



UNIVERSIDAD DE CHILE

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**



**“EVALUACIÓN DE DOS ADITIVOS FORMADOS UNO POR ANTICUERPOS
ESPECÍFICOS DEL HUEVO (BIG BIRD®) Y OTRO, POR
MICROORGANISMOS VIVOS (PROBIÓN®), INCORPORADOS SOLOS Y
COMBINADOS EN LA DIETA DE POLLOS BROILERS, SOBRE
VARIABLES PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS”**

JOHNNY EDUARDO MUÑOZ MEDINA

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

PROFESOR GUÍA: SERGIO CORNEJO VALDIVIESO

SANTIAGO, CHILE

2010



UNIVERSIDAD DE CHILE



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

EVALUACIÓN DE DOS ADITIVOS FORMADOS UNO POR ANTICUERPOS ESPECIFICOS DEL HUEVO (BIG BIRD®) Y OTRO, POR MICROORGANISMOS VIVOS (PROBION®), INCORPORADOS SOLOS Y COMBINADOS EN LA DIETA DE POLLOS BROILER, SOBRE VARIABLES PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS



JOHNNY EDUARDO MUÑOZ MEDINA

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Medicina
Preventiva Animal

NOTA FINAL:

PROFESOR GUÍA : SERGIO CORNEJO VALDIVIESO

PROFESOR CONSEJERO: HÉCTOR HIDALGO OLATE

PROFESOR CONSEJERO: ALEJANDRO LÓPEZ VILLANUEVA

NOTA	FIRMA
Siete (7.0)	<i>[Signature]</i>
Siete (7.0)	<i>[Signature]</i>
Siete (7.0)	<i>[Signature]</i>

Esta memoria fue realizada en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, bajo la dirección del Dr. Sergio Cornejo Valdivieso y la colaboración del Dr. Gastón Cassús. La realización de este trabajo fue financiado por las empresas AOVA Technologies TM, Inc. y Agrícola ARIZTÍA Ltda.

“No necesito la fuerza para vencer, sino aquella que permita levantarme una y otra vez”.

Dedicado a mis padres y amigos.

RESUMEN

En este estudio se evaluó la incorporación, tanto en forma individual y conjunta, de dos aditivos comerciales, uno formado por anticuerpos específicos de la yema del huevo (Big Bird[®]) y otro compuesto por microorganismos vivos (Probión[®]) en la dieta de pollos broiler durante un ciclo comercial completo de producción. Para esto se utilizaron 540 pollitos broiler machos (línea Cobb 500) de un día de edad, a los cuales se asignaron aleatoriamente a tres tratamientos distintos.

Nutricionalmente, el estudio fue dividido en dos etapas, una denominada inicio correspondiente a los días 1-21 de edad y otra etapa, final, que comprende los días 22-42 del estudio. Todos los pollos recibieron las mismas dietas base según los requerimientos nutricionales sugeridos para la línea genética utilizada. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) para las variables productivas consumo de alimento, mortalidad e índice de eficiencia productiva entre tratamientos durante los períodos parciales y/o acumulativos del estudio.

En cuanto al peso vivo y eficiencia de conversión alimenticia, se hallaron diferencias considerables ($p\leq 0,05$) entre tratamientos exclusivamente durante las dos primeras semanas del ensayo. Para el caso de los indicadores económicos margen bruto y costo alimentario de la ganancia de peso evaluados en el estudio, no se registraron variaciones significativas ($p>0,05$) en el período acumulado 1-42 días.

Palabras clave: pollo broiler, anticuerpos de la yema del huevo, probiótico, indicadores productivos y económicos.

ABSTRACT

In this study the effect of the incorporation, both individually and jointly, of two commercial additives was evaluated, one formed by specific egg yolk antibodies (Big Bird®) and other composed of living microorganisms (Probión®) in the diet of commercial broiler for a complete production cycle. To this purpose, 540 one day old male broiler chicks (Cobb 500) were used, which were randomly assigned to three different treatments.

Nutritionally, the study was divided into two stages, one called “home” for chicks 1-21 days old and the other stage, “final”, which included days 22-42 of the study. All chickens received the same diet as the nutritional basis suggested for the genetic line used. There were no statistically significant differences ($p > 0.05$) for the productive parameters of food consumption, mortality rate, and productive efficiency index between treatments during partial periods and/or in the cumulative effects of the study.

With regard to live weight and feed conversion efficiency, there were significant differences ($p \leq 0.05$) between treatments only during the first two weeks of the trial. In the case of economic indicators, gross margin and cost of food for weight gain were evaluated in the study, and there were no significant variations ($p > 0.05$) in the cumulative period of 1-42 days were found.

Keywords: broiler chicken, egg yolk antibodies, probiotics, productive and economic indicators.

TABLA DE CONTENIDO

1.- Introducción	1
2.- Revisión Bibliográfica	
2.1.- Panorama nacional de la producción del pollo broiler.	2
2.2.- Promotores del crecimiento en pollos broilers.	3
2.3.- Antibióticos promotores del crecimiento.	4
2.3.1.- Mecanismos de acción.	5
2.3.2.- Beneficios productivos.	6
2.3.3.- La resistencia bacteriana.	6
2.3.4.- Consecuencias tras su prohibición.	7
2.4.- Probióticos.	7
2.4.1.- El probiótico ideal.	8
2.4.2.- Variedades microbianas utilizadas.	8
2.4.3.- Mecanismo de acción.	9
2.4.4.- Expectativas.	10
2.3.-Anticuerpos de la yema del huevo	10
2.3.1.-Introducción	10
2.3.2.- El sistema inmune de las aves.	11
2.3.2.1.- Inmunoglobulinas	12

2.3.2.2.- Diferencias estructurales entre IgY e IgG.	13
2.3.2.3.- Características físico-químicas de IgY.	14
2.3.3.-Producción y obtención de IgY desde la yema del huevo.	16
2.3.3.1.- La gallina como fuente de anticuerpos.	16
2.3.3.2.- Inmunización	17
2.3.3.3.- Transferencia de anticuerpos a la yema.	19
2.3.3.3.1.- Composición de la yema.	20
2.3.3.4.- Aislamiento y extracción de IgY desde la yema.	21
2.3.4.- Algunas aplicaciones de la inmunoglobulina Y.	22
2.3.5.- Mejoramiento del crecimiento y eficiencia alimentaria mediante IgY.	23
2.3.5.1.- Aditivos formados por anticuerpos específicos de la yema del huevo.	23
2.3.5.2.- Mecanismos de acción de los anticuerpos de la yema del huevo en el intestino.	24
2.3.5.2.1.- Efectos de la inflamación intestinal en la producción animal.	24
2.3.5.2.2.- Anticuerpos anti-fosfolipasa A2 (Big Bird®)	24
3.- Hipótesis	26
4.- Objetivos	26
4.1.- Objetivo General	26
4.2.- Objetivo Específicos	26

5.- Materiales y Métodos	27
5.1.- Diseño Experimental	27
5.1.1.- Instalaciones y animales experimentales.	27
5.1.2.- Desarrollo del estudio y composición de las Dietas.	28
5.2.- Mediciones	29
5.2.1.- Indicadores Productivos	29
5.2.1.1.- Peso vivo promedio individual.	29
5.2.1.2.- Consumo de alimento promedio individual.	30
5.2.1.3.- Eficiencia de conversión alimenticia promedio.	31
5.2.1.4.- Mortalidad	32
5.2.1.5.- Índice de eficiencia productiva promedio.	32
5.2.2.- Indicadores Económicos	33
5.2.2.1.- Margen bruto promedio.	33
5.2.2.2.- Costo alimentario promedio de la ganancia de peso.	34
5.3.- Análisis de Dietas	34
5.4.- Análisis Estadístico	34
6.- Resultados y Discusión	36
6.1.- Indicadores Productivos	36
6.1.1.- Peso vivo promedio individual.	36

6.1.2.- Consumo de alimento promedio individual.	39
6.1.3.- Eficiencia de conversión alimenticia promedio.	40
6.1.4.- Mortalidad	42
6.1.5.- Índice de eficiencia productiva promedio.	43
6.2.- Indicadores Económicos	45
6.2.1.- Margen bruto promedio	46
6.2.2.- Costo alimentario promedio de la ganancia de peso.	47
6.3.- Comentarios finales.	48
7.- Conclusiones	50
8.- Bibliografía	51
9.- Anexos	63

1.- Introducción

A lo largo de la historia, el crecimiento de la población humana ha significado un aumento en la demanda por fuentes proteicas de buena calidad y bajo costo, de ellas, la producción de carne de ave, en especial el pollo broiler, ha mostrado ser una solución eficiente a este problema. Esto debido a que esta especie posee un breve ciclo biológico, excelente conversión alimenticia, un fácil manejo, bajos costos de producción, reducida generación de desechos y además responde bien a un régimen intensivo de producción. También lo explica la rigurosa selección genética que se ha aplicado a esta especie, el concepto de bioseguridad, además la automatización de la industria y la búsqueda de diversas herramientas que optimizan el sistema como los antibióticos promotores del crecimiento (APC).

Tras la aplicación de APC en animales bajo dosis sub-terapéuticas se evidenció una mejora en los parámetros productivos, sin embargo, poco después de su descubrimiento ya se evidenciaron cepas bacterianas resistentes a ellos no sólo en animales, sino que también en humanos. En consecuencia, tal suceso se adjudicó al uso indiscriminado de los APC en la producción animal y los consumidores conscientes de ello, están presionando a los avicultores para que se elimine su uso, aún en ausencia de evidencias científicas de su causa. Tal fue el caso en la Unión Europea (UE) en donde desde enero de 2006 se prohibió cualquier uso de antibióticos como promotores del crecimiento en animales (Berghman *et al.*, 2005).

Con la globalización de los mercados, esta tendencia de seguro se extenderá a los demás países, desarrollándose un nuevo desafío para la avicultura, siendo de suma importancia encontrar alternativas que les permitan mantener tal competitividad lograda hasta entonces con los APC.

En este trabajo se evaluaron dos productos comerciales que tienen su sitio de acción a nivel local intestinal, un probiótico utilizado actualmente en la industria nacional y un nuevo aditivo compuesto por anticuerpos extraídos de la yema del huevo que también busca reducir el estrés intestinal causado por microorganismos y de este modo, optimizar el uso de los nutrientes, beneficio esperable y que debería reflejarse en mejores rendimientos productivos y económicos.

2.- Revisión bibliográfica

2.1.- Panorama mundial de la producción del pollo broiler.

Durante el período 2008-2009 el mundo pasó por una fuerte crisis económica, siendo la más grande desde la depresión de la década del 30. Es factible que no se vuelva al ritmo de crecimiento del 2007 sino hasta el año 2012 (Aho, 2010). Irremediablemente, la crisis económica ha afectado a la industria avícola mundial y también en Latinoamérica (tabla 1). El menor ingreso per cápita disminuye el consumo de pollo, y con ello, la capacidad de exportar (Aho, 2010). Además, el precio del maíz (uno de los insumos más importantes en la dieta del pollo broiler) ha experimentado una constante alza en el último tiempo producto de la mayor demanda mundial, sobre todo con su nuevo uso alternativo en la generación de biocombustibles como el etanol (APA, 2009). Como si esto fuera poco, la prohibición del uso de los antibióticos como promotores del crecimiento en diversos países incluido Chile (SAG, 2010), ha significado un gran desafío para los productores.

Tabla 1.- Consumo y producción de pollos en Latinoamérica antes, durante y lo esperado tras la última crisis económica mundial. ¹

	Antes (2008)	Durante (2009)	Esperado (2010-2012)
Producto Bruto			
US\$/Persona (Banco mundial)	\$ 7,500	\$ 7,250	\$ 7,600
Población en millones	570	590	610
Consumo kg/per cápita	23	22	23
Exportación, millones de ton.	3.3	3.0	3.5
Producción total, millones ton.	16.4	6.0	17.5

¹Modificado de Aho, 2010.

Con los 9 mil millones de personas que poblarán el mundo para el año 2050, se espera que la carne de pollo presente la mejor sustentabilidad; Por ejemplo, para producir un kilo de carne bovina se requieren 4 kg de granos (en corrales de engorda), 3 kg en el caso del cerdo y sólo 2 kg en los pollos broilers (Aho, 2010). No hay que olvidar, el cambio que han demostrado los consumidores con respecto al consumo de carne, quienes hoy definitivamente prefieren alimentos sanos, inocuos y nutritivos (APA, 2009). Conscientes de ello, los productores nacionales tienen bastantes

expectativas de desarrollo en cuanto a la producción y exportación de la carne de pollo, focalizados en la calidad de sus productos y apoyados por la apertura comercial de Chile, han desarrollado un proyecto exportador que ha ido tomando fuerza desde el año 2000 (APA, 2009).

2.2.- Promotores del crecimiento en pollos broilers.

En un sistema productivo tan intensificado como lo es la industria del pollo broiler, los promotores del crecimiento representan un medio eficaz para lograr un alto rendimiento. La Organización Mundial de la Salud los define como “aquellas sustancias distintas de los nutrientes de la ración que aumentan el ritmo de crecimiento y mejoran el índice de conversión de los animales sanos y correctamente alimentados”, es por esto que el término promotor del crecimiento se puede aplicar a más de un tipo de sustancias en producción animal (Silván, 2006). Además hay que considerar que los promotores del crecimiento son considerados aditivos y no medicamentos para animales, por ende, no están sujetos a receta médica y se permite su aplicación bajo límites establecidos por normas internacionales.

