo con 0.2% PCL-Glucano. En este caso es importante destacar que el β 1-3 GPL aunque es un producto altamente purificado, se suministró en una dosis baja (10 $mg\ kg^{-1}$ PV) y solo se aplicó una o dos veces durante la crianza.

Los siguientes autores reportan pesos vivos en pollos de engorde superiores a los encontrados en el presente estudio.

Morales (2007) al evaluar una fuente comercial de mananos-oligosacáridos Saff-Mannan a razón de 0.05% en el concentrado de pollos de engorde obtuvo pesos vivos promedios 2540 g y en otro experimento estudiando el efecto de incluir en el concentrado 0.5 g t⁻¹ del PCL Saf-Mannan, 0.19 g t⁻¹ de un manano purificado y 0.23 g t⁻¹ de un beta-glucano purificado encontró pesos vivo de 2430; 2410 y 2430 g.

Benítez *et al.*, (2008) estudiando el efecto de incluir dos productos prebióticos comerciales Bio-Mos y Saf-Manann en pollos de ceba en concentraciones de 0, 0.5, 1.0 y 1.5 g t⁻¹ obtuvo pesos vivos de 2430; 2440; 2490 y 2490 g y Rostagno *et al.*, (2008) empleando el prebiótico Active MOS a razón de 1.0, 2.0 y 3.0 g ton⁻¹ alimento en pollos de engorde reporta a los 42 d de edad pesos vivos de 2480, 2450 y 2440 g,

Es importante destacar que las diferencias encontradas con el presente trabajo puede ser debido a que en los experimentos anteriormente mencionados se utilizaron pollos de engorde de estirpes diferentes (Ross, Hubbard, HE₂₁EB₃₄), además las aves contaban con excelentes condiciones de alojamiento, especialmente ventilación forzada con control de temperatura, comederos tolva, bebederos de tetina e iluminación artificial con control del tiempo de exposición a diferencia de nuestro experimento, que se realizó en condiciones semi-industriales.

Por su parte, Sakomura *et al* (2007) estudiando el empleo del prebiótico Active MOS (1.5 g t⁻¹ en la etapa de inicio y 1.0 g t⁻¹ en finalización) comparado con un PCL-Glucano a razón de 1.5 g t⁻¹, en pollos de ceba de la estirpe Cobb (la misma utilizada en este trabajo) reporta pesos de 2690 g para Active MOS, superior al encontrado en el presente trabajo y 2017 g para el PCL-Glucano, inferior a los resultados encontrados en el presente estudio, incluyendo al tratamiento testigo que no recibían ni antibiótico, ni PCL-Glucano.

4.3. Efecto de un antibiótico y diferentes niveles de PCL-Glucano sobre el comportamiento del consumo de alimento y la conversión alimenticia en pollos de engorde

El valor nutritivo de un alimento está en función de su composición química, de la digestibilidad de sus componentes y del consumo que hagan los animales, de tal manera que la cantidad de alimento consumido es uno de los principales factores determinantes del nivel productivo de los animales.

En el cuadro 4 se pueden observar los resultados obtenidos del análisis de varianza para el consumo de alimento y conversión alimenticia a diferentes edades, los cuales muestran que se encontró diferencias estadísticamente significativas (P<0.05) para el efecto de los tratamientos estudiados.

Cuadro 4. Efecto de un antibiótico y diferentes niveles de PCL-Glucano sobre el comportamiento del consumo de alimento y la conversión alimenticia en pollos de engorde

Variable	Tratamientos					ES
	CC	CC + Antibiótico	CC + 0.1% PCL	CC + 0.15% PCL	CC + 0.2% PCL	
Consumo de alimento (g)						
A los 21 d	1084 a	971 b	962 b	929 c	978 b	0.004
A los 35 d	2951 ab	2995 b	2850 a	2897 a	2894 a	0.021
A los 42 d	4147 a	4221 a	4086 b	4085 b	4199 a	0.029
Conversión alimenticia						
A los 21 d	1.68 a	1.36 b	1.43 b	1.43 b	1.34 b	0.040
A los 35 d	1.89 a	1.74 a	1.79 a	1.78 a	1.74 a	0.037
A los 42 d	1.99 a	1.82 b	1.89 ab	1.88 ab	1.84 b	0.027

Al comparar las medias por la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento a los 42 d, se encontró que el mayor consumo se obtuvo con las aves que consumían el tratamiento CC+ antibiótico, el cual no difiere significativamente del consumo que tuvieron las aves con el tratamiento CC y las que consumían CC+ 0.2% PCL, no obstante los tres tratamientos anteriormente mencionados difieren estadísticamente ($P < 0.05\%$) de los tratamientos CC+0.1% PCL y CC+0.15% PCL, que presentaron los menores consumos.

Los resultados alcanzados en este indicador demuestran que el consumo de alimento en las raciones estudiadas para cada una de las etapas (21, 35 y 42 d), fue menor a los valores de referencia estándar reportados para la estirpe de ave utilizada, siendo estos valores de consumo de alimento de 1063, 3249 y 4621g de alimento a los 21, 35 y 42 d de edad (Cobb, 2008). No obstante, es importante destacar que los mayores consumos se reportan para el tratamiento con antibiótico y para el de 0.2% de PCL-Glucano, lo cual se traduce en el mejor comportamiento de los indicadores peso vivo y ganancia de peso, de acuerdo a lo analizado en los acápite anteriores.

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

En este sentido, en el análisis de varianza practicado a la variable conversión alimenticia (Cuadro 4) se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Al realizar la comparación de medias por la prueba de Tukey para la variable índice de conversión alimenticia (ICA), se encontró que la mejor conversión alimenticia la presentaron las aves que consumieron los tratamientos CC+ antibiótico y CC+0.2% PCL, con 1.82 y 1.84, respectivamente. Las que no difieren significativamente entre sí, pero son superiores a las encontradas en los otros tratamientos bajo estudio.

Los ICA (1.84 y 1.89) encontrados en el presente estudio, utilizando 0.1; 0.15 y 0.20% de PCL-Glucano en el concentrado son similares a los reportados por Pérez (2000) que al utilizar β 1-3 Glucano encontró ICA entre 1.80 y 1.89, y a los de Sakomura *et al* (2007), quienes al estudiar el empleo del prebiótico Active MOS en pollos de ceba de la estirpe Cobb (la misma utilizada en este trabajo) reportan un ICA de 1.89.