Las ventajas que se obtienen tras su uso son diversas y abordan elementos de vital importancia en producción animal como lo son: calidad, dinero y tiempo. Puesto que con el uso de estas sustancias se busca maximizar la expresión del potencial genético de los animales, y de esta forma, alcanzar un ejemplar con una mayor proporción de músculo (mayor porcentaje de tejido magro) en base a un bajo consumo de alimento y alcanzar el peso de faena lo antes posible (Austic y Nesheim, 1994).

Existen varios aditivos de este tipo disponibles en el mercado, con variados mecanismos de acción y compuesto activo. Sin embargo, un promotor del crecimiento idealmente debiera cumplir con una serie de características, como mejorar el rendimiento en forma eficiente y económica, no ser absorbidos por el intestino, no dejar residuos en la canal, estar privado de propiedades mutagénicas y carcinogénicas, permitir el desarrollo de la flora gastrointestinal normal y ser inocuos para la salud tanto del hombre como de los animales (Stábile, 1996).

Sin duda el promotor del crecimiento más utilizado en la historia de la producción animal ha sido las drogas antibacterianas, al que se le descubrió un uso alternativo al incorporarse en la dieta de los animales lográndose mejores rendimientos productivos.

2.3.- Antibióticos promotores del crecimiento.

Los antibióticos promotores del crecimiento (APC) son aditivos antimicrobianos que al ser incorporados en concentraciones sub-terapéuticas en las raciones animales aumentan su rendimiento y productividad. Este efecto fue descubierto en los años 40 cuando se observó que los animales alimentados con micelos deshidratados de *Streptomyces aureofaciens*, los cuales contenían residuos de Clortetraciclina, mejoraban su crecimiento (Dibner y Richards, 2005). Más adelante, se comprobaron los mismos resultados en diversos antibióticos y para diversas especies animales, lo que se empezó a conformar en una práctica habitual en las explotaciones comerciales en diversos países.

Dentro de los APC se incluyen diversos grupos de antibióticos no relacionados estructuralmente y ejercen su actividad antibacteriana por diversos mecanismos que hasta hoy no se han esclarecido del todo. Sin embargo, es claro que sus efectos se enfocan más bien a través de su actividad antibacteriana más que una vía de mecanismo metabólico directo; Esto se ha demostrado por su eficacia reducida en animales libres de gérmenes (Cook, 2004). Los mecanismos de acción se focalizan en las interacciones entre los antibióticos y la biota intestinal, puesto que la mayoría de estos productos no son absorbidos (Dibner y Richards, 2005).

2.3.1.- Mecanismos de acción.

Entre las diversas publicaciones científicas se han propuesto cuatro mecanismos de acción de los APC:

1) Reducción de la producción de toxinas bacterianas:

Al ejercer su acción bactericida se logra aminorar indirectamente la generación de toxinas que afectan adversamente la mucosa intestinal y con ello la absorción de nutrientes. Por otro lado, varios antibióticos actúan previniendo que las bacterias se adhieran al epitelio intestinal y de este modo las toxinas liberadas en el lumen son denaturalizadas por enzimas digestivas (Yeo y Kim, 1997).

2) Ahorro de nutrientes alimentarios:

Los millones de microorganismos por mililitro que conforman la biota bacteriana actúan como un filtro metabólico en la ingesta alimentaria. Los APC controlan el número de bacterias y su metabolismo (sobre todo de la urea y de los aminoácidos) reduciendo el consumo de nitrógeno y de energía (Anadón, 2007).

3) Evitando la respuesta inmune local:

Al desencadenarse la quimiotaxis de los leucocitos como respuesta al estímulo infeccioso en la mucosa intestinal, ésta gana peso y espesor, además aumenta la renovación de células mucosales (Yeo y Kim, 1997), no solo afectando la absorción de nutrientes, sino que también todo este proceso conlleva a un mayor gasto de energía para el animal (Anadón, 2007).

4) Disminución del estrés intestinal:

Durante la respuesta inmune se liberan citoquinas al torrente sanguíneo, éstas a su vez inducen la secreción de varias hormonas entre ellas la hormona liberadora de la corticotrofina y corticoesteroides (Yeo y Kim, 1997) las que tienen un efecto catabólico reduciendo la masa de

tejido muscular. Al mismo tiempo, las citoquinas ejercen un efecto directo sobre el cerebro, induciendo una disminución del apetito (Anadón, 2007).

2.3.2.- Beneficios productivos.

Tras años de uso, se ha visto que los APC acercan los rendimientos medios al potencial genético de los animales; mejoran el crecimiento en aves jóvenes un 5-10%; mejoran el índice de conversión entre un 2-3%, ahorran energía metabolizable al disminuir los gastos de conservación de la pared intestinal; mejoran el bienestar físico de las aves, siendo estas mejoras consistentes en manadas sucesivas (Walton, 1996). También se logra una mayor uniformidad de crecimiento, estabilización de la flora intestinal junto con la reducción de la morbilidad y mortalidad debidas a enfermedades subclínicas y clínicas (Anadón, 2007).

2.3.3.- La resistencia bacteriana.

Sin embargo, todos estos beneficios no compensarían un importante suceso que se venía experimentando en los hospitales con el uso indiscriminado de los antibióticos, la resistencia bacteriana. A finales de los años 60 apareció la primera alerta de preocupación sobre el incremento de la resistencia y la posible relación con el consumo animal de APC, el informe británico Swann, el cual alerta el posible riesgo de selección de bacterias resistentes en animales que pudieran pasar al ser humano (Torres y Zarazaga, 2002). Desde entonces se ha desatado una larga discusión entre detractores y partidarios ante el uso de los APC; Por un lado, los detractores afirman que la administración de dosis bajas durante un largo tiempo crea las condiciones ideales para la inducción de resistencias, en cambio, los partidarios afirman que incluso hasta hoy no se ha establecido claramente una relación directa entre el uso de APC y el aumento de la resistencia bacteriana a los antibióticos; Es más, algunos organismos científicos europeos como ACMSF (Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food) y EMEA (European Medicines Agency) opinan que la sobreutilización de antibióticos en medicina humana es el principal factor de desarrollo de resistencias bacterianas. A pesar de todo, la UE el año 2006 establece la total prohibición de los APC en animales (Cepero, 2005).

2.3.4.- Consecuencias tras su prohibición.

Dentro de las consecuencias inmediatas a esta medida, era de esperarse que aumentarían los costos medios de producción, la aparición de patologías antes controladas como la Enteritis Necrótica (aumento de casos en la UE), y con esto, un mayor uso de antibióticos en forma terapéutica (Cepero, 2005).

En un sistema tan intensivo como la industria del pollo broiler este suceso representa un gran desafío, y es de suma importancia encontrar alternativas que les permitan a las empresas mantener su alta competitividad lograda hasta entonces con los APC.

2.4.- Probióticos.

Dentro de las alternativas a los APC disponibles en el mercado, los probióticos constituyen una opción natural y segura ante los APC en el beneficio de la salud y rendimiento productivo de los animales (Griggs y Jacob, 2005). Se entiende por probiótico a un cultivo de microorganismos vivos o muertos (bacterias y levaduras), así como productos de la fermentación microbiana, nucleótidos y sus productos metabolizables, metabolitos de las proteínas y sustancias derivadas, ácidos orgánicos (láctico, cítrico, acético, fumárico, etc.), y enzimas principalmente de tipo hidrolíticas, que actúan de forma beneficiosa en el hospedero y mejoran la actividad de la microflora autóctona (Gunther, 1995). Este efecto, a su vez, puede ser optimizado cuando se adiciona conjuntamente con otro tipo de aditivo promotor del crecimiento, los prebióticos. Estos corresponden a compuestos no digeribles, la mayoría hidratos de carbono (oligosacáridos), que estimulan selectivamente el crecimiento y/o actividad de una o varias especies bacterianas de la microbiota intestinal (Cepero, 2005).

2.4.1.- El probiótico ideal.

Ewing y Cole (1994) resumen cuales son aquellos atributos que debiera poseer un microorganismo para ser utilizado como un probiótico:

- Seguro para el animal, sin causar enfermedad ni toxicidad.
- Resistente al pH ácido del estómago y a los ácidos biliares del intestino delgado.
- Capacidad de colonización del intestino, necesario para lograr una exclusión competitiva eficaz.
- Facultad de inhibir el crecimiento de patógenos, mediante la producción de ácidos u otras sustancias.
- Ser estables y viables durante los procesos tecnológicos y almacenaje.

Además Santomá (1999) considera también necesario:

- Tener elevada capacidad de multiplicación, debido al rápido tránsito digestivo.
- Tolerancia a altas concentraciones de ácidos grasos volátiles presentes en el ciego e intestino grueso.
- Resistencia a los antibióticos más usados.
- Capacidad germinativa (si son esporas).

2.4.2.- Variedades microbianas utilizadas.

Una gran variedad de especies microbianas han sido utilizadas como probióticos, incluyendo a bacterias: *Lactobacillus spp.*, *Bacillus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *E. coli*, *Lactococcus*; levaduras como *Saccharomyces spp.* y cultivos mixtos indefinidos (Patterson y Burkholder, 2003). Las especies bacterianas *Lactobacillus spp.* y *Bifidobacterium spp.* son las más usadas extensivamente en humanos, mientras que *Bacillus spp.*, *Enterococcus spp.* y

levaduras como *Saccharomyces spp.* son las de preferencia en crianzas de animales (Simon *et al.*, 2001). Sin embargo, se ha incrementado los estudios para incorporar *Lactobacillus spp.* en los piensos (Jin *et al.*, 2000).

2.4.3.- Mecanismo de acción.

El principal mecanismo de acción de los probióticos es la exclusión competitiva, en la cual las bacterias del probiótico ocupan los sitios de conexión (receptores o puntos de conexión) en la mucosa intestinal, de esta forma, se constituye una barrera física que excluirá a las bacterias patógenas por competición (Biocamp, 2010). Sin embargo, se han sugerido muchas otras acciones beneficiosas (Gedek, 1999):

- Aumento de la actividad enzimática del animal (Sissons, 1989). Las levaduras provocan un aumento de la actividad disacaridasa, con lo que se evitarían las diarreas causadas por disacáridos sin digerir (Hooge, 1995). *Lactobacillus* produce un aumento de la actividad amilasa en el intestino delgado (Jin *et al.*, 2000).
- Disminución de la producción de amoníaco al reducir la actividad ureasa, con lo que se produce menos amoníaco, abrasivo para los enterocitos (Yeo y Kim, 1997).
- Neutralización de enterotoxinas, por ejemplo *Lactobacillus bulgaricus* neutraliza enterotoxinas de *E. coli* (Mitchell y Kentworthy, 1976)
- Síntesis de vitaminas (Ewing y Cole, 1994) por especies de *Lactobacillus*.
- Estimulación general del sistema inmunitario. Las bacterias que se adhieren a la pared intestinal son reconocidas como antígenos por las células inmunitarias de la lámina propia, con lo que se consigue un efecto estimulante de las defensas. También las levaduras tienen esta propiedad (Gedek, 1999).
- Disminución del pH. Los lactobacilos producen ácidos orgánicos al metabolizar la fibra dietaria (Ewing y Cole, 1994) que reducen el pH, inhibiendo el crecimiento de bacterias patógenas.

- Adsorción de patógenos bacterianos gram negativos. Este mecanismo es propio de las levaduras. Adsorben bacterias a su superficie, y se elimina el complejo levadura-bacteria por peristaltismo (Stern, 1995).

2.4.4.- Expectativas.

El uso de probióticos como aditivos ha generado mucho escepticismo, debido a la variabilidad de los resultados obtenidos en condiciones prácticas (Apajalahti *et al.*, 2004). Las causas son diversas: Uso de cepas poco viables y/o poco resistentes al proceso de peletizado, administración inadecuada, mala elección del microorganismo, o conservación inapropiada. El insuficiente conocimiento actual de la microbiota normal (ecología microbiana, interacciones con el huésped, entre otros) limita hoy por hoy el uso óptimo y estandarizado de los probióticos. Por el momento se trabaja de forma empírica, considerando la situación de cada explotación para escoger el probiótico más adecuado (Cepero, 2005).

2.3.-Anticuerpos de la yema del huevo

2.3.1.-Introducción

En la búsqueda de nuevas alternativas al uso de APC se han desarrollado una serie de estrategias para mejorar la productividad animal. Dentro de ellas, la inmunización pasiva que naturalmente ha otorgado protección a los individuos recién nacidos, esta vez provee un modelo de trabajo a seguir para el desarrollo de una nueva tecnología que toma ventaja de la habilidad que poseen los anticuerpos para reconocer estructuras moleculares tan pequeñas y a su vez de manera tan específica. Básicamente, ésta nueva herramienta denominada "Tecnología IgY" permite obtener anticuerpos específicos provenientes de la yema del huevo, para luego suministrarlos a la dieta de los animales neutralizando determinados patógenos, específicamente microorganismos entéricos (Yegani y Korver, 2007).

En el año 1893, el investigador alemán Klemperer fue el primero en demostrar que tras la inmunización de una gallina, ésta transfiere proteínas neutralizantes (*i.e.* anticuerpos) a la yema del huevo; Esta fue la primera experiencia que evidenció una protección específica en la yema, hoy conocida como transferencia pasiva de anticuerpos (Chacana *et. al*, 2004). No obstante, este hallazgo recién tendría una aplicación científica a mediados del año 1980, período en que el tema del bienestar animal adquiriera bastante consideración ética. Desde entonces, los animales son reconocidos como seres que requieren protección, de modo que la extracción de anticuerpos específicos desde la yema del huevo de gallinas inmunizadas se consideró como una atractiva opción a los métodos convencionales invasivos (Schade *et. al*, 2000).

Con el desarrollo y perfección de nuevas técnicas de purificación y aislamiento de los anticuerpos del huevo, la tecnología IgY experimenta un importante auge, siendo reconocida y recomendada por estatutos internacionales como el ECVAM (European Centre for the Validation of Alternative Methods) a favor de la calidad de vida de los animales de laboratorio (Chacana *et. al*, 2004).