No obstante, Morales (2007) al evaluar el efecto de incluir en el concentrado 0.5 g t⁻¹ del PCL Saf-Mannan, 0.19 g t⁻¹ para un manano purificado y 0.23 g t⁻¹ para un beta-glucano purificado reporta conversión alimenticia de 1.61; 1.61 y 1.59, respectivamente, valores que son mejores a los encontrados en el presente trabajo.

Sin embargo, el autor citado anteriormente, al estudiar el efecto de incluir en dos tipos de dietas, diferentes niveles de levaduras en el concentrado y dos tipos de PCL (Pronardy-500 y Saff-Mannan) a razón de 0.5 g t⁻¹ de concentrado, reporta índices de conversión alimenticia de 1.82 y 1.83, similares a los encontrados en el presente trabajo.

Por su parte, Benítez *et al*, (2008) probando el efecto de incluir diferentes productos prebióticos (Bio-Mos y Saf-Manann) en la ración pollos de ceba, a razón de 1.5, 1.0, y 0.5g t⁻¹ de Bio-Mos0.5, 0.5 y 0.5 g t⁻¹ del Saff-Manann, en los concentrados de inicio, crecimiento y finalizador, respectivamente, reportan valores para la conversión alimenticia entre 1.84 y 1.89, similares a los valores encontrados en este estudio.

En otro estudio realizado con el prebiótico Active MOS, Rostagno *et al* (2008) empleando tratamientos de 1.0; 2.0 y 3.0 g t⁻¹ de alimento en pollos de engorde, obtuvo índices de conversión alimenticia para las dosis citadas de 1.86, 1.87 y 1.88, respectivamente.

Garibay (2007), utilizando una marca comercial de un producto β -1-3-glucano purificado derivado naturalmente de la forma β 1-3 glucano y β 1-6-glucano de *Saccharomyces cerevisiae*, por procesos patentados, a razón de 1.25 g t⁻¹ de alimento, encontró valores de conversión alimenticia de 1.97 y 1.87, los valores encontrados en este trabajo son mejores a los reportados por estos autores.

4.4. Comparación de resultados para las variables de peso vivo (PV) e índice de conversión alimenticia (ICA), con el empleo de PCL-Glucano y otros productos de PCL

A continuación se observan las comparaciones entre resultados obtenidos por diversos autores empleando productos comerciales de PCL y el PCL-Glucano en el comportamiento de los indicadores productivos peso vivo y conversión alimenticia a los 42 d en diferentes estirpes de pollos de engorde.

Producto	Dosis	PV (kg)	ICA	Autor
Active MOS	1,550 g t ⁻¹	2.70	1.66	Sakomura <i>et al</i> (2007)
Saff-Mannan	500 g t ⁻¹	2.55	1.73	Morales (2007)
Active MOS	2,000-3,000 g t ⁻¹	2.44 - 2.45	1.87 – 1.88	Rostagno <i>et al</i> (2008)
Bio MOS	1,500 g t ⁻¹	2.50	1.86	Benítez <i>et al</i> (2008)
Saff- Mannan	1,000 g t ⁻¹	2.50	1.84	Benítez <i>et al</i> (2008)
β -glucano	145–227 g t ⁻¹	2.31-2.43	1.76-1.60	Morales (2007)
β-1,3/1,6 glucano	125 g t ⁻¹	2.30	1.87	Garibay (2007)
β-1,3 glucano particulado	10 mg kg ⁻¹ PV	2.00	—	Lavielle <i>et al</i> (2009)
PCL-Glucano	1,000 mg kg ⁻¹	2.02	1.89	Núñez, Piad, Reyes (2011)
PCL-Glucano	2,000 mg kg ⁻¹	2.31	1.84	Céliz, Cortéz, Piad y Reyes (2013)

Como se puede observar los resultados obtenidos en el presente trabajo, con relación al peso vivo final e índice de conversión alimenticia, están en el rango de resultados obtenidos por otros autores entre 2.00 y 2.70 para peso vivo y entre 1.60 y 1.89 para índice de conversión alimenticia (Sakomura *et al*, 2007, Morales 2007, Rostagno *et al*, 2008, Benítez, *et al*, 2007, Garibay 2007, Lavielle *et al*, 2009; Núñez, Piad y Reyes, 2011).

Con el empleo de este producto prebiótico a base de beta-glucano (PCL-Glucano) obtenido a escala de banco se observa en todos los casos un mejoramiento en los indicadores productivos estudiados en el tratamiento de 0.2% de PCL en comparación con el tratamiento control y similares a los obtenidos empleando un antibiótico en el agua de bebida (Ribofloxaxina al 10%).

Los antibióticos son utilizados en la industria de la producción animal o de forma más concreta dentro de los sistemas de producción intensiva, con dos finalidades principales: en una mayor proporción con fines terapéuticos para mejorar la salud y el bienestar de los animales y en una menor proporción con un fin profiláctico para mejorar el crecimiento y la eficiencia alimenticia del animal.

Los antibióticos utilizados en los concentrados para animales aparentemente ejercen su acción en la modificación y reducción de la microbiota intestinal. Y de manera significativa, sobre el control de las bacterias Gram-positivas que frecuentemente están asociadas con los problemas de salud y baja productividad animal. Debido a este efecto, la respuesta o eficacia de los APC para mejorar la productividad animal puede depender de diversos factores como el tipo de dieta empleada y las condiciones de higiene en las cuales son mantenidos los animales (Rosen, 1995; Bedford, 2000).

La estrecha relación entre la utilización de APC y la microflora del huésped ha sido corroborada por diversos autores que han encontrado que la utilización de APC en dietas de pollos de engorde libres de gérmenes o sin una microflora digestiva, no representó ningún beneficio en su productividad. De manera similar, pollos mantenidos en condiciones de muy buena higiene durante su periodo de crianza, mostraron una nula o pobre respuesta a la inclusión de APC en la dieta.

Estas observaciones podrían indicar que si los antibióticos contrarrestan los efectos adversos de la microflora digestiva sobre la eficiencia productiva del animal, pueden “permitir el crecimiento” en vez de “promoverlo” (Bywater, 1998; Anderson *et al.*, 1999). Esta aseveración pudo ser corroborada en los estudios de Muramatsu *et al.* (1994), quienes empleando pollos libres de gérmenes observaron que el costo en energía metabolizable aparente (EMA) que representa la microbiota presente en el tracto digestivo de los animales convencionales, era de al menos un 10% del total de la EMA de la dieta.

De hecho, los datos de este estudio también mostraron que los animales criados en condiciones libres de gérmenes mostraban un mayor crecimiento en relación a aquellos animales criados en condiciones convencionales, gracias al nulo efecto en la utilización de la EMA por parte de la microbiota digestiva.

Por otro lado, la utilización de APC puede brindar beneficios en términos de una reducción en la liberación de algunos contaminantes al medio ambiente y sobre el control de la presentación de algunas enfermedades.

Se conoce que las bacterias intestinales colonizan la pared intestinal del tracto digestivo, utilizan los componentes de la dieta, reducen la digestión y absorción de nutrientes particularmente lípidos al degradar algunas enzimas digestivas y en el caso de los lípidos por desconjugación de los ácidos biliares (Philips y Fuller, 1983; Langhout *et al.*, 2000).

Como consecuencia el huésped incrementa la producción de enzimas digestivas, el peso del páncreas y del intestino para digerir y competir por los nutrientes de la ración (Brenes *et al.*, 1993; Angkanaporn *et al.*, 1994).

En una situación de excesiva proliferación bacteriana en el tracto digestivo del animal, pueden ocurrir diversas situaciones que interfieran con su fisiología digestiva, por ejemplo: incremento de la respuesta inmunológica a escala de la mucosa digestiva que puede desencadenar inflamación (Taylor, 2001).

El incremento de la secreción de mucus e incremento de la tasa de renovación del epitelio digestivo por acción de poliamidas producidas durante el metabolismo bacteriano (Deloyer *et al.*, 1993; Noack *et al.*, 1996), incremento de la velocidad de migración de los enterocitos inmaduros al ápice de la vellosidad intestinal que puede mermar los procesos de digestión y absorción de nutrientes (Silva y Smithard, 1996), e incremento en la producción de calor debido a una mayor fermentación bacteriana de sustratos (Teeter *et al.*, 2003).

De acuerdo a Teeter *et al.* (2003), los gastos en energía del huésped para transformar o eliminar las sustancias tóxicas del metabolismo bacteriano, podrían ser de 242 Kcal EM kg⁻¹. Por lo tanto, el control o reducción de la microbiota del tracto digestivo del huésped por la acción de los APC, podría evitar los efectos nocivos de las bacterias, y proporcionar beneficios directos o indirectos al huésped a distintos niveles (Bedford, 2000; Richards *et al.*, 2005):

- Mejor estado de inmuno competencia. La reducción de microorganismos patógenos puede reducir la ocurrencia de enfermedades clínicas, sub-clínicas o procesos inflamatorios que generarían un gasto inmunológico para el animal.
- Reducción de los metabolitos microbianos que deprimen el crecimiento. Se sabe que algunos productos del metabolismo microbiano (como el NH₃ y el ácido láctico) aumentan la tasa de división celular de los enterocitos, lo cual consume energía, altera la barrera intestinal, favorece la translocación bacteriana e inhibe la máxima absorción de nutrientes.
- Menor competición por el uso de los nutrientes con los microorganismos.
- Favorecer la absorción y utilización de los nutrientes a través de una pared intestinal más delgada.

En estudios realizados para evaluar los efectos globales del empleo de APC en alimentación de pollos y cerdos mantenidos bajo diversas condiciones o ambientes, se sugiere que el promedio de beneficios de estas sustancias fue de una mejora en el índice de conversión de aproximadamente +3%, con un rango de 0 a 5% (Rosen, 1995; Thomke y Elwinger, 1998).

No obstante en 1997, el Comité Científico de Nutrición Animal emitió una opinión y posteriormente la Comisión Europea efectuó la suspensión o prohibición del empleo de la avoparcina en alimentación animal.

Al finalizar 1998, el Consejo de Ministros de la UE, suspendió la autorización como aditivos del fosfato de tilosina, espiramicina, bacitracina de zinc y virginamicina. En 1999, el Comité Científico de Dirección (Scientific Steering Committee o SSC por sus siglas en inglés) de la Comisión Europea, publicó su opinión sobre la resistencia hacia los antimicrobianos, considerando cuatro componentes ecológicos para la transferencia de resistencia a antimicrobianos: 1) humanos, 2) animales, 3) plantas, y 4) mantos freáticos (Bedford, 2000; Brufau, 2000)

En el 2003, el diario oficial de la UE publicó la regulación No. 183/2003 sobre los aditivos empleados en nutrición animal. Estableciendo que los antibióticos usados para promover el crecimiento en alimentación animal ya no serían permitidos a partir del 1 de enero del 2006. En el caso de los coccidiostatos e histomostáticos su inclusión como aditivos en los piensos para animales sería permitido hasta el 31 de diciembre de 2012, como una medida para limitar infecciones digestivas durante la crianza intensiva de aves (Adams, 2004).

En producción avícola, y en concreto, en pollos de engorde han sido realizados estudios para evaluar los efectos en la productividad del ave por la no utilización de APC en la dieta, encontrándose una reducción de la viabilidad de las aves del 0.14% al 0.20%, pérdida del peso promedio de 13.5 a 50 g y un incremento en el índice de conversión de 0.04; además de una mayor variación en la homogeneidad en las parvadas (Kaldhusdal, 2003)

Dentro de las principales prácticas descritas para afrontar las posibles pérdidas en la eficiencia productiva de los animales cuando los APC no sean utilizados en sus dietas, estarían aquellas encaminadas a mejorar las condiciones de bienestar y de salud del animal: 1) un mejor manejo de los animales, instalaciones y densidades de población; 2) mejora de las medidas de bioseguridad e higiene 3) cambios en los programas de alimentación, ingredientes y formulación de dietas y 4) aplicación de nuevas vacunas (entre éstas vs. Coccidias y Clostridium).

Aunadas a estas medidas, el empleo en las dietas de nuevos aditivos no-antimicrobianos que puedan ejercer efectos en el animal de tipo nutricional o de mejorar las condiciones de salud del tracto digestivo (nutracéuticos): enzimas, microorganismos, extractos de plantas, ácidos orgánicos, manano-oligosacáridos e inmuno-estimulantes (polisacáridos), son actualmente y serán empleados en la nutrición moderna como alternativas para mejorar la productividad del animal ante la ausencia de APC (Bedford, 2000; Brufau, 2000; Kaldhusdal, 2003; Adams, 2004).

Se ha comprobado que el empleo de la levadura *Saccharomyce scerevisiae* en dietas para pollos de engorde como un aditivo natural para proveer proteína de alto valor biológico, vitaminas y otros nutrientes.

Estas características también mejoran la digestibilidad y absorción de nutrientes y ayudan al control de patógenos entéricos. En conjunto, estas características naturales producen mejor comportamiento productivo de los pollos de engorde (López *et al.*, 2009).