En la actualidad, existen bastantes publicaciones sobre nuevas aplicaciones prácticas de los anticuerpos de la yema del huevo para el diagnóstico e investigación de diversas patologías (en especial las entéricas) y su empleo en inmunoterapia e inmunoprofilaxis tanto en medicina humana como veterinaria.

2.3.2.- El sistema inmune de las aves

En general, el sistema inmune de las aves es bastante similar al desarrollado por los mamíferos, sin embargo, existen ciertas diferencias que vale la pena mencionar.

Anatómicamente, este sistema lo conforman los órganos linfoides primarios como el timo y la bursa de Fabricio (localizado en la cloaca); y secundarios como el bazo, la médula ósea, la glándula de Harder, las tonsilas cecales y los tejidos linfoides asociados a mucosas (MALT) que incluyen a los tejidos linfoides asociados a bronquios (BALT), intestino (GALT), conjuntiva (CALT) y nódulos linfáticos. Además, cuentan con un sistema circulatorio linfático compuesto por vasos y capilares que comunican al tejido intersticial con la sangre (Panada y Reddy, 2007).

En cuanto a su función, se identifican dos tipos de respuestas: innata y adquirida; La primera se caracteriza por ser inespecífica, en cambio, la segunda además de ser específica, es heterogénea (diversos tipos de células efectoras) y tiene capacidad de memoria (facultad de respuesta que perdura en el tiempo). La respuesta adquirida, a su vez, se subdivide en una rama no celular (humoral) y una celular. La rama no celular la conforman las inmunoglobulinas (anticuerpos) y quienes las producen, los linfocitos B (provenientes de la bursa de Fabricio). La rama celular, por su parte, incluye a todas las células que reaccionan con especificidad a los antígenos (Linfocitos T), excepto aquellos asociados con la producción de anticuerpos (Chalghoumi *et al.*, 2009).

2.3.2.1.- Inmunoglobulinas

Las inmunoglobulinas son glicoproteínas (gamaglobulinas) presentes en el suero y fluidos tisulares, pueden encontrarse en forma soluble (anticuerpos) o ancladas a la membrana de los linfocitos B (receptor para antígeno), destinadas al reconocimiento específico de los antígenos durante la respuesta inmune. Estructuralmente (Figura 1), las inmunoglobulinas están compuestas por dos cadenas pesadas “H” (55-77 kDa) y dos cadenas livianas “L” (25 kDa), idénticas entre sí en cada categoría, formando dos heterodímeros unidos por puentes disulfuro (Regueiro y López, 1997). A su vez, cada cadena contiene varias subunidades denominadas “dominios Ig”, clasificados en diferentes tipos de acuerdo a su tamaño y función. De ellos, es preciso mencionar a los dominios variables (V) que contactan al antígeno y por ende determinan la especificidad del anticuerpo, y los dominios constantes (C) quienes permiten la diferenciación entre los isotipos tanto de cadenas livianas y pesadas (Regueiro y López, 1997).

En cuanto a su función, esta molécula consta de una región “Fab” (antigen binding fragment) que interacciona específicamente con el antígeno, y una región “Fc” (crystallizable fragment) que realiza las funciones efectoras de las inmunoglobulinas (fijación del complemento, receptores celulares, entre otros) (Regueiro y López, 1997).

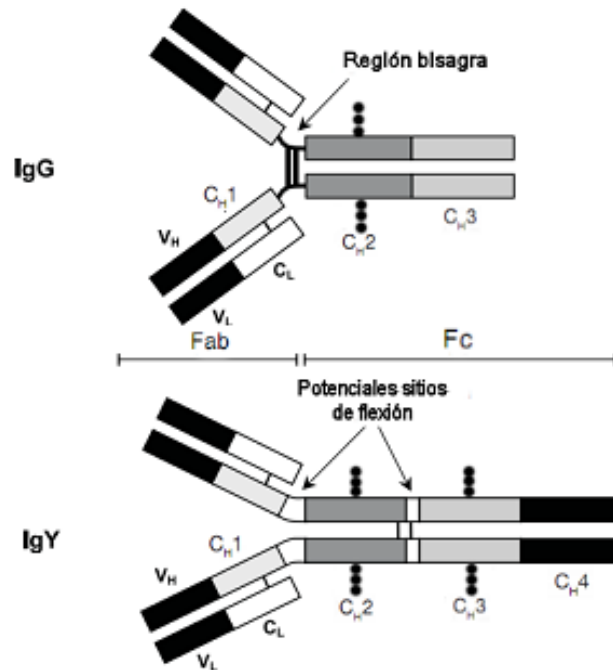
En los mamíferos, las inmunoglobulinas se clasifican en cinco isotipos: IgA, IgD, IgE, IgG e IgM; En cambio, las aves disponen solo de tres clases: IgA, IgG e IgM; Distinguibles en cuanto a su concentración, estructura y función inmunoquímica (Hodek y Stiborová, 2003). Las

inmunoglobulinas “A” y “M” son similares a sus pares en los mamíferos tanto en su peso molecular, estructura y movilidad electroforética (Chalghoumi *et al.*, 2009). Inicialmente la IgG de las aves era clasificada como inmunoglobulina “G-like”, pero en el año 1969 Leslie y Clem evidenciaron considerables diferencias estructurales entre las IgG de aves y mamíferos, es por esto que recomendaron el término inmunoglobulina “Y” (del inglés “Yolk”, yema) para las IgG aviares (Narat, 2003).

2.3.2.2.- Diferencias estructurales entre la IgY e IgG.

Las IgY también se han identificado en reptiles, anfibios y en el pez pulmón; Sin embargo es en las aves, y específicamente, en los pollos donde más se ha estudiado, descrito y caracterizado (Narat, 2003). Al comparar la arquitectura molecular de la IgY con su análoga en los mamíferos (IgG), se pueden identificar varias diferencias (Figura 1). La inmunoglobulina aviar es mucho menos flexible que la IgG puesto que carece de la región bisagra entre las cadenas pesadas, sin embargo, en los límites entre los dominios C_H1-C_H2 y C_H2-C_H3 de las cadenas pesadas contienen residuos de prolina y glicina, otorgando un suficiente grado de flexibilidad a la molécula para la óptima realización de sus funciones (Warr *et al.*, 1995). Cada cadena pesada en las aves presenta cuatro dominios constantes (tres en mamíferos), además posee dos cadenas de carbohidratos (una en mamíferos); Estas cualidades confieren a la IgY un mayor peso molecular (180 kDa) que la IgG (150 kDa) (Narat, 2003).

Figura 1.- Comparación entre las estructuras moleculares de IgY e IgG¹.



H: cadena pesada, L: cadena liviana, C: dominio constante, V: dominio variable. Los puntos negros simbolizan las cadenas de carbohidratos.

¹Modificado de Warr *et al.*, 1995.

2.3.2.3.- Características físico-químicas de IgY.

Existen varios aspectos físico-químicos que deben ser tomados en cuenta al momento de trabajar con compuestos biológicos, sobre todo cuando durante su procesamiento o aplicación el producto se verá enfrentado a condiciones ambientales especiales (temperatura, pH, humedad, entre otros) que pueden afectar su desempeño en su sitio blanco de acción.

a) Punto isoeléctrico

El punto isoeléctrico de IgY se encuentra en un rango entre 5.7 a 7.6, siendo menor al que presenta IgG (6.1-8.5) (Polson *et al.*, 1980). Por otro lado, la molécula IgY es más hidrofóbica que IgG, debido a que la región Fc de una inmunoglobulina es la mitad hidrofóbica de la molécula, y ésta es mayor en las aves (Davalos *et al.*, 2000).

b) Estabilidad al pH

Se ha visto que la actividad de IgY disminuye a pH 3.5 y se pierde completamente a pH 3.0; Y en condiciones alcalinas, su actividad biológica no se altera hasta llegar a un pH 12 o superior (Shimizu *et al.*, 1993a). En términos fisiológicos durante el proceso digestivo en las aves, el bolo alimenticio se expone a un medio con distintos niveles de pH, desde el más ácido en estómago (pH 2,5 a 3,5) hasta un ambiente bastante alcalino (pH 8) en las porciones finales del intestino (colon-recto) (Austic y Nesheim, 1994).

c) Estabilidad a proteasas

IgY es relativamente resistente a la digestión por tripsina o quimiotripsina, pero es bastante sensible a la digestión por pepsina (Chalghoumi *et al.*, 2009). En un estudio realizado por Hatta *et al.* (1993) se demostró que la mayoría de la actividad de IgY se perdió después de la digestión con pepsina, pero el 39% y el 41% de la actividad se conservó incluso después de ocho horas de incubación con tripsina o quimiotripsina respectivamente. Sin embargo, la estabilidad de IgY ante pepsina parece ser muy dependiente del pH y de la razón enzima/sustrato, puesto que en el mismo trabajo de Hatta a pH 4 esta inmunoglobulina retuvo el 91% y el 63% de su actividad tras una hora y cuatro horas de incubación respectivamente, y a pH 2 se obtiene la hidrólisis completa de la molécula IgY. A pesar que la digestión con tripsina generó una clara ruptura de los polipéptidos en IgY, no alteró sus propiedades biológicas y menos su nivel de actividad, incluso ante quimiotripsina ni siquiera hubo una separación definitiva de las cadenas de IgY (Otani *et al.*, 1991).

d) Estabilidad a la temperatura y presión

La actividad ligante de IgY al antígeno disminuye a medida que aumenta la temperatura y el tiempo de exposición (Chalghoumi *et al.*, 2009). Se ha visto que entre 60° a 70° C IgY todavía se mantiene estable, pero sobre los 70°C por 15 minutos, su actividad disminuye (Shimizu *et al.*, 1993a). El daño es grave cuando esta molécula se expone a temperaturas superiores a 75°C (Chang *et al.*, 1999).

En cuanto a la presión, IgY es relativamente estable y sin reportes de inactivación ante niveles de 4.000 kg por cm² (Shimizu *et al.*, 1994).

2.3.3.-Producción y obtención de IgY desde la yema del huevo

2.3.3.2.- La gallina como fuente de anticuerpos

Tradicionalmente, los animales de laboratorio más empleados como fuentes de anticuerpos han sido los conejos y los ratones (Chalghoumi *et al.*, 2009). Otras fuentes utilizadas, pero en menor medida, han sido las ratas, los cerdos de guinea, los caballos, las ovejas y las cabras (Schade *et al.*, 1996). Ya desde la inoculación del antígeno, la obtención de anticuerpos significa un gran episodio de estrés para el animal, más aún, al momento de tomar las muestras de sangre para la recolección de anticuerpos policlonales, o bien, el sacrificio del individuo con la posterior extracción del bazo, prerequisite para la preparación de los anticuerpos monoclonales (Chalghoumi *et al.*, 2009). Además, el mayor problema de la producción de anticuerpos monoclonales es que algunos antígenos son débiles o no del todo inmunógenos para el ratón, y en caso de los anticuerpos policlonales la purificación de los anticuerpos desde la sangre de mamíferos se ha encontrado poco flexible y laboriosa en muchos casos (Narat, 2003).

Tras el reconocimiento de la inmunidad pasiva en las aves con el trabajo de Klemperer (1893) y la mayor preocupación por el bienestar animal en la comunidad científica, esta fuente alternativa de inmunoglobulinas comienza a tomar fuerza en la última década (Narat, 2003). La tecnología IgY ofrece un método no invasivo en la obtención de anticuerpos basado en un simple procedimiento de recolección de huevos, en vez del estresante sangrado de los animales para obtener el suero (Schade y Terzolo, 2006). Por otro lado, al considerar la gran distancia filogenética entre la ave inmunizada y el animal que suministra los antígenos, la respuesta inmune es mayor, reflejado en una mayor cantidad de anticuerpos producidos, puesto que el sistema inmune de las aves reconocerá no solo proteínas conservadas de mamíferos, como las hormonas (Rosol *et al.*, 1993) o priones (Matsushita *et al.*, 1998), también otros epítomos que no son reconocidos por las inmunoglobulinas de mamíferos (Narat, 2003). En consecuencia, para la obtención de grandes

títulos de anticuerpos en las aves se requiere de menores dosis de antígenos provenientes de mamíferos (Hodek y Stiborová, 2003).

En un estudio realizado el año 1998, Li *et al.* sometió a prueba el nivel de producción de IgY anti BSA (Bovine serum albumin) entre la raza Single Comb White Leghorn (huevos blancos) y la raza Rhode Island Red (huevos de color). En este estudio se comprobó que ambas razas pueden generar similares proporciones de IgY en la yema, sin embargo, al considerar el peso de la yema y el porcentaje de producción de huevo/gallina/día la producción en la raza Single Comb White Leghorn fue más eficiente.

El ECVAM (European Centre for the Validation of Alternative Methods) recomienda el uso de de gallinas SPF (Specific Pathogen Free) ya que se ha visto que en otras condiciones la respuesta a cierto antígeno en el 10 a 15% de las gallinas es baja o bien nula (Schade *et al.*, 1996).

2.3.3.2.- Inmunización

El desarrollo y producción de anticuerpos específicos en la yema del huevo se puede lograr mediante la inmunización de las gallinas en postura con el antígeno deseado. La capacidad de cambiar la especificidad del ligando de un anticuerpo por un simple procedimiento de vacunación, brinda una variedad ilimitada de anticuerpos con la capacidad para reconocer prácticamente cualquier epítipo (Cook, 2004). No obstante, el grado de respuesta inmune de las aves no es predecible, de hecho, se han identificado al menos cinco factores que influyen en esta respuesta: el antígeno, el tipo de adyuvante utilizado, la vía de aplicación, la frecuencia de inmunización y el intervalo entre las vacunaciones (Schade *et al.*, 1996).

a) Antígeno

En cuanto al antígeno, se informa que ya sea en grandes o pequeñas cantidades puede producir la supresión, sensibilización, tolerancia u otro tipo de inmunomodulación no deseada (Hanly *et al.*, 1995). Se ha visto que la inyección del antígeno en un rango entre 0,01 - 1 mg provoca una buena respuesta (Schwarzkopf *et al.*, 2000). Los antígenos pueden ser presentados al sistema inmune ya sea como un complejo multi-antígeno

(bacterias, virus y/o parásitos) o como un único antígeno (proteínas y polisacáridos) (Leenaars *et al.*, 1996). De éstos, las proteínas son reconocidas como los inmunógenos más eficientes debido a su polimorfismo en sus estructuras y las manifiestas diferencias tanto entre especies como entre individuos (Goldsby *et al.*, 2003). Los péptidos (peso molecular <10 kDa) si bien pueden utilizarse como antígeno, se prefieren incorporarlos junto transportadores (Schade *et al.*, 2005). Los polisacáridos también son eficientes (Chalghoumi *et al.*, 2009). Sin embargo, los lípidos y los ácidos nucleicos no son potentes inmunógenos, a menos que sean acoplados a proteínas o polisacáridos (Goldsby *et al.*, 2003).

b) Adyuvante

Existen diversos tipos de adyuvantes, pero el más eficaz sigue siendo el adyuvante completo de Freund (FCA), aún así, se sugiere que los pollos muestran menos reacciones tisulares al adyuvante incompleto de Freund (FIA) siendo por ello el más utilizado (Chalghoumi *et al.*, 2009).

c) Vía de administración

Al momento de elegir la vía de administración de los antígenos, la más recurrida es la intramuscular específicamente en la pechuga (Schade *et al.*, 2005), ya que en la pierna puede generar cojera (Chalghoumi *et al.*, 2009). La vía subcutánea en individuos jóvenes es más difícil de realizar pudiendo causar un estrés innecesario (Schade *et al.*, 1996).

d) Frecuencia e intervalo de inmunizaciones

La frecuencia de las inmunizaciones requeridas dependerá del tipo y dosis del antígeno, como también, del adyuvante empleado, pero lo mínimo son dos aplicaciones (Chalghoumi *et al.*, 2009). Los títulos de anticuerpos presentes en la yema deben ser medidos a los 14 días tras la última inmunización, en el caso que los recuentos disminuyan se requerirá la aplicación de un booster (Schade *et al.*, 1996).

2.3.3.3.- Transferencia de anticuerpos a la yema

De la población total de anticuerpos presentes en el suero, IgY es la predominante con un 75% (Carlander *et al.*, 2000). En términos cuantitativos, los niveles promedio tanto para IgY, IgA e IgM son de 5.0, 1.25 y 0.61 mg/ml respectivamente (Leslie y Martin, 1973). A partir de ellos, la gallina comparte sus defensas (inmunidad pasiva) con su posible descendencia durante la formación del huevo (Chalghoumi *et al.*, 2009). Esta transferencia, para el caso de IgA y de IgM, ocurre en bajos niveles hacia la clara del huevo desde las células plasmáticas del oviducto (Rose *et al.*, 1974). En cambio, la cantidad de IgY que llega a la yema es proporcional a la concentración disponible en el suero de la gallina (Al-Natour *et al.*, 2004) y supuestamente ocurre sin ningún tipo de selección previa relativa a sus especificidades (Morrison *et al.*, 2001).

Según investigaciones realizadas por Mohammed *et al.* (1998) y Morrison *et al.* (2001), la transferencia de IgY al huevo ocurre a través de un proceso activo mediado por receptores específicos presentes en la superficie de la membrana folicular que contiene a la yema, depositándose exclusivamente en ella; Y para que se lleve a cabo, es fundamental que una parte de la región Fc y la región bisagra se encuentren intactas. Aparentemente, existen dos regiones con una particular importancia entre los dominios constantes C_H2 y C_H3 en los residuos 251-254 (*Leu-Tyr-Ile-Ser* [LYIS]), y en las posiciones 429-432 dentro de C_H3 (*His-Glu-Ala-Leu* [HEAL]). Ellos encontraron que tanto la IgG2b del ratón con la secuencia "HEGL" (*His-Glu-Gly-Leu*) y las IgA de las gallinas con la secuencia "HDGI" (*His-Asp-Gly-Ile*) no eran transportadas a la yema, por ende, todas las inmunoglobulinas que lo logran poseen la secuencia HEAL, incluso las IgA e IgG humanas.

El pasaje transovárico de IgY toma aproximadamente tres a seis días, sin embargo, puede experimentarse un retraso de tres a cuatro días (Woolley y Landon, 1995). Durante este período de tiempo el ave ovula y el ovocito, a medida que pasa por las distintas secciones del oviducto, va adquiriendo sucesivamente la clara, las membranas internas y finalmente en su porción engrosada o útero se forma la cáscara (Chacana *et al.*, 2004).

2.3.3.3.1.- Composición de la yema

Las yemas en los huevos de gallinas están compuestas por un 51,3% de materia seca y un 48,7% de agua (Romanoff & Romanoff, 1949), sin embargo, esta proporción puede variar de acuerdo a la edad de las aves y la reserva de huevos en formación dentro del oviducto (Kovacs-Nolan y Mine, 2005). Al analizar su contenido de sólidos totales (tabla 2), son las proteínas y lípidos quienes representan los mayores constituyentes de la yema, presentes en el medio como lipoproteínas (Li-Chan *et al.*, 1995).

Tabla 2.- Composición química del contenido de sólidos totales de la yema del huevo¹.

Constituyente	% peso/volumen	Principales componentes	% relativo
Proteínas	15,7-16,6	Vitelina (Lipovitelina)	37,3
		Lipovitelina apoproteínas <i>α</i> - lipovitelina <i>β</i> - lipovitelina	40,0
		Livetinas <i>α</i> - livetina (albúmina sérica) <i>β</i> - livetina (α 2 glicoproteína) <i>γ</i> - livetina (γ - globulina)	9,3
		Fosvitina	13,4
		Proteína ligante de biotina	traza
Lípidos	32,0-35,0	Triglicerol	66
		Fosfatidilcolina	24
		Fosfatidiletanolamina	2,8
		Lisofosfatidilcolina	0,6
		Esfingomiélin	0,6
		Colesterol	5,0
		Otros	1,0
Carbohidratos	0,2-1,0		
Cenizas	1,1		

¹Modificado de Juneja, 1997.

A grueso modo, las proteínas presentes en la yema pueden dividirse en cuatro unidades principales: fracción de vitelina o lipovitelina (40,0%), fracción de vitelina (37,3%), fracción de fosvitina (13,4%) y fracción de livetina (9,3%) (Juneja, 1997). La fracción de livetina, por su parte,

contiene tres tipos de proteínas: α - (análoga a la albúmina plasmática), β - (una α -2-glicoproteína) y γ -livetina (en que predomina IgY) (Kovacs-Nolan *et al.*, 2005); En una proporción de 2:5:3 respectivamente (Bernardi y Cook, 1960).

Terminada la transferencia de anticuerpos al huevo, éste contiene en su clara IgA e IgM en concentraciones de 0,15 y 0,7 mg/ml respectivamente, mientras que en la yema puede llegar a almacenar entre cinco a 25 mg/ml de IgY (Li *et al.*, 1998). Considerando que una gallina usualmente pone alrededor de 280 huevos en un año, y cada uno almacena 100-150 mg de IgY (15 ml de yema en promedio) (Rose *et al.*, 1974), podría obtenerse 40g de IgY en un año, siendo entre un dos a 10% IgY específicas (Schade *et al.*, 1994); Esto da cuenta del mayor nivel de producción de anticuerpos por individuo al compararse con la experiencia tenida hasta el momento en los conejos (tabla 3).

Tabla 3.- Comparación entre la obtención de IgG en mamíferos y la IgY en aves¹.

Animal	Conejo (IgG)	Gallina (IgY)
Fuente de anticuerpos	Suero sanguíneo	Yema del huevo
Tipo de anticuerpo	Policlonal	Policlonal
Método de extracción	Muestras de sangre	Recolección de huevos
Cantidad de anticuerpos	200 mg/sangrado (40 ml de sangre)	100-150 mg/huevo
Anticuerpos obtenidos en un año	1.400 mg	40.000 mg
Anticuerpos específicos	~5%	2-10%
Total anticuerpos específicos al año	70 mg	800-4000 mg

¹Modificado de Gottstein y Hemmeler, 1985 y Schade *et al.*, 1991

2.3.3.4.- Aislamiento y extracción de IgY desde la yema

Al extraer la clara del huevo, la yema se somete a un proceso de centrifugación de la cual se obtiene dos componentes: el gránulo (precipitado) y el plasma (líquido claro sobrenadante) (Stadeklman y Cotterill, 1977). Los gránulos representan alrededor del 22% del total de las proteínas presentes en la yema, ésta fracción está compuesta en un 70% por lipoproteínas de alta densidad (HDL: α - y β -lipovitelinas), 16% de fosvitina (glicofosfoproteína) y un 12% de lipoproteínas

de baja densidad (LDL) (Burley y Cook, 1961). Por su parte, el plasma contiene el 78% del total de proteínas de la yema, conformada por un 86% por LDL y un 14% por livetinas (McCully *et al.*, 1962). Las livetinas en general son glicoproteínas globulares libres de grasa (Chalghoumi *et al.*, 2009), y son parte de la fracción soluble en agua (WSF) del plasma; por ende, la separación de IgY requiere primero la remoción de las lipoproteínas del plasma, para luego, proceder a la purificación de IgY de las otras livetinas (Polson *et al.*, 1980).

Existen diversas metodologías para la extracción y purificación de IgY, pero su elección estará influenciada por la calidad de extracción que se pretenda conseguir (preservación de la actividad de los anticuerpos, pureza y cantidad), por la escala de extracción (a nivel de laboratorio o industrial), relación costo-efectividad y tecnología disponible (Chalghoumi *et al.*, 2009). Por ejemplo, para un uso industrial de IgY en los alimentos se requiere de una producción a gran escala, con altos niveles de recuperación y pureza, a su vez, el procedimiento de separación de WSF debe ser simple, económica y que requiera de pocos reactivos; Ante todas exigencias, el método de dilución en agua se muestra como la técnica más apropiada (Chalghoumi *et al.*, 2009). En cuanto a la purificación final de IgY, existen tres técnicas disponibles: precipitación, cromatografía y filtración (Chalghoumi *et al.*, 2009).

2.3.4.- Algunas aplicaciones de la inmunoglobulina Y

El mayor auge y conocimiento de la tecnología IgY trajo consigo una amplia gama de aplicaciones a desarrollar. Basándose en el concepto de “transferencia pasiva” de anticuerpos, la producción de anticuerpos específicos preformados suministrados vía oral, ya sea como huevo entero, yema de huevo, WSF o IgY purificada en polvo; Representó un atractivo campo de investigación para otorgar inmunidad protectora a los individuos frente a las enfermedades, particularmente las del tracto digestivo tanto en humanos como en animales; Y más aún, frente al tema de la resistencia bacteriana a los antibióticos y los pacientes inmunocomprometidos (Chalghoumi *et al.*, 2009). Además las IgY han demostrado que funcionan en prácticamente en todos los métodos de prueba inmunológica que se han desarrollado tradicionalmente desde la IgG de mamíferos:

inmunofluorescencia, técnicas inmunoenzimáticas, inmunoelectroforésis y Western blot, inmunohistoquímica, entre otros (Tini *et al.*, 2002).

2.3.5.- Mejoramiento del crecimiento y eficiencia alimentaria mediante IgY.

2.3.5.1.- Aditivos formados por anticuerpos específicos de la yema del huevo.

En el mercado se encuentran disponibles una nueva clase de aditivos naturales en polvo que contienen anticuerpos específicos de la yema del huevo, que al ser incorporados en la dieta de los animales, actuarían a nivel intestinal otorgando varios beneficios para el animal. Estos productos ofrecen una alternativa segura a los APC, puesto que no son considerados como una droga y no dejan residuos en el animal (Aova, 2009a).

Al momento de utilizar estos aditivos en la dieta de los broilers, es muy importante conocer la estabilidad físico-química de las IgY (mencionada previamente), puesto que si tienen que pasar por el peletizado, allí se expondrán fácilmente a temperaturas que bordean los 65-85° C debido a la fricción (Ismail, 2008). Si bien, este aumento de temperatura favorece la destrucción de agentes dañinos que puedan venir en el alimento (Ismail, 2008), también puede afectar tanto estructural como funcionalmente a estos anticuerpos, a menos que se les brinde algún tipo de protección. Jaradat y Marquardt (2000) demostraron que se puede incrementar la resistencia a la inactivación térmica mediante la adición de varios azúcares como por ejemplo la sacarosa, trehalosa o lactosa al 30%. Sin embargo, existe la posibilidad que estos aditivos sean rociados en el alimento tras su procesamiento con el objeto de minimizar la degradación de estos componentes (Yegani y Korver, 2007). También es preciso tener en cuenta que los anticuerpos, como cualquier otra proteína, son susceptibles a la desnaturalización por el pH ácido del estómago y la degradación de proteasas (visto previamente), aún así, se ha visto que una fracción de la dosis administrada retiene cierta actividad inmunológica incluso en el ciego (Yegani y Korver, 2007). Se ha visto que la adición de soluciones alcalinas (bicarbonato de sodio) o ricas en proteínas (clara y/o yema de huevo) incrementan la resistencia a la inactivación ácida o proteolítica (Chacana *et. al.*, 2004); Incluso se ha demostrado que la encapsulación de la IgY dentro de liposomas permite lograr el mismo fin (Shimizu *et al.*, 1993b).