Los mecanismos de acción de los antibióticos promotores del crecimiento (APC) empleados 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 podrían depender del tipo de polisacáridos estructurales presentes en la pared celular.

Estructuralmente las PCL son compuestos constituidos por tres grupos de polisacáridos: polímeros de 1,3/1,6 beta-glucanos, polímeros de manosa o manano-oligosacáridos y polímeros de quitina. Los beta-glucanos y los manano-oligosacáridos se encuentran en concentraciones importante en la pared celular, pudiendo ejercer diversos efectos en la salud y productividad de los animales (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).

Recientemente se ha incrementado el interés por el estudio de las fracciones o polisacáridos de las paredes celulares de levadura como β -glucanos y mananos, ambas moléculas pueden mostrar efectos benéficos en la salud de animales de producción y humanos. Dentro de las especies de hongos unicelulares clasificados genéricamente como levaduras encontramos incluido al *Saccharomyces cerevisiae* (González y Valenzuela, 2006) y es a partir de la crema de levadura que por un proceso de hidrólisis básica que obtuvimos el PCL-Glucano utilizado en el presente estudio.

La pared celular de la levadura está constituida por polisacáridos y glicoproteínas en forma de una red tridimensional. Estudios realizados con levadura de *Saccharomyces cerevisiae* sugieren que dependiendo de las condiciones de crecimiento, la pared celular de la levadura puede representar de un 10 a un 25% del total de la MS de la célula (Fleet, 1991).

Se ha estimado que el porcentaje de polisacáridos que puede contener la pared celular de la levadura puede ser de alrededor de un 85 a un 90%, y de un 10 a un 15% de proteínas. A escala estructural, la pared celular de la levadura esta constituidas por 3 grupos de polisacáridos: 1) polímeros de manosa o manano-proteínas, hasta un 50% de la MS de la PCL; polímeros de glucosa o β - 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 6% de la MS de PCL (Nguyen *et al.*, 1998; Klis *et al.*, 2002; Aguilar y François, 2003).

Uno de los primeros productos de PCL utilizados de forma comercial fue el BIO-MOS. Se plantea que su principal componente es un oligosacárido de manano purificado (MOS), este producto fue introducido por primera vez en el mercado en el año 1993 y es producido y comercializado con éxito por la empresa Alltech® (Alltech, 2007).

Existen en el mercado otros productos de PCL que a diferencia del BIO-MOS, se caracterizan por presentar además de los oligosacáridos de mananos el otro componente activo de la pared de la levadura en este caso, los betas 1-3 y 1-6 glucanos. Estos últimos también contribuyen al mejoramiento de la producción y la salud animal mediante un fuerte estímulo del sistema inmune que hace a los animales más resistentes al desafío de los patógenos ambientales y contribuye a su vez al mejoramiento de los indicadores productivos (ALINAT, 2009).

Otro de los productos derivados de las PCL que se propone emplear como sustitutos de los APC son los β – glucanos. Estos polisacáridos forman parte la pared celular de levaduras, bacterias y hongos, los más empleados actualmente en la producción animal son los derivados de cepas industriales seleccionadas de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Aguilar *et al*, 2004).

De acuerdo a distintas investigaciones realizadas en humanos y animales, los mecanismos de acción que estos aditivos pueden ejercer en el tracto digestivo del huésped, incluyen los siguientes efectos: competición por sitios y sustratos bacterianos; producción de compuestos tóxicos que inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos; reducción de la colonización de bacterias patógenas; modificación de las poblaciones bacterianas; modificación del sistema inmunitario; prevención de cáncer y reducción de los triglicéridos, colesterol y otros compuestos (amonio, escatol, indol, p-cresol y fenol) (Walker y Duffy, 1998; Gibson y Fuller, 2000; Simmering y Blaut, 2001).

Los mejores resultados encontrados en los pollos de engorde que consumieron la ración con 0.2% de PCL-Glucano, podrían estar asociadas a efectos directo e indirectos que las PCL tienen sobre la productividad y salud de los animales.

Como efectos directos podríamos incluir 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. Otra hipótesis planteada, es la capacidad que presenta la levadura para producir numerosas enzimas (proteasas, peptidasas, invertasas, hidrolasas, maltasas, fosfatasas, galactosidasas, etc), algunas de ellas 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 tipo nutricional y no nutricional que la levadura de *Saccharomyces* puede ejercer en la salud del animal, incluyen efectos diversos que van desde la modificación de la digestibilidad de nutrientes o MS, desarrollo de la mucosa digestiva, reducción de la colonización digestiva por bacterias patógenas como *Salmonella*, contrarrestar los efectos adversos de las micotoxinas y modificación de la respuesta inmunitaria.

Respecto a los mecanismos de acción de las levaduras y de PCL de *Saccharomyces cerevisiae* reportados en animales monogástricos, sus efectos podrían agruparse en tres distintos niveles: 1) exclusión de patógenos y micotoxinas, 2) estimulación del desarrollo de la mucosa digestiva y 3) estimulación de sistema inmune.

La mucosa del intestino delgado 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 adsorción de nutrientes (Moran, 1982; Turk, 1982; Moran, 1996; Dibner y Richard, 2004).

El epitelio de la mucosa digestiva se encuentra recubierto por diferentes tipos de células o enterocitos de forma rectangular alineados en columnas: células secretoras de moco (caliciformes o goblets), células con capacidad absorbente y células secretoras de hormonas (células endocrinas).

Los enterocitos que llevan a cabo funciones de absorción son conocidos también como enterocitos con membrana en “borde de cepillo” o “brushborder”, debido a que presentan en su membrana apical protuberancias similares a dedos o en forma de micro-vellosidades (Moran, 1982; 1996). Estas micro-vellosidades son contráctiles y realizan movimientos oscilatorios para inmovilizar las enzimas digestivas que finalizarán 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).

En asociación al sistema de micro-vellosidades se pueden observar una gran cantidad de glicoproteínas con enlaces tipo N y O que actúan como lectinas (glicocalix). Estas lectinas adquieren una importancia significativa en el animal ya que pueden interactuar con algunos microorganismos patógenos. En varias especies de animales ha sido descrito que antes de que los enterocitos puedan llevar a cabo funciones de absorción de nutrientes o durante el proceso de migración y diferenciación celular, pueden ser capaces de expresar enzimas digestivas en su membrana celular de tipo: disacaridasas, fosfatasas alcalinas, hidrolasas, maltasas, y aminopeptidasas-N (Moog, 1950; Weiser, 1973; King *et al.*, 1983).