2.3.5.2.- Mecanismos de acción de los anticuerpos de la yema del huevo en el intestino.

2.3.5.2.1.- Efectos de la inflamación intestinal en la producción animal.

Cuando el sistema inmune es activado, una gama de células especializadas, proteínas y señales moleculares son rápidamente producidas y movilizadas para establecer la defensa contra cualquier amenaza percibida. Sin embargo, todo este esfuerzo demanda un gran costo metabólico, el cual se cubre a partir de los mismos recursos disponibles (energía y nutrientes) para el crecimiento y reproducción (Cook, 2007). Muchas de las actividades del sistema inmune se llevan a cabo en el intestino, en las cuales, se han tenido más del 70% de todas las células inmunes del cuerpo (Gaskins, 2008). Si bien el tejido intestinal representa solo el 5% del peso vivo conforma entre un 15-35% del consumo de oxígeno corporal y síntesis de proteínas (Mc Nurlan y Garlik, 1980) lo que significa un gran gasto energético. Tanto es así que puede verse afectado la ganancia de peso, el consumo de alimento, la eficiencia de conversión alimenticia, la uniformidad y la capacidad de adaptación a las condiciones ambientales (Cook, 2007). En efecto, todos aquellos manejos que buscan mejorar la sanidad y la bioseguridad de un galpón tratan de minimizar la activación del sistema inmune (Cook *et. al*, 1999). Teniendo en cuenta este hecho, los avicultores vieron con buenos ojos el hecho de contar con aditivos que actúen directamente sobre la causa de sus problemas (agentes patógenos) o bien evitar sus consecuencias (inflamación intestinal), y de esta forma, desviar aquellos recursos metabólicos durante la respuesta inmune hacia el mejoramiento del estado nutricional del animal (Cook, 2004).

2.3.5.2.2.- Anticuerpos anti-fosfolipasa A2 (Big Bird[®])

Algunos estudios desarrollados con el ácido linoléico conjugado (CLA) sugieren que uno de los mecanismos mediante el cual estos compuestos han tenido tantos efectos biológicos beneficiosos sobre la salud animal es por su participación en la regulación de la vía de los eicosanoides (factores proinflamatorios) (Cook, 1999), lo que generaría una reducción en el engrosamiento de la pared intestinal, y de este modo, mejorar el rendimiento animal (Cook, 2004). El precursor de la producción de los eicosanoides es el ácido araquidónico, el cual se encuentra formando parte de la estructura de los fosfolípidos de membrana, y es liberado por acción de la fosfolipasa A2, tras lo

cual es convertido a prostaglandinas o leucotrienos por acción de enzimas ya sea de la vía ciclooxigenasa o lipoxigenasa. Por otra parte, los eicosanoides liberados pueden reclutar células inflamatorias a su sitio de secreción, de ahí el engrosamiento de la pared intestinal (Cook, 2004). Se ha visto que los microbios son capaces de generar su propia fosfolipasa A₂ y se cree que representa un mecanismo para tener acceso al animal (factor invasor) (Cook, 2004). Teniendo en cuenta estos antecedentes, fue que se postuló que la incorporación de anticuerpos específicos contra la fosfolipasa A₂ (figura 2) en la dieta de los animales podría mejorar su crecimiento y eficiencia alimenticia (Cook, 2002).

Figura 2.- Mecanismo de acción de los anticuerpos específicos de la yema del huevo contra la fosfolipasa A₂.¹



Anticuerpos contra la fosfolipasa A₂ (aPLA₂), fosfolipasa A₂ microbiana (PLA₂m), fosfolipasa A₂ de la mucosa intestinal (PLA₂i).

¹ Modificado de Cook, 2004.

3.- Hipótesis

- La incorporación de un aditivo formado por anticuerpos específicos del huevo (Big Bird®) en la dieta de pollos broiler, permite obtener rendimientos productivos y económicos similares al uso de un probiótico comercial (Probión®), tras finalizar el ciclo productivo comercial completo.
- La incorporación simultánea de los aditivos Big Bird® y Probión® en la dieta de pollos broiler, tiene acción sinérgica en las mismas variables al finalizar el estudio.

4.- Objetivos

4.1.- Objetivo General

Determinar los efectos de la incorporación de un compuesto formado por anticuerpos específicos del huevo (Big Bird®) y un probiótico (Probión®), en forma individual y conjunta en la dieta comercial de pollos broiler sobre las variables productivas y económicas durante el ciclo comercial completo.

4.2.- Objetivo Específicos

- 1) Comparar el efecto de la incorporación del producto Big Bird® en una dieta para pollos broiler sobre sus variables productivas, con dietas equivalentes adicionadas con un probiótico promotor del crecimiento (Probión®) durante el ciclo completo de producción.
- 2) Evaluar la acción sinérgica de la incorporación de los promotores del crecimiento Big Bird® y Probión® en la dieta de pollos broiler, sobre las variables productivas de estas aves, durante el ciclo completo de producción.
- 3) Evaluar la rentabilidad del proceso productivo, a través del cálculo de variables económicas al término del ciclo comercial completo.

5.- Materiales y Métodos

5.1.- Diseño Experimental

5.1.1.- Instalaciones y animales experimentales.

Este estudio fue realizado en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, específicamente en la “Unidad Experimental de Producción y Nutrición Avícola”. Esta unidad se constituye de un galpón edificado en base a un piso de cemento. Sus paredes laterales lo conforman mallas de alambre dispuestas sobre un zócalo de internit, material además utilizado en la construcción de las paredes restantes. Todo se sustenta por un armazón de madera, que además soporta al techo de dos aguas.

El pabellón consta de cuatro cubículos por lado, con un pasillo central común. A su vez, cada cubículo se subdivide en cuatro corrales, dando un total de 32 corrales de 1,2 m² cada uno. De ellos, 30 fueron utilizados para albergar a los 540 pollitos broiler machos de la línea Cobb 500 seleccionados mediante un procedimiento de estandarización de pesaje y posteriormente distribuidos al azar, de tal forma que cada corral reciba 18 ejemplares a una densidad de 12,5 pollos/m². Todos los corrales fueron equipados con cama nueva y limpia compuesta de viruta de madera.

La temperatura fue controlada mediante dos mecanismos simultáneos: el primero consta de un sistema semi-automático de calefacción conformado por campanas (una por cubículo) interconectadas a una fuente de gas licuado común, la intensidad del calor emitido está determinada por el usuario en el panel de control, en donde se fija una temperatura ambiental deseada y un termostato dispuesto a la altura de los pollos detecta sus variaciones. El segundo mecanismo utiliza el aire natural como ventilación, su tránsito es regulado manualmente a través de cortinas laterales móviles.

La iluminación artificial dentro del recinto se encuentra automatizada por un reloj control, en el cual se fijaron los regímenes de luz especificados por el fabricante de la línea genética (Anexo 1). La luz emitida por las ampollitas se complementó con la iluminación natural durante el día.

El agua potable fue suministrada a través de un circuito cerrado de tubos (PVC), común para todo el galpón, que desemboca en bebederos cónicos automáticos para su consumo a discreción. En cambio, el alimento fue otorgado manualmente en comederos tubulares para su libre consumo (*ad-libitum*). Tanto los comederos como bebederos fueron colgantes e individuales para cada corral.

5.1.2.- Desarrollo del estudio y composición de las Dietas.

El experimento tuvo una duración de 42 días continuados, período similar al de un ciclo comercial completo de producción de pollos broiler. Se implementó un programa de alimentación adaptado al convencional utilizado por la empresa avícola Ariztía Ltda., el cual focaliza la variación en los requerimientos nutricionales en dos etapas:

Inicio : Días 1 a 21 de edad.

Final : Días 22 a 42 de edad.

La empresa Avícola Ariztía S.A. fue la encargada de formular las dietas correspondientes a cada etapa del programa, cuya composición nutricional se documentó previo al inicio del estudio (Anexo 2).

Para este estudio se utilizaron tres tratamientos (aplicados en ambas etapas de alimentación), los cuales fueron asignados a cada corral en forma aleatoria, estableciéndose de este modo, tres tratamientos con diez repeticiones cada uno. La composición nutricional de cada tratamiento varía exclusivamente en el aditivo incorporado:

- Tratamiento A: Dieta comercial de la avícola Ariztía Ltda. que contiene la marca comercial denominada Probión® (anexo 4), probiótico promotor del crecimiento, incorporado a las dietas en dosis de 1000 g/ton de alimento.

- Tratamiento B: Dieta comercial de la avícola Ariztía Ltda. suplementada con el producto Big Bird® (anexo 3), integrada a las dietas en dosis de 680 g/ton de alimento.
- Tratamiento C: Dieta comercial de la avícola Ariztía Ltda. en que se incorpora conjuntamente ambos promotores, Big Bird® y Probión®.

Las dietas utilizadas en los diferentes tratamientos se formularon isoprotéicas e isoenergéticas entre tratamientos en cada período, formulación efectuada por la empresa Ariztía Ltda. adaptando las pautas de requerimientos nutritivos de la línea genética de los pollos.

5.2.- Mediciones

5.2.1.- Indicadores productivos

5.2.1.1.- Peso vivo promedio individual

- **Peso vivo promedio individual (PVPI)** de los pollos al inicio del experimento y a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad. Para su cálculo se empleó la siguiente operación matemática:

$$PVPI_{ij} = \frac{PV_{ij}}{A_{ij}}$$

Donde:

- PVPI : Peso vivo promedio individual (gramos).
- PV : Peso vivo de los pollos (gramos).
- A : Número de aves vivas existentes al momento de la medición.
- i : i-ésimo tratamiento (1, 2, 3).
- j : j-ésima repetición (1, ..., 10).

5.2.1.2.- Consumo de alimento promedio individual (CAPI).

- **Consumo de alimento promedio individual (CAPI)** de los pollos a los 7, 14, 21, 28, 35, y 42 días y sus períodos acumulados (1-7, 1-14, 1-21, 1-28, 1-35 y 1-42 días). El cálculo de esta variable productiva se realizó de la siguiente forma:

$$CAPI_{ij} = \frac{[(RAI_{ij} + AOA_{ij}) - RAF_{ij}] - CAM_{ij}}{A_{ij}}$$

Donde:

- CAPI : Consumo de alimento promedio individual (gramos).
- RAI : Rechazo de alimento inicial (gramos). Corresponde al alimento ofrecido no consumido por las aves al final del período anterior.
- AOA : Alimento ofrecido acumulado (gramos). Representa la suma total del alimento nuevo ofrecido durante el período.
- RAF : Rechazo de alimento final (gramos). Constituye al alimento ofrecido no consumido por las aves al final del período.
- CAM : Consumo de alimento de los muertos (gramos). Considera el alimento adquirido por aquellos individuos que murieron antes de una medición.
- A : Número de aves vivas existentes al momento de la medición.
- i : i-ésimo tratamiento (1, 2, 3).
- j : j-ésima repetición (1, ..., 10).

A su vez, el cálculo del consumo de alimento de los muertos se obtiene de la siguiente fórmula:

$$CAM_{ij} = \left[\sum PM_{ij} - (PVP_{ij} \times M_{ij}) \right] \times ECA_{ij}$$

Donde:

- CAM : Consumo de alimento de los muertos (gramos).
- PM : Peso de los muertos (gramos).
- PVP : Peso vivo promedio (gramos).
- M : Número de aves muertas.
- ECA : Eficiencia de conversión alimenticia.
- i : i-ésimo tratamiento (1, 2, 3).
- j : j-ésima repetición (1, ..., 10).

5.2.1.3.- Eficiencia de conversión alimenticia promedio (ECAP).

- **Eficiencia de conversión alimenticia promedio (ECAP)** de los pollos a los 7, 14, 21, 28, 35, y 42 días y sus períodos acumulados (1-7, 1-14, 1-21, 1-28, 1-35 y 1-42 días). Su cálculo se realizó de la siguiente forma:

$$ECAP_{ij} = \frac{(AOA_{ij} - RA_{ij})}{(PVP FN_{ij} + \sum PM_{ij} - PVP IC_{ij})}$$

Donde:

- ECAP : Eficiencia de conversión alimenticia promedio.
- AOA : Alimento ofrecido acumulado (gramos).
- RA : Rechazo de alimento (gramos).
- PVP FN – PVP IC : Peso vivo promedio al final e inicio del período respectivamente (gramos).

- PM : Peso de los muertos (gramos).
- i : i-ésimo tratamiento (1, 2, 3).
- j : j-ésima repetición (1, ..., 10).

5.2.1.4.- Mortalidad

- **Mortalidades** de cada tratamiento, en base a los registros diarios reportados.

5.2.1.5.- Índice de eficiencia productiva promedio (IEPP)

- **Índice de eficiencia productiva promedio (IEPP)**, mediante la siguiente fórmula:

$$IEPP_{ij} = \frac{(VI_{ij} \times GDP_{ij})}{CA_{ij}} \times 100$$

Donde:

- IEPP: Índice de eficiencia productiva promedio.
- VI: Viabilidad, medida como el porcentaje de aves vivas al término del estudio en relación a la cantidad inicial.
- GDP: Ganancia de peso por día (Kilos), que es la diferencia entre el peso final y el inicial, dividido por el número de días totales del estudio.
- CA: Conversión alimenticia, que se obtiene dividiendo el consumo de alimento por la ganancia de peso.
- i: i-ésimo tratamiento (1, 2, 3).
- j: j-ésima repetición (1, ..., 10).

5.2.2.- Indicadores Económicos

5.2.2.1.- Margen bruto promedio (MBP)

- **Margen bruto promedio:** ponderando el consumo de alimento con el costo de cada una de las dietas, y el total de kg de aves producidos factorizado por el costo del kg de pollo vivo a nivel de planta faenadora. Debido a que el costo de la alimentación es uno de los factores más incidentes sobre el costo variable de producción en una empresa avícola, y que el costo del resto de las variables es homogéneo entre los diferentes tratamientos (consumo de agua, mano de obra, luz, gas, etc.) es que se ha realizado la determinación del Margen Bruto exclusivamente con este factor, a través de la siguiente fórmula:

$$MBP_{ij} = (K_{ij} \times V) - [(CO IC_{ij} \times PA IC_i) + (CO FN_{ij} \times PA FN_i)]$$

Donde:

- MBP: Margen bruto promedio.
- K: Kilogramos totales de ave obtenidos al termino del estudio.
- V: Precio de venta del kilogramo de ave viva en la planta faenadora.
- CO IC y CO FN: Kilogramos de alimento consumidos en la dietas Inicio y Final respectivamente.
- PA IC y PA FN: Precios del kilogramo de las dietas Inicio y Final respectivamente.
- i: i-ésimo tratamiento (1, 2, 3).
- j: j-ésima repetición (1, ..., 10).

5.2.2.2.- Costo alimentario promedio de la ganancia de peso

- **Costo alimentario promedio de la ganancia de peso** (CAPGP), que se obtuvo de la siguiente fórmula:

$$CAPGP_{ij} = CAA_{ij} \times PAA_i$$

Donde:

- CAPGP: Costo alimentario promedio de la ganancia de peso.
- CAA: Conversión alimenticia acumulada.
- PPA: Precio por kilogramo promedio entre las dietas de los períodos inicial y final.
- i: i-ésimo tratamiento (1, 2, 3).
- j: j-ésima repetición (1, ..., 10).

5.3.- Análisis de Dietas

Se tomaron muestras representativas (400 g) en cada dieta, con su respectivo tratamiento, las cuales se enviaron al laboratorio (Laboratorio de Análisis y Servicios Avanzados Labser Ltda.) para realizar un análisis químico proximal (AQP) (Anexo 5).

5.4.- Análisis Estadístico

Las variables obtenidas con cada tratamiento fueron analizadas mediante un análisis de varianza (ANDEVA) considerando un diseño completamente al azar, mediante el programa InfoStat (2004). Las variables que resultaron significativas al ANDEVA ($p < 0,05$), fueron sometidas a una prueba de Tukey de comparación de medias (Sokal y Rohlf, 1981).

El análisis estadístico utilizó el

siguiente modelo:

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

Donde la respuesta observada (Y_{ij}) del i -ésimo tratamiento y j -ésima repetición, depende de la media poblacional μ más el efecto del i -ésimo tratamiento (T_i) y el error experimental (E_{ij}).

6.- Resultados y Discusión

6.1.- Indicadores Productivos

6.1.1.- Peso Vivo Promedio Individual (PVPI)

El control semanal del peso vivo da una idea bien clara de la fecha probable de faenamiento, puesto que es posible realizar inferencias estadísticas sobre esta variable productiva (Rodríguez, 2007).

Al comienzo del estudio se estandarizaron los pesos de los pollitos entre repeticiones, primero mediante un descarte visual de aquellos individuos con evidente diferencia corporal, y luego se realizó un ajuste, con mayor precisión, mediante pesajes grupales por corral. Gracias a esta intervención, se pudo obtener una población inicial bastante homogénea con pesos muy similares entre tratamientos. Como se puede apreciar en la columna del día cero de la tabla 4, los pesos promedios bordearon los 43 gramos con bajas desviaciones estándar, y por ende, reducido coeficiente de variación (2,2% promedio) respecto a la media, lo que demuestra una adecuada uniformidad del lote de pollitos. Además el valor de p estuvo muy lejos de la significancia estadística ($p > 0,05$), respaldando el correcto procedimiento realizado. Normalmente en la industria se manejan coeficientes de variación respecto al peso vivo entre un 5% a 10%, con una media del 8% en pollitos de un día de edad (Rodríguez, 2007).

En la siguiente medición, correspondiente al día siete del estudio, las aves presentaron un peso promedio de 175,81 gramos, cifra cercana a la estimada (170 gramos) por la empresa Cobb-Vantress Inc. (anexo 6). En esta oportunidad, se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en los pesos promedios entre tratamientos. Tras realizar la prueba de Tukey, los pesos promedios de los tratamientos A y C mostraron ser similares entre sí, y a la vez superiores al tratamiento B, presentándose diferencias en torno a los siete a ocho gramos.

Tabla 4.- Peso Vivo Promedio individual (PVPI) a los 0, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad en pollos broiler machos de la línea Cobb 500 suplementados con los aditivos Big Bird® y/o Probión®. Promedios ± desviación estándar, coeficiente de variación (CV) y nivel de significancia (p).

Tratamiento		Día 0	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42
A¹	PVPI(g)	43,12 ±0,72	177,99 ^a ±5,54	437,94 ^{ab} ±19,44	800,92 ±33,69	1368,21 ±74,08	2109,53 ±86,23	2754,87 ±115,66
	CV(%)	1,68	3,11	4,44	4,21	5,41	4,09	4,20
B²	PVPI(g)	42,91 ±1,12	170,71 ^b ±4,20	420,97 ^b ±13,88	781,63 ±30,21	1389,91 ±55,17	2130,97 ±72,60	2794,36 ±79,64
	CV(%)	2,60	2,46	3,30	3,86	3,97	3,41	2,85
C³	PVPI(g)	43,10 ±1,00	178,72 ^a ±5,13	440,23 ^a ±13,14	807,62 ±29,46	1417,46 ±39,99	2173,36 ±56,93	2837,68 ±70,80
	CV(%)	2,33	2,87	2,99	3,65	2,82	2,62	2,49
p		0,858	0,002	0,021	0,173	0,184	0,157	0,144

Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

¹ Dieta comercial con Probión® como aditivo promotor del crecimiento.

² Dieta comercial con Big Bird® como aditivo promotor del crecimiento.

³ Dieta comercial con la adición conjunta de Probión® y Big Bird® como aditivos promotores del crecimiento.

Al día 14, nuevamente la diferencia entre los PVPI entre tratamientos adquiere importancia estadística ($p \leq 0,05$). Análogo a la medición durante el día siete, el tratamiento B presentó nuevamente el menor peso con 420,97 gramos, a 19,26 gramos de diferencia respecto al promedio del tratamiento C. Sin embargo, la prueba de Tukey indicó que el peso promedio del tratamiento A no difiere al resto de los tratamientos.

Desde la medición del día 21 en adelante, los pesos promedios fueron similares estadísticamente entre tratamientos ($p > 0,05$). A su vez, Como se venía dando desde el comienzo del estudio, los coeficientes de variación siguieron siendo bajos hasta el final (día 42), siendo el valor máximo de 5,41% en el día 28. La uniformidad, tanto dentro como entre corrales, se está convirtiendo en una característica cada vez más importante en pollos de engorde ya que los mercados cada vez están exigiendo canales más homogéneas (Scott, 2002).

En general, los pesos registrados fueron algo inferiores a los estipulados por la tabla (anexo 6), puesto que en este estudio solo se utilizaron dos tipos de dietas, inicio y final, lográndose un menor ajuste a los requerimientos específicos en las distintas etapas de desarrollo de los pollos. Aún así, los pesos finales fueron bastante satisfactorios y similares al promedio comercial de crianza nacional.

No hubieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos durante el estudio, salvo en las mediciones a los días siete y 14 del estudio, período en el cual, aquellas dietas que contenían un probiótico como aditivo mostraron pesos superiores al tratamiento con la inclusión exclusiva de anticuerpos específicos del huevo.

Para el pollito broiler, la primera semana de vida representa el período más crítico que le toca enfrentar, puesto que se encuentra en una etapa de inmadurez tanto digestiva, inmunológica, cognitiva (aprendizaje conductual al medio) y termorregulatoria (Boerjan, 2005). Tanto la digestión como absorción de nutrientes, son procesos bastante limitados durante los primeros días de edad, es más, estudios con pollitos han demostrado que, aunque algunos componentes del tracto gastrointestinal aumentan en masa muy rápido después de la eclosión, la máxima proporción de la masa corporal constituida por segmentos clave del tracto digestivo no ocurre hasta 6 a 8 días posteriores (Sell, 1996). Además la actividad de las enzimas digestivas, en particular la proteólisis puede ser insuficiente, y ante un tránsito intestinal aumentado producto del mayor consumo en los primeros días, se limita aún más el uso de los nutrientes (Noy y Sklan, 1995), especialmente durante los primeros 7 a 10 días de edad. (Batal y Parsons, 2002).

6.1.1.2.- Consumo de alimento promedio individual (CAPI)

En la Tabla 5 se indican los consumos de alimento promedio individual en las seis semanas de tratamiento.

Tabla 5.- Consumo de alimento promedio individual (CAPI) semanal acumulado en pollos broiler machos de la línea Cobb 500 suplementados con los aditivos Big Bird® y/o Probión®. Promedios \pm desviación estándar, coeficiente de variación (CV) y nivel de significancia (p).

Tratamiento		Día 1-7	Día 1-14	Día 1-21	Día 1-28	Día 1-35	Día 1-42
A¹	CAPI(g)	217,55 \pm 14,75	836,56 \pm 78,34	1436,27 \pm 70,44	2405,78 \pm 74,07	3681,60 \pm 95,21	5062,89 \pm 127,07
	CV(%)	6,78	9,36	4,90	3,08	2,59	2,51
B²	CAPI(g)	219,27 \pm 14,00	860,81 \pm 80,57	1457,48 \pm 83,99	2415,91 \pm 98,92	3709,95 \pm 134,28	5135,49 \pm 158,34
	CV(%)	6,38	9,36	5,76	4,09	3,62	3,08
C³	CAPI(g)	217,10 \pm 18,18	798,91 \pm 99,66	1424,95 \pm 154,72	2401,77 \pm 173,76	3713,74 \pm 203,55	5129,85 \pm 217,18
	CV(%)	8,38	12,47	10,86	7,23	5,48	4,23
P		0,949	0,291	0,798	0,966	0,874	0,581

¹ Dieta comercial con Probión® como aditivo promotor del crecimiento.

² Dieta comercial con Big Bird® como aditivo promotor del crecimiento.

³ Dieta comercial con la adición conjunta de Probión® y Big Bird® como aditivos promotores del crecimiento.

El consumo de alimento fue superior al estimado por la empresa Cobb-Vantress Inc. (anexo 6) durante todo el estudio. Esta situación era esperable puesto que el alimento siempre se ofreció molido, experiencia ya observada en casos anteriores (Loyola, 2008). No obstante, durante los períodos 1-7 y 1-14 días el consumo fue bastante elevado, llegando incluso a duplicarse, con respecto al esperado (anexo 6), en el período 1-14 días. Este hecho en particular se asoció en gran parte a un desajuste desarrollado en el manejo del alimento, específicamente en lo que refiere al control diario de los comederos ante un producto molido. El exceso de alimento disponible produjo que los pollitos aumentaran tanto el consumo de alimento como el nivel de selección de éste, provocando cierta pérdida de alimento hacia la cama, la cual es imposible de evaluar. Frente a este problema, inmediatamente se focalizaron los esfuerzos para corregir este percance, tales

como el ajuste en la abertura de los comederos con el fin de restringir la pérdida del alimento, lo que requirió necesariamente una mayor frecuencia de vigilancia en los corrales.

Como puede apreciarse en la columna del período 1-21 días, el consumo empezó a normalizarse progresivamente hasta el final del estudio. Puesto que este problema se manifestó en todos los corrales del galpón, no se consideró como un efecto a incluir en el modelo estadístico, decisión respaldada por los valores de p obtenidos en todas las mediciones, los cuales en ningún caso alcanzaron la significancia estadística ($p > 0,05$), además los coeficientes de variación fueron bajos en todas las repeticiones, siendo el valor máximo 12,47% en el tratamiento C durante el período 1-14 días.

Los pollos broiler tienen la capacidad de regular el consumo de alimento de acuerdo a la concentración de nutrientes (en particular el contenido de energía) presente en la ración disponible. A medida que la dieta es más concentrada, el consumo de alimento disminuye (Brickett et al., 2007). Sin embargo, esta habilidad no está desarrollada completamente en las primeras dos semanas de vida (Jones y Wiseman, 1985).

6.1.1.3.- Eficiencia de conversión alimenticia promedio (ECAP)

La eficiencia de conversión alimenticia promedio registrada para cada tratamiento se presenta en la tabla 6.

En el caso de la eficiencia de conversión alimenticia, análogo al comportamiento de los registros analizados para el consumo de alimento, durante todo el desarrollo del estudio los valores obtenidos fueron menos eficientes a los esperados (anexo 6). Al analizar los resultados entre tratamientos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas tan solo en el período 1-14 días ($p=0,032$), en el cual, el tratamiento C mostró el menor valor con 2,01; superando en eficiencia sólo al tratamiento B en 0,266 puntos. Tras realizar la prueba de Tukey, no se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento A respecto a los demás tratamientos. Es preciso

mencionar que el valor de p para el período 1-7 días estuvo muy cercano a la significancia estadística ($p \leq 0,05$).

Tabla 6.- Eficiencia de conversión alimenticia promedio (ECAP) semanal acumulada en pollos broiler machos de la línea Cobb 500 suplementados con los aditivos Big Bird® y/o Probión®. Promedios \pm desviación estándar, coeficiente de variación (CV) y nivel de significancia (p).