La gran superficie que puede representar la mucosa intestinal del individuo es consecuencia de una serie de proyecciones de la misma (vellosidades) con considerables variaciones en su forma y distribución (King y McLelland, 1979). De los 7 a los 28 d de edad, el desarrollo en la forma de las vellosidades intestinales del pollo es más pronunciado a escala del yeyuno e íleon.

Estudios realizados sobre la morfometría de las vellosidades intestinales del pollo, sugieren que sus principales cambios ocurren entre los primeros 21 d de edad (Iji *et al.*, 2001). Al día de edad, los enterocitos son redondos y apolares no obstante, horas posteriores a la eclosión los enterocitos sufren un alargamiento, presentan una polaridad y la definición de su membrana en borde de cepillo (sistema de micro-vellosidades) (Geyra *et al.*, 2001).

Posterior a los 2 d de la eclosión, la altura de las vellosidades del duodeno se incrementa dos veces llegando a una meseta de máximo crecimiento los días 6 y 8 de edad del ave. En el yeyuno y el íleon, la meseta de máximo crecimiento de la vellosidad ocurre alrededor de los 10 d o más de edad del ave. Durante este periodo, los enterocitos de las secciones transversales de la vellosidad sufren un incremento en su tamaño de un 20 a un 40%, observándose crecimientos aún mayores en los enterocitos situados en las porciones baso-laterales de la zona apical de la vellosidad.

Como resultado del incremento en la altura, la anchura y del número de enterocitos de la vellosidad, se considera que el área de superficie de la vellosidad tiende a incrementarse paralelamente respecto a su altura (Uni *et al.*, 1995).

En tal sentido, Santin *et al.* (2001) y Zhang *et al.* (2005), sugieren que las PCL causan un efecto positivo en el desarrollo de la mucosa digestiva del pollo, ya que los grupos alimentados con PCL mostraron un mayor crecimiento en relación a los grupos controles sin PCL. En otro estudio Iji *et al.* (2001), evaluando la inclusión de MOS a 1, 3 y 5 kg t⁻¹ de alimento sobre la morfología y actividad enzimática de la mucosa digestiva de pollos de engorde encontró que las aves a los 21 d de edad, con la dosis de 5 kg de MOS obtuvieron mayores alturas de vellosidades en yeyuno e incrementó la actividad enzimática de la membrana en borde de cepillo de las células epiteliales y el transporte de aminoácidos a nivel de la mucosa del yeyuno.

Por otro lado, Santin *et al.*, (2001) al incorporar productos de PCL de *Saccharomyces cerevisiae* en una proporción de 2 g t⁻¹ en concentrado de pollos de engorde, encontraron una mayor altura de las vellosidades en las tres secciones del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) observándose criptas menos profundas solo en el caso del yeyuno. Este mismo efecto fue corroborado por Zhang *et al.* (2005) quienes adicionaron a la dieta de pollos de engorde 3 g de PCL t⁻¹ encontrando una mayor altura de vellosidades y mayor valor en la proporción de la altura vellosidad/profundidad de las criptas de la mucosa ileal.

Morales (2007), estudio el efecto que ejercía el empleo de diferentes dietas a base de maíz y trigo-cebada-centeno con el empleo de un producto PCL (Saff – Mannan, 0.5 g t⁻¹ de concentrado) y dosis purificadas de mananos y β-glucanos (0.09 y 0.14 g t⁻¹ de concentrado) en indicadores morfométricos de la mucosa intestinal de pollos de engorde.

Los indicadores estudiados fueron: altura de las vellosidades, grosor de la mucina y número de células caliciformes. En todos los casos se encontraron valores superiores a los controles con diferencias significativas en cada uno de estos indicadores. Dichos resultados pueden asociarse a los obtenidos en este trabajo en el sentido de que un incremento del sistema absortivo de los animales tratados con las dos dosis de PCL-Glucano en relación con el grupo control, se traduce en un mejor estado inmune de las aves y en una mejor respuesta absortiva de nutrientes, lo que se relaciona directamente con los mejores resultados productivos.

En torno a estos elementos señalados, algunas de las ventajas de la utilización de productos basados en polisacáridos de PCL, son su gran capacidad de resistir las condiciones químicas y físicas impuestas durante su trayectoria por el tracto digestivo del animal. Los efectos de las PCL en los monogástricos, podrían explicarse por el control de patógenos o efecto profiláctico que pueden ejercer, ante infecciones sub-clínicas o desafío inmunológico, ya que los desafíos inmunológicos pueden alterar de forma directa el consumo voluntario del alimento, la conversión alimenticia, el crecimiento y la salud del animal (Perry, 1995).

Por otro lado, según Pedroso *et al.*, (2005) la inmuno estimulación ha sido una de las opciones empleadas en Medicina Veterinaria para mejorar los indicadores de salud de los animales domésticos y por esta vía mejorar a su vez los indicadores productivos.

Las fracciones de β 1-3 glucano y 1-6-glucanos, se encuentran presentes en mayor concentración en la PCL y tienen la capacidad de estimular el sistema inmune innato del individuo al incrementar la actividad funcional de sus células fagocíticas (neutrófilos y macrófagos). Esta situación ha motivado el estudio de la aplicación de fracciones purificadas de beta 1,3/1,6-glucanos como productos capaces de estimular el sistema inmune de diversas especies de animales (mamíferos, aves, peces y camarones) e incrementar por esta vía los indicadores productivos (Guo *et al.*, 2003).

Acevedo *et al* (2001a y b) y Pedroso *et al.*, (2006) encontraron estimulación de indicadores de la respuesta a mediación celular en pollos, con el empleo del β 1-3 glucano particulado lineal así como en la respuesta inmune a las vacunas de Newcastle y Gumboro. Se sugiere que este mecanismo de inmuno estimulación podría brindar beneficios a los animales mantenidos en sistemas de producción intensivos los que pueden ser traducidos en términos de una mayor resistencia a las enfermedades, incrementar la supervivencia bajo condiciones de estrés así como mejorar la eficiencia productiva de las aves cuando no son utilizados APC en la dieta (Zhang *et al.*, 2005; Morales, 2007).

La respuesta inmune a las vacunas es uno de los factores esenciales que influyen en el logro de un adecuado control de las enfermedades infecciosas, por lo que se justifican todas las medidas tendientes al logro de este fin.

En el caso particular de los β -glucanos se conoce la presencia de receptores ampliamente expresados en monocitos, macrófagos y células dendríticas, neutrófilos, eosinófilos, células B y T, lo que justifica la respuesta que estos polisacáridos inducen, caracterizada por estimulación de la respuesta inmune (Willment, *et al.*, 2005).

Hasta la fecha los beneficios observados en la productividad animal por la suplementación de PCL en la dieta, muestran ser similares a los obtenidos con APC; esta situación podría sugerir que este tipo de aditivos pueden representar una buena herramienta para incrementar la eficiencia productiva del ave cuando los APC no estén presentes en alimento (Ferket *et al.*, 2002).

4.4. Análisis Financiero

Haciendo uso de la metodología de presupuestos parciales y la ganancia de peso como variable de medición se encontró que al comparar el tratamiento testigo (Concentrado comercial (CC), sin antibiótico y sin prebiótico) contra la adición en el alimento de CC + antibiótico (Ribofloxacina al 10%) y CC + 0.1% de prebiótico PCL-Glucano (1,000 mg kg⁻¹ de alimento concentrado), CC + 0.15% de prebiótico PCL-Glucano (1500 mg kg⁻¹ de alimento concentrado) y CC + 0.20% de prebiótico PCL-Glucano (2,000 mg kg⁻¹ de alimento concentrado); todas las adiciones fueron superiores al testigo.

Al comparar entre sí los tratamientos, se encontró que los que generaron mayor utilidad fueron el uso de antibióticos y el CC + 0.20% de prebiótico PCL-Glucano (US\$ 10.5 y US\$ 7.47 respectivamente). Sin embargo al considerar los costos de estos tratamientos encontramos que aunque antibiótico genero mayor utilidad, el prebiótico PCL 0.20 % fue US\$ 0.21 centavos más económico por cada US\$ 1.00 generado como utilidad, esto nos indica que el CC + 0.20% de prebiótico PCL-Glucano es la mejor alternativa para el productor contra el uso de antibióticos para pollos de engorde.

	Tratamiento	Dosis PCL ó antibiotico gr	Costo PCL, antibiotico, alimento/ QQ	QQ alimento/ciclo	Costo total PCL, antibiotico, alimento / ciclo	kg de peso	US\$ kg peso	ingreso total
1	Testigo		\$28,38	4	\$113,52	102,37	\$2,25	\$230,32
2	Antibiotico	100 ml	\$31,98	4	\$127,92	113,46	\$2,25	\$255,29
3	PCL 0.1%	45,36	\$30,01	4	\$120,05	105,91	\$2,25	\$238,29
4	PCL 0.15%	68,04	\$30,83	4	\$123,32	106,34	\$2,25	\$239,27
5	PCL 0.20%	90,72	\$31,65	4	\$126,58	111,49	\$2,25	\$240,85

V. CONCLUSIONES

- Los pollos de engorde de la estirpe Cobb 500 alimentados con Concentrado Comercial + Antibiótico y Concentrado Comercial + PCL-Glucano 0.20 %, mostraron un mejor comportamiento productivo que los otros tratamientos estudiados, obteniendo los mejores resultados con pesos vivos de 2 347 y 2 307 g, ganancias de pesos de 2 316 y 2 275 g y conversión alimenticia de 1.82 y 1.86, respectivamente.
- La inclusión de PCL-Glucano al 0.20 % en el concentrado comercial, presentó mejores resultados productivos (peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia) que las otras concentraciones de PCL-Glucano estudiadas.
- El comportamiento productivo (peso vivo y conversión alimenticia) de los pollos de engorde alimentados con concentrado comercial + 0.20 % de PCL-Glucano está en el rango reportado por otros autores en la literatura científica internacional, entre 2.00 y 2.70 kg para peso vivo y entre 1.60 y 1.89 para índice de conversión alimenticia.
- El análisis financiero realizado reflejó que con la utilización del prebiótico PCL-Glucano en concentración 0.20 % en el concentrado comercial para pollos de engorde se obtienen las mayores utilidades, al compararlo con los otros tratamientos estudiados, lo que nos indica que es una alternativa biológica y financieramente viable, para sustituir la utilización de antibióticos promotores de crecimiento en los concentrados alimenticios para pollos de engorde.

VI. RECOMENDACIÓN

- ✓ Utilizar el prebiótico PCL-Glucano de producción nacional en nivel de inclusión de 0.20 % en el concentrado para alimentación de pollos de engorde como alternativa biológica y financieramente viable para sustituir el uso de antibióticos como promotores de crecimiento.

VII. LITERATURA CITADA

Anderson, D.; Mccracken, V.; Aminov, R.; Simpson, J.; Mackie, R.; Verstegen, M.; Gaskins, H. 1999. Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. *Pig News Info.* 20: 115N–122N.

Acevedo, A.; Pedroso, M. 2001. Efecto del tratamiento con Beta 1-3 glucano particulado lineal sobre la respuesta humoral a la vacuna de Newcastle en Pollos. *Rev. Cubana Ciencia Avícola*, 25; 101-106.

_____ 2001. Efecto del tratamiento con Beta 1-3 glucano particulado lineal sobre la respuesta humoral a la vacuna de Newcastle en Pollos. *Rev. Cubana Ciencia Avícola*, 25; 101-106.

Aguilar, B.; Francois, J. 2003. A study of the yeast cell wall composition and structure in response to growth conditions and mode of cultivation. *Lett. Appl. Microbiol.* 37: 268-274.

Aguilar, B.; Francois, J. 2004. 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.

Angkanaporn, K.; Choct, M.; Bryden, E.; Annison, G. 1994. Efectos of wheat pentosons on endogenous amino losses in chickens. *J. Scie. FoodArg.* 66; 399-404

ALINAT S.R.L. (Insumos para Nutrición Animal). 2009. Insumos para producción animal. Active MOS. Prebióticos. (en línea). Consultado el 19 sep 2012. Disponible en www.alinatsrl.com/producto.aspx?qId=20

ALLTECH (Animal Nutrition, Animal Feed Supplements, Animal Health). 2007. Salud y desempeño a través de la nutrición. (en línea). Consultado el 19 sep. Disponible en [/hms.alltech.com/Latinoamérica/products.cfm#biomos](http://hms.alltech.com/Latinoamérica/products.cfm#biomos).