Tratamiento		Día 1-7	Día 1-14	Día 1-21	Día 1-28	Día 1-35	Día 1-42
A¹	ECAP	1,615 $\pm 0,12$	2,117 ^{ab} $\pm 0,19$	1,899 $\pm 0,13$	1,825 $\pm 0,09$	1,794 $\pm 0,06$	1,878 $\pm 0,05$
	CV(%)	7,43	9,11	6,68	4,93	3,20	2,50
B²	ECAP	1,716 $\pm 0,11$	2,276 ^a $\pm 0,21$	1,980 $\pm 0,14$	1,803 $\pm 0,06$	1,785 $\pm 0,04$	1,872 $\pm 0,03$
	CV(%)	6,18	9,32	6,97	3,57	2,30	1,64
C³	ECAP	1,601 $\pm 0,12$	2,010 ^b $\pm 0,23$	1,862 $\pm 0,17$	1,747 $\pm 0,10$	1,747 $\pm 0,07$	1,837 $\pm 0,06$
	CV(%)	7,35	11,60	8,97	5,60	3,92	3,22
p		0,066	0,032	0,194	0,125	0,161	0,128

Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

¹ Dieta comercial con Probión® como aditivo promotor del crecimiento.

² Dieta comercial con Big Bird® como aditivo promotor del crecimiento.

³ Dieta comercial con la adición conjunta de Probión® y Big Bird® como aditivos promotores del crecimiento.

Estos hechos son concordantes con las tablas anteriores (tablas 4 y 5) puesto que las aves del tratamiento C fueron las que precisamente alcanzaron el mayor peso promedio durante el período 1-14 días, siendo esta diferencia estadísticamente importante al compararla con resto de los tratamientos, no así en cuanto al consumo de alimento. Por ende, al analizar la fórmula para el cálculo de la ECAP (véase materiales y métodos) ante un mismo consumo de alimento y diferentes pesos corporales, el tratamiento C es el que obtuvo la mejor conversión de alimento durante el período 1-14 días del estudio.

La eficiencia de conversión alimenticia constituye un factor a considerar para determinar la rentabilidad de una empresa, puesto que indica cuanto alimento es requerido para lograr un kilo de

peso vivo, siendo el alimento el principal costo variable de producción del sistema, estima que debe oscilar entre 1,6 a 1,7 (Jensen, 1994); Otros autores mencionan que la ECA (Eficiencia de conversión alimenticia) debería fluctuar entre 1,7 a 1,9. Para el caso del presente estudio, los valores estuvieron bastante cercanos a la literatura, no así durante la segunda semana donde fue claramente superior al esperado producto del sobre consumo aparente de alimento.

Lesson (2000) determina una serie de factores influyentes en la conversión alimenticia de los pollos broiler, como la edad, sexo, condición sanitaria y/o temperatura ambiental que determinan directamente la capacidad de consumo del ave, modificando finalmente su habilidad de convertir el alimento ingerido en peso vivo. Todos los factores mencionados por ese autor fueron controlados y se mantuvieron uniformes a lo largo del estudio, por lo que no afectaron la conversión alimenticia de los distintos tratamientos del estudio.

6.1.1.4.- Mortalidad

En la Tabla 7 se indica la mortalidad de las aves en los distintos tratamientos en cada una de las semanas del estudio.

Tabla 7.- Mortalidad (%) en pollos broiler machos de la línea Cobb 500 suplementados con los aditivos Big Bird® y/o Probión® durante los Periodos 0-7, 8-14, 15-21, 22-28, 29-35, 36-42 y 1-42 días, Número de Aves Muertas y Retiradas del Estudio.

Tratamiento	Mortalidad (%)							N° Aves Muertas	N° Aves Retiradas
	0-7	8-14	15-21	22-28	29-35	36-42	1-42		
A¹	0,00	0,56	0,57	0,00	1,17	1,21	3,51	6	9
B²	1,67	0,00	1,71	0,59	1,20	0,64	5,81	10	13
C³	1,11	0,56	0,56	0,00	1,14	1,81	5,18	9	5

¹ Dieta comercial con Probión® como aditivo promotor del crecimiento.

² Dieta comercial con Big Bird® como aditivo promotor del crecimiento.

³ Dieta comercial con la adición conjunta de Probión® y Big Bird® como aditivos promotores del crecimiento.

La mortalidad de las aves durante todo el transcurso del estudio fue bastante aceptable en los tres tratamientos, con niveles acordes a una crianza experimental como ésta. Tampoco se evidenció algún período en el cual las muertes se concentraran de manera significativa. En el anexo 7 se entrega un resumen de los análisis realizados tras la necropsia de cada muestra enviada al laboratorio de patología aviar de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, siendo las causas de muerte no asociables a los tratamientos estudiados ni a las dietas ofrecidas a las aves.

El registro diario de la mortalidad permite estimar la cantidad de pollos disponibles para la faena, y con ello ajustar los esfuerzos para cumplir con el programa de producción deseado (Rodríguez, 2007). Mientras más cercano sea el peso de la primera semana respecto de la tabla de la línea genética, mejor será el desempeño del lote. La mortalidad del tercer al cuarto día está estrechamente relacionada con el proceso de incubación (Rodríguez, 2007), para efectos de este estudio denotan el correcto procedimiento realizado en la planta de origen.

Es preciso mencionar que posterior al control de peso semanal, se retiraron aquellas aves extremadamente pequeñas respecto a sus pares y/o con algún trastorno evidente anatómico que afectara su normal desarrollo y representase una real desventaja al momento de acceder tanto al agua como al alimento. El total de aves retiradas con estas condiciones al final el estudio fueron nueve, 13 y cinco para los tratamientos A, B y C respectivamente. Estas aves y sus pesos, fueron considerados al momento de calcular los indicadores productivos de este estudio.

6.1.1.5.- Índice de Eficiencia Productiva Promedio (IEPP)

El Índice de eficiencia productiva promedio calculado para cada tratamiento se encuentra disponible en la tabla 8. El índice de eficiencia productiva se utiliza para comparar los diferentes lotes dentro de una integración o país, no puede usarse para contrastar el rendimiento entre países. Este parámetro relaciona varios criterios como son: duración del período de crianza, peso vivo, viabilidad y conversión; Los cuales se analizan en conjunto para evaluar en forma rápida cual

lote fue más eficiente económicamente (Molero et al., 2001). Mientras más alto sea su valor, mejor se considera el rendimiento técnico. Ortiz et al. (1997) consideran aceptable y dentro de los rangos esperados un valor sobre 200 y excelente cuando es superior a 230. Otros autores consideran un valor adecuado cuando éste es mayor a 300.

Tabla 8.- Índice de eficiencia productiva promedio (IEPP) en pollos broiler machos de la línea Cobb 500 suplementados con los aditivos Big Bird® y/o Probión®. Promedios ± desviación estándar, coeficiente de variación (CV) y nivel de significancia (p).

Período	Tratamiento		
1-42 días	A ¹	B ²	C ³
IEPP	316,23 ±34,50	305,16 ±26,30	333,75 ±19,27
CV(%)	10,91	8,62	5,77
p	0,081		

¹ Dieta comercial con Probión® como aditivo promotor del crecimiento.

² Dieta comercial con Big Bird® como aditivo promotor del crecimiento.

³ Dieta comercial con la adición conjunta de Probión® y Big Bird® como aditivos promotores del crecimiento.

Como se observa en la tabla 8, los tres tratamientos mostraron ser bastante eficientes económicamente, todos superaron el nivel 300, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p > 0,05$). Desde el punto de vista numérico esencialmente, el tratamiento C fue superior al resto de los tratamientos, dejando al tratamiento A en segundo lugar y al tratamiento B en tercer lugar.

6.1.2.- Indicadores Económicos

En las tablas nueve y 10 se presenta el desglose de los ingresos y egresos del estudio, para la obtención del Margen Bruto de cada uno de los tratamientos (Tabla 11).

Tabla 9.- Ingresos económicos derivados de la venta de las aves al día final de un estudio en pollos broiler machos de la línea Cobb 500 suplementados con los aditivos Big Bird® y/o Probión®.

Tratamiento	Total Kg Pollo Vendidos ⁴	Precio Kg Pollo Vivo (CL\$) ⁵	Ingresos (CL\$)
A ¹	455,076	567,2	258.119,107
B ²	438,443		248.684,870
C ³	470,831		267.055,343

¹ Dieta comercial con Probión® como aditivo promotor del crecimiento.

² Dieta comercial con Big Bird® como aditivo promotor del crecimiento.

³ Dieta comercial con la adición conjunta de Probión® y Big Bird® como aditivos promotores del crecimiento.

⁴ Corresponde al total de kg de peso vivo de las aves enviadas a matadero de cada tratamiento: 165 pollos del tratamiento A; 157 pollos del tratamiento B y 166 pollos del tratamiento C.

⁵ Precio en pesos Chilenos (CL\$) de pollo vivo promedio a planta (sin iva) diciembre 2009, Revista del Campo, El Mercurio, 20 de Enero de 2010.

Tabla 10.- Egresos Económicos derivados de la alimentación de las aves al día final de un estudio en pollos broiler machos de la línea Cobb 500 suplementados con los aditivos Big Bird® y/o Probión®.

Tratamiento	Total Kg alimento consumidos dieta inicio	Total Kg alimento consumidos dieta final	Precio Kg alimento dieta inicio (CL\$) ⁴	Precio Kg alimento dieta final (CL\$) ⁴	Egresos (CL\$)
A ¹	252,916	608,691	184,37	160,39	144.258,07
B ²	251,851	595,649	186,71	162,73	143.953,06
C ³	252,404	634,084	187,94	163,96	151.401,22

¹ Dieta comercial con Probión® como aditivo promotor del crecimiento.

² Dieta comercial con Big Bird® como aditivo promotor del crecimiento.

³ Dieta comercial con la adición conjunta de Probión® y Big Bird® como aditivos promotores del crecimiento.

⁴ Precio informado por Ariztía: Costo dieta base inicio: \$183,14/kg; Costo dieta base final: \$159,16/kg; Costo probiótico Probión®: US\$2,07/kg. Precio informado por AOVA: Costo BigBird®: US\$4,00/libra. US\$1,00=CL\$ (peso Chileno) 594,69; Precio dólar observado mes de diciembre de 2009. Banco Central de Chile.

6.1.2.1.- Margen bruto promedio (MBP)

En la Tabla 11 se muestra el Margen bruto promedio de los tratamientos, considerando los ingresos, producto de la venta del total de kg de aves al final del estudio, y los egresos, provenientes de la cantidad de alimento consumido.

Tabla 11.- Margen Bruto promedio derivado de la alimentación de las aves al día final de un estudio en pollos broiler machos de la línea Cobb 500 suplementados con los aditivos Big Bird® y/o Probión®. Total \pm desviación estándar, coeficiente de variación (CV) y nivel de significancia (p).

Tratamiento	Ingresos (CL\$) ⁴	Egresos (CL\$)	Margen Bruto (CL\$)	
A ¹	258.028,092	144.258,07	113.770,02 \pm 1.479,22	
			CV(%)	12,99
B ²	248.597,181	143.953,06	104.644,121 \pm 1.369,98	
			CV(%)	13,08
C ³	266.961,177	151.401,22	115.559,957 \pm 1.293,20	
			CV(%)	11,18
p			0,186	

¹ Dieta comercial con Probión® como aditivo promotor del crecimiento.

² Dieta comercial con Big Bird® como aditivo promotor del crecimiento.

³ Dieta comercial con la adición conjunta de Probión® y Big Bird® como aditivos promotores del crecimiento.

⁴ CL\$= Peso Chileno.

En la administración de una empresa agropecuaria, es de gran importancia contar con información técnica y económica para efectuar adecuadamente la toma de decisiones productivas. Una herramienta de gran utilidad a este propósito es el margen bruto, que a pesar de ser un resultado económico parcial, su rapidez y facilidad de cálculo lo hacen ser uno de los indicadores económicos más utilizados (Borga y Zehnder, 1997). Aquí se expone comparativamente la diferencia existente entre el valor bruto de la producción, que en este caso corresponde a los ingresos generados a partir de la venta del producto final (pollo broiler de 42 días de edad) y el costo directo, siendo el egreso bruto asociado a los costos de alimentación de los distintos períodos productivos del estudio (Behnke y Beyer, 2002).

Al analizar los datos registrados respecto al margen bruto una vez finalizado el estudio, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos. Al igual que en las tablas anteriores, se repite el orden numérico en los registros finales, dejando al tratamiento C en primer lugar, al tratamiento A en el segundo y al tratamiento B en el tercer lugar. Es preciso destacar que la mayor cantidad de kilogramos de pollo obtenidos para la venta por el tratamiento C, compensó el superior egreso económico alcanzado producto del mayor consumo de alimento total en base a dietas (inicio-final) con los precios más altos del estudio, otorgando un margen bruto similar estadísticamente a los demás tratamientos.

6.1.2.2.- Costo alimentario promedio de la ganancia de Peso (CAPGP)

En la siguiente tabla se exponen los costos económicos correspondientes a la valorización del alimento consumido en pesos Chilenos (CL\$) del kilogramo de peso vivo producido durante el estudio para cada tratamiento.

Tabla 12.- Costo alimentario promedio de la ganancia de peso (CAPGP) en pollos broiler machos de la línea Cobb 500 suplementados con los aditivos Big Bird® y/o Probión®. Promedios \pm desviación estándar, coeficiente de variación (CV) y nivel de significancia (p).

Período	Tratamiento		
	A ¹	B ²	C ³
1-42 días			
CAPGP (CL\$) ⁴	323,72 $\pm 8,09$	327,04 $\pm 5,37$	323,18 $\pm 10,42$
CV(%)	2,50	1,64	3,22
p	0,532		

¹ Dieta comercial con Probión® como aditivo promotor del crecimiento.