BCN (Banco Central de Nicaragua). 2011. Estadísticas económicas anuales. Nicaragua en cifras. http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/economicas_anuales/nicaragua_en_cifras/2011/Nicaragua_cifras_2011.pdf

Benítez, R.; Gilharry, A.; Gernat1.; Murillo, J. 2008. Effect of Dietary Mannan Oligosaccharide from Bio-Mos or SAF-Mannan on Live Performance of Broiler Chickens. *J. ApplPoult Res.* 2008. 17:471-475. <http://japr.fass.org/cgi/content/full/17/4/471>

Bedford, M. R. 2000a. Exogenous enzymes in monogastric nutrition their current value. *Animal Feed Science and Technology*, 86 . 1-13

_____ 2000b. Removal of antibiotic growth promotor from poultry diets: implication and strategies to minimise subsequent problems. *W. poult. Sci. J.* 56347.356

Brenes, A. M.; Smith, W.; Guenter.; R. Marquardt. 1993. Effect of enzymes supplementation on the performace and and digestive tract size of broilers chickens fed wheat and barley based diets. *Poult.Sci.* 72: 1731-1739

Brufau, J. 2000. The European Union ban of antibiotics performance enhancer in animal feeding and consequences: Potential alternatives. Pages 93-106 in selected Topics in Animal nutrition, Biochemistry and physiology, Winnipeg, CA.

Bywater, R. J. 1998. Benefits and microbial risk of feeding additive antibiotics. IFIF II Conference of Mixed-Feed manufactures in the Mediterranean- 1-5

Deloyer, P.; Dandrifosse, C.; Barthdomeus, N.; Klirmer, M.; Salmon, J.; Gerard, P.; Goessens, G. 1996. Polyamine and intestinal properties in adult rat's. *Br. J. Nutr.* 76: 627-637

Dibner, J.; Richards, J. 2004. The digestive system: Challenges and opportunities. *J. Appl. Poult. Res.* 13: 86-93

Ferket, P.; Parks, C.; Grimes, J. 2002. Benefits of dietary antibiotic and manna-oligosaccharide supplementation for poultry. 22 pages in: *Proc. Multistate poult. Feeding and Nutr.Conf. Indianapolis, Indiana, US.*

Fleet, G. 1991. *Cell Walls.2ed.*, A. H. Rose and J. S. Harrison, eds. Academy Press, New York, US.4.199-277

Gibson, G.; Fuller, R. 2000. Aspect of in vitro and in vivo research approaches directed toward indentifying probiotics and prebiotics for human use. *J. Nutr.* 130: 3915-3955

Gibson, G.; Roberfroid, M. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. In the Journal of Nutrition.(enlínea).Consultado el 24 ago 2012. Disponible en <http://jn.nutrition.org/content/125/6.toc>

González, A.; Valenzuela, L. 2006. *Saccharomyces cerevisiae*. <http://www.microbiologic.org.mz/mi>.

Guo, Y.; Ali, A; Qureshi, M. 2003. The influence of β -glucan on immune response in broiler chicks. *Inmuno pharmacology and Immunotoxicology*. 25: 461-472.

Holdridge, L. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. Traducida del ingles por H. Jiménez. IICA. San José, CR. 216 p.

Iji, P.; Saki, A.; Tivey, D.2001.Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. Intestinal weight and mucosal development. *British Poultry Science* 42: 505-513.

King, I.; Paterson, F.; Peacock, M.; Smith, M.; Syne, J. 1983.Effect of diet Upon enterocyti differentiation in the rat jejunum. *J. Physid.* 344: 465-481

King.A.; Mclelland, J. 1979. *Form and function in birds*. 1 Academic Press. New York, US.

Klis, F. M. 1994. Review: Cell Walk assembly in yeast. *Yeast* 10: 851-869

Langhout, J.; Schutte, J.; Jong, de J.; Sloetjes, H.;Verstegen, M.; Tamminga, S. 2000.Effect of viscosity on digestion of nutrients in conventional and germ- free chicks.*Br. J Nut.* 83: 533-540

Lavielle, J.; Pedroso, A; Soler, D. 2009. Dinámica de peso en pollo de ceba tratados con una formulación de β 1-3-glucano particulado lineal. Comunicación corta. *Revista Salud Animal* 31 (2): 129-132

Moog, F. 1950. The functional differentiation of the small intestine I. the accumulation of alkaline phosphomonoesterase in the duodenum of chicks.*J. exp. Zool.* 115: 109-130

Moran, Jr.; E. T. 1982. *Comparative nutrition of & Swing. The gastrointestinal system*. University of Guelph. Ontario, CA.

- 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. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. 2007. (en línea). <http://www.tdx.cat/handle/10803/5689>
- Moran, Jr.; E. T. 1996. Intestinal physiology influencing enteric disease in fowl. 39th Annual Meeting of American Association of Avian Pathology. Louisville, KY. July 21 1996
- Muramatsu, T.; Nakajima.; Okumura, J. 1994. Modification of energy metabolism by the presence of the gut microflora in the chicken. Br. J. Nutr. 71:709-717
- Ngyuen, T.; Fleet G.; Rogers P. Composition of the cell walls of several yeast species. Appl Microbiol Biotechnol 1998; (50):206-212
- Noack, J.; Klesseen, A.; Blaut, M. 1996. The effect of alimentary polyamine depletion on germ-free and conventional rats. J. Nutr. Biochem 7:560-566
- Núñez, H.; Piad, R.; Reyes, N. 2011. Evaluación de la actividad prebiótica de un nuevo producto (Glucano PCL - CEBiot) en pollos de engorde.
- Phillips, S.; Fuller, R. 1983. The activities of amylase and a trypsin like protease in the gut contents of germ-free and conventional chickens. Br. Poult. Sci. 24:115-211
- 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. La Habana, CU. 140 p.
- Pérez J.; Gianfellici, M. 2008. Actuales desafíos en la nutrición en pollos de engorde. Avicultura Profesional. 26 (1): 200.
- Pedroso, M.; Camps, M.; Lavielle, J.; Correa, H.; Soler, D. 2005. Formulación de β 1-3 glucano particulado lineal (β 1-3 gpl): Digestibilidad e impacto sobre indicadores de salud en pollos. HB21EB34. REDVET Vol VI No 9. Consultado en: 15/10/10. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.

Ravindran, V. 2010. Aditivos en la alimentación animal: presente y futuro. XXVI Curso Internacional FEDNA. Madrid, España, 4 y 5 de noviembre. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf

Richards, J.; Gon, J.; de Lange, C. 2005. The gastrointestinal microbiota and its role in monogastric nutrition and health with emphasis on pigs: Current Understanding, possible modulation, and new technologies for ecological studies. *Can. J. Anim. Sci.* 85:421-435

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

Rostagno, H.; Albino, C.; Godoi, N. 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*. Consultado en: 22/11/10. Disponible en <http://www.biorigin.com.br>

Sakomura, N.; Barbosa, N.; Bonato, M.; Goldflus, F. 2007. Evaluación de Active-MOS y de otras fuentes de manan-oligosacáridos (MOS) sobre el desempeño zootécnico de pollos de engorde. Consultado en: 24/11/10. Disponible en <http://www.biorigin.com.br/clientes/biorigin/exp/613-00ActiveM en pollos de corte.pdf>

Santin, E.; Maiorka, A.; Macari, M. 2001. Performance and intestinal mucosa development of broilers chickens containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. *Journal Applied Poultry Research* 10: 236-244.

Silva, S.; Smithard, R. 1996. Exogenous enzymes in broiler diets: Crypt cell proliferation, digesta viscosity short chain fatty acids and xylanases in the jejunum. *Br. Poult. Sci.* 37 (Supplement): S77-S79

Simmering, R.; Blaut, M. 2001. Pro- and probiotics the tasty guardian angel. *Appl. Microbiol. Biotechnol* 55:19-28

Taylor, D. 2001. Effects of antimicrobials and their alternatives. *Br. Poults. Sci.* 42 (suppl. 1) S67-S68

Teeter, L.; McKinney, L.; Beacker, A. 2003. Valor calórico efectivo y energía-valores nutricionales en broilers comerciales. Page 95-104 in *XL Symposium sec. Esp. WPAS*, Girona, 1-3/10/03

Thomke, S.; Elwinger, K. 1998. Growth promotants in feeding pigs and poultry. I. Growth and feeding efficiency responses to antibiotic growth promotants. *Ann. Zootech.* 47:85-97

Turk, D. 1982. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization poult. *Sci.* 61:1225-1244

Uni, Z.; Sklan, D. 1995. Posthatch changes in morphology and function of small intestine in heavy and light strain chick. *Poult. Sci.* 74: 1627-1629

Van dijk, J.; Koninck, J. 2002. Structural and functional aspects of a healthy gastrointestinal tract. Page 71-98 in nutrition and health of the gastrointestinal Trac. M. C. Block, H. A. Vahl.; G. Hemke and M. Hessin, edwageningen. Academic Publisher. Wageningen. The Netherlands

Walker, W.; Duffy, L. 1998. Diet and bacterial colonization: role of probiotics and prebiotics. *J. Nutr. Biochem.* 9: 668-675

Weiser, M. 1973. Intestinal epithelial cell surface membrane glycoprotein synthesis. I. An indicator of cellulay differentiation. *J. Boil. Chem.* 248: 2536-2541

Willment, A.; Marshall A.; Reid, D.; Williams, L.; Wong S.; Gordon, S.; Brown, G. (2005). The human β -glucan receptor is widely expressed and functionally equivalent to murine Dectin-1 on primary cells. *European Journal Immunology* 35: 1539-1547.

Zhang, A.; Lee, B.; Lee, S.; Song, K.; Lee, H. 2005. Effects of yeast *Saccharomyces cerevisiae* cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broilers chicks. *Poultry Science.* 84: 1015-1021.

VIII. ANEXOS

Anexos 1. Análisis de varianza para los indicadores productivos

Anexo 1. Análisis de varianza peso inicial

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	9.953	2.488	0.77	0.554 ns
Error	30	97.176	3.239		
Total	34	107.130			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 2. Análisis de varianza peso vivo a los 21 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	38017	9504	4.82	0.004*
Error	30	59164	1972		
Total	34	97180			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 3. Análisis de varianza peso vivo a los 35 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	99458	24864	3.38	0.021*
Error	30	220535	7351		
Total	34	319993			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 4. Análisis de varianza peso vivo a los 42 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	234530	58633	10.58	0.00*
Error	30	166222	5541		
Total	34	400752			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 5. Análisis de varianza ganancia de peso a los 21 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	38016	9504	4.81	0.004*
Error	30	59276	1976		
Total	34	97293			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 6. Análisis de varianza ganancia de peso a los 35 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	100479	25120	3.40	0.021*
Error	30	221330	7378		
Total	34	321808			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 7. Análisis de varianza ganancia de peso vivo a los 42 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	235694	58924	10.54	0.00*
Error	30	167697	5590		
Total	34	403391			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 8. Análisis de varianza del consumo de alimentos a los 21 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	0.095015	0.023754	202.68	0.000*
Error	30	0.003516	0.000117		
Total	34	0.098531			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 9. Análisis de varianza del consumo de alimentos a los 35 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	0.088945	0.022236	6.87	0.000*
Error	30	0.097095	0.003237		
Total	34	0.186040			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 10. Análisis de varianza del consumo de alimentos a los 42 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	0.110214	0.027554	4.76	0.004*
Error	30	0.173525	0.005784		
Total	34	0.283739			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 11. Análisis de varianza de conversión alimenticia a los 21 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	0.49910	0.12478	11.36	0.000*
Error	30	0.32937	0.01098		
Total	34	0.82847			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 12. Análisis de varianza de conversión alimenticia a los 35 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	0.093389	0.023347	2.39	0.073*
Error	30	0.292686	0.009756		
Total	34	0.386074			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexo 13. Análisis de varianza de conversión alimenticia a los 42 d

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	4	0.111074	0.027769	5.47	0.002*
Error	30	0.152314	0.005077		
Total	34	0.263389			

*= significativo **= altamente Significativo Ns = no significativo

Anexos 14. Fotografías en las diferentes etapas de vida y al momento de sacrificio de las aves durante el experimento

Figura 1. Concentrado con adición de PCL-Glucano

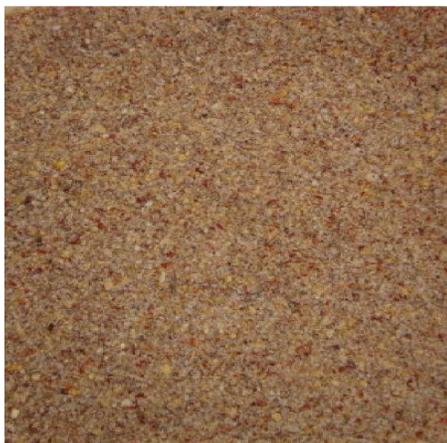


Figura 2. División de los 35 cubículos



Figura 3. Cubículo con su respectivo tratamiento



Figura 4. Pollitos de un día colocados respectivamente en los cubículos



Figura 5. Aves a los 21 d de edad



Figura 6. Aves a los 35 d de edad



Figura 7. Aves a los 42 d de edad



Figura 8. Aves preparadas para el sacrificio



Figura 9. Aves en el proceso de evisceración.