² Dieta comercial con Big Bird® como aditivo promotor del crecimiento.

³ Dieta comercial con la adición conjunta de Probión® y Big Bird® como aditivos promotores del crecimiento.

⁴ CL\$= Peso Chileno.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de este indicador económico entre los tratamientos en cuestión ($p > 0,05$). En esta ocasión, no sería justo catalogar al tratamiento C como el más eficiente del estudio numéricamente puesto que sólo supera en 54 centavos al tratamiento A, y además presenta el mayor coeficiente de variación. Por ende, tanto los

tratamientos A y C son entre tres a cuatro pesos en promedio más eficientes que el tratamiento B a la hora de engordar un kilogramo de carne de ave. Si bien, esta diferencia para efectos de este estudio no adquiere importancia estadística, puede llegar a serlo si se lleva a escala comercial.

6.3.- Comentarios finales.

Bajo un enfoque global del estudio, no se registró una diferencia estadísticamente significativa, tanto en los rendimientos productivos y económicos, entre los aditivos evaluados en este estudio incluidos (ya sea en forma exclusiva o conjunta) a la dieta base. Sin embargo, hubo un período en particular en el transcurso del experimento, específicamente durante las dos primeras semanas, en que sí se establecieron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en cuanto al peso vivo y eficiencia de conversión alimenticia; En esa etapa, para ambas variables productivas, los tratamientos que incluían el probiótico, obtuvieron los mejores resultados con respecto al tratamiento en que no se incorporó. Sin embargo, como este efecto desaparece a partir de la tercera semana (en la cual la pérdida de alimento hacia la cama fue corregida) no es posible asociar tal efecto al probiótico en forma intrínseca. De todas maneras, bajo ningún caso se pudo comprobar que el aditivo compuesto por anticuerpos específicos (BigBird®) fuese superior respecto al probiótico testeado (Probión®). Ahora bien, si se analizan los datos presentados en todas las tablas anteriores, es posible identificar cierta tendencia al menos en términos numéricos, la cual posiciona al tratamiento que incluye ambos aditivos por sobre el resto de los tratamientos, tanto en los indicadores productivos como económicos. Este sinergismo quizás no logre la importancia estadística necesaria para ser considerada en este estudio, pero al momento de extrapolar los resultados a nivel macro, sí podrían ser de consideración para el productor.

Cabe mencionar los elevados pesos vivos registrados por los pollos al finalizar el estudio en todos los tratamientos, alcanzando un promedio de 2,8 kilogramos a nivel de galpón, similar al promedio logrado normalmente por la industria comercial. Además, a pesar de contar con un alimento molido en todo momento, no significó que los tres tratamientos desarrollaran respuestas productivas y económicas poco eficientes, puesto que se lograron altos pesos vivos finales, alta uniformidad entre lote de aves y una aceptable mortalidad acumulada.

En la Universidad de Wisconsin (Madison, USA) se ha publicado una compilación de 16 ensayos realizados en pollos broiler durante tres semanas para evaluar la respuesta del individuo frente a anticuerpos anti-fosfolipasa A₂ tanto en el peso vivo, como en la eficiencia de conversión alimenticia (Aova, 2009b). También ofrecieron el alimento molido, pero el aditivo en cuestión (Big Bird[®]) se encontraba protegido (micro-encapsulado). En promedio se optimizó un 3,8% en la eficiencia alimentaria respecto al control (con anticuerpos inespecíficos de la yema del huevo). A su vez, el promedio de peso por corral mejoró en un 5,3% sobre el tratamiento control (Anexo 8). Al comparar estos resultados con los obtenidos (para el mismo período) en el presente estudio, deja abierta la posibilidad de realizar otros ensayos de similares características, pero utilizando anticuerpos específicos de la yema del huevo protegidos, de modo que puedan ser ofrecidos junto a la dieta base como pellet, y de este modo regular el consumo de alimento. También se podría evaluar diferentes niveles de inclusión de estos aditivos e incorporar una mayor variedad de dietas, que se ajusten de mejor forma a los diferentes requerimientos específicos en las distintas etapas de desarrollo durante el ciclo de producción en pollos broiler.

Sería recomendable realizar otros ensayos en los cuales se evalúen nuevas tecnologías que mejoren la integridad tanto, física como funcional, de los anticuerpos específicos de la yema del huevo durante procesos desnaturalizantes y proteolíticos a los cuales este tipo de aditivo tiene que enfrentarse, ya sea, en el peletizado del alimento o en la digestión de éste por parte del ave, respectivamente.

7.- Conclusiones

7.1.- En este estudio se evaluaron dos aditivos comerciales con mecanismos de acción completamente distintos, sin embargo, generaron resultados productivos y económicos muy similares entre sí, incluso en forma combinada. Esta experiencia deja en claro que existe más de una solución disponible al problema, lo cual otorga mayor versatilidad a la producción animal.

7.2.- Para el productor avícola resulta bastante beneficioso poder contar con estudios como éste en el cual se ponen a prueba algunos aditivos disponibles en el mercado de manera imparcial, puesto que los resultados obtenidos se ajustan mucho más a la realidad práctica, a diferencia de aquellos que sólo se evalúan frente a un tratamiento control.

8.- Bibliografía

- **AHO, P.** 2010. La sustentabilidad y la industria avícola. [en línea]. <<http://www.wattagnet.com/IA/13234.html>> [consulta: 15-01-2010]
- **AL-NATOUR, M.; WARD L.; SAIF, Y.; STEWART-BROWN B.; KECK, L.** 2004. Effect of different levels of maternally derived antibodies on protection against infectious bursal disease virus. [en línea]. Avian Dis. 48:177–182. <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/87/8/1550.pdf>> [consulta: 16-09-09]
- **ANADÓN, A.** 2007. Antibióticos de uso veterinario y su relación con la seguridad alimentaria y salud pública. [en línea]. <<http://www.racve.es/actividades/detalle/id/443>> [consulta: 16-09-09]
- **AOVA TECHNOLOGIES TM.** 2009a. Datos de ensayos. [en línea] <<http://www.aovatech.com/esp/productdev.html>> [consulta: 14-09-09]
- **AOVA TECHNOLOGIES TM.** 2009b. Desarrollo de productos. [en línea] <<http://www.aovatech.com/trials/trial6.pdf>> [consulta: 14-09-09]
- **APAJALAHTI, J.; KETTUNEN, A.; GRAHAM, H.** 2004. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. World's Poultry Science Journal, 60, pp 223-232.
- **ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES AVÍCOLAS DE CHILE A. G. (APA).** 2009. Descripción sector avícola. [en línea]. <http://www.apa.cl/index/plantilla1.asp?id_seccion=2&id_subsecciones=8> [consulta: 27-10-2009]
- **AUSTIC, R.; NESHEIM, M.** 1994. Producción avícola. Editorial El Manual Moderno. Ciudad de México, México D.F. 31-37p.
- **BATAL, A.; PARSONS, C.** 2002. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. Poult. Sci. 81:400-407.
- **BEHNKE, K.; BEYER, S.** 2002. Effect of feed processing on broiler performance. VIII Seminario Internacional de Patología y Producción Avícola. Santiago, Chile. [en línea]. <<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/VIIIpatologia/INICIO.htm>> [consulta: 18-12-09]

- **BERGHMAN, L. R.; ABI-GHANEM, D.; WAGHELA, S. D.; RICKE, S. C.** 2005. Antibodies: An Alternative for Antibiotics?. [en línea]. Poultry Science 84:660–666. <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/84/4/660>> [consulta: 14-09-2009]

- **BERNARDI, G.; COOK, W.** 1960. Separation and characterization of the two high-density lipoproteins of egg yolk, α - and β -lipovitellin. Biochim Biophys Acta 44:96–105.

- **BIOCAMP LABORATORIOS LTDA.** 2010. ¿Qué son los probióticos?. [en línea] <<http://www.biocamp.com.br/esp/fundamentacoes/probioticos.htm>> [consulta: 31-03-10]

- **BOERJAN, M.** 2005. Maximizando la uniformidad y calidad de los pollitos. [en línea] Avicultura profesional. 23 (6): 18-21. <<http://www.agriworld.nl/public/file/pdf/20060503-apcs23.6.pdf>> [consulta: 14-09-2009]

- **BRICKETT, K.; DAHIYA, J.; CLASSEN, H.; GOMIS, S.** 2007. Influence of dietary nutrient density, feed form, and lighting on growth and meat yield of broiler chickens. [en línea]. Poult. Sci. 86: 2172-2181. <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/86/10/2172>> [consulta: 10-01-2010]

- **BORGA, S.; ZEHNDER, R.** 1997. Margen bruto agrícola. [en línea] <http://rafaela.inta.gov.ar/cambiorural/mb_agricola_CR.htm> [consulta: 28-12-09]

- **BURLEY, R.; COOK, W.** 1961. Isolation and composition of avian egg yolk granules and their constituent alpha- and beta-lipovitellins. Can. J. Biochem. Physiol., 39, 1295-1307.

- **CARLANDER, D.; KOLLBERG, H.; WEJAKER, P.; LARSON, A.** 2000. Peroral immunotherapy with yolk antibodies for the prevention and treatment of enteric infections. Immunol. Res. 21, 1-6.

- **CEPERO R.** 2005. Retirada de los antibióticos promotores del crecimiento en la unión europea: causas y consecuencias. [en línea] In: XII Congreso Bienal. Puerto Vallarta, Jalisco, México. . 25 Octubre 2005. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Avícola (AMENA). 46p.<http://www.wpsaaeca.com/img/informacion/24_01_30_MEXICO05-RCB.pdf> [consulta: 14-09-09]

- **CHACANA, P. A.; TERZOLO, H. R.; GUTIERREZ CALZADO, E.; SCHADE, R.** 2004. [en línea]. Tecnología IgY o aplicaciones de los anticuerpos de yema de huevo de gallina. Rev. Med. Vet. (Bs. As.) 85(5): 179-189. <<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/otras/aves/RevisionAnticuerposYemaHuevo.pdf>> [consulta: 14-09-09]

- **CHALGHOUMI, R.; BECKERS, Y.; PORTETELLE, D.; THEWIS, A.** 2009. Hen egg yolk antibodies (IgY), production and use for passive immunization against bacterial enteric infections in chicken: a review. [en línea]. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 13(2):295-308. <<http://popups.ulg.ac.be/Base/document.php?id=4136>> [consulta: 15-09-09]

- **CHANG, H.; OU-YANG, R.; CHEN, Y.; CHEN, C.** 1999. Productivity and some properties of immunoglobulin specific against *Streptococcus mutans* serotype C in chicken egg yolk (IgY). J. Agric. Food Chem., 47: 61-66.

- **COOK, M.** 1999. Nutritional effects on vaccination. In: Shultz, R.D. Advances in Veterinary Medicine: Veterinary vaccines and diagnostics. Academic Press. San Diego, USA. 41:53-58.

- **COOK, M.; DEVONEY, D.; DRAKE, B.; PARIZA, M.; WHIGHAM, L.; YANG, M.** 1999. Dietary control of immune-induced cachexia conjugated linoleic acid and immunity. In: Advances in Conjugated Linoleic Acid Research. Vol. I. M. P. Yurawecz, M. M. Mossaba, J. K. G. Kramer, M. W. Pariza, and G. J. Nelson, ed. AOCS Press, Champaign, IL. pp. 226–237

- **COOK, M.** 2002. Method of using anti-phospholipase A2 antibodies to enhance growth or improve feed efficiency. [en línea]. US Patent 6,383,485. <<http://www.freepatentsonline.com/6383485.pdf>> [consulta: 28-09-09]

- **COOK, M.** 2004. Antibodies: Alternatives to Antibiotics in Improving Growth and Feed Efficiency. [en línea]. J. Appl. Poult. Res. 13:106–119. <<http://japr.fass.org/cgi/reprint/13/1/106>> [consulta: 12-08-09]

- **COOK, C.** 2007. Gut inflammation: effects on animal production and management approaches. [en línea] <http://wattagnet.com/uploadedFies/WattAgNet/Sponsored_Links/Poultry/Gutinflam09.pdf?n=8389> [consulta: 15-09-09]

- **DAVALOS, L.; ORTEGA, J.; BASTOS, D.; HIDALGO, R.** 2000. A comparative study between the adsorption of IgY and IgG on latex particles. *J. Biomater. Sci. Polym. Ed.*, 11:657-673.

- **DIBNER, J.; RICHARDS, J.** 2005. Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. [en línea]. *Poultry Sci.*, 84:634-643. <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/84/4/634>> [consulta: 12-08-09]

- **EWING, W.; COLE D.** 1994. *The living gut: an introduction to micro-organism in nutrition*. Context, 117 Carrycastle Road, Dungannon, Co. Tyrone N. Ireland. BT70 1LT. 220 pp.

- **GASKINS, H.** 2008. Host and intestinal microbiota negotiations in the context of animal growth efficiency. **In:** *Gut efficiency; the key ingredient in pig and poultry production* (Eds. J. Taylor-Picard and P. Spring). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands. p.32-36.

- **GEDEK, B.** 1999. Mode of actions of probiotics in chickens. *Proc. XII Eur. Symp. on Poultry Nutrition*, Veldhoven, The Netherlands. pp. 83-90.

- **GOLDSBY, R.A.; KINDT, T.J.; OSBORNE, B.A.; KUBY, J.** 2003. *Immunology*. 5th ed. New York, USA: Freeman W.H. & Company. pp. 148-150.

- **GOTTSTEIN B.; HEMMELER, E.** 1985. Egg yolk immunoglobulin Y as an alternative antibody in the serology of echinococcosis. *Z. Parasitenkd*, 71: 273-276.

- **GRIGGS, J.; JACOB J.** 2005. Alternatives to antibiotics for organic poultry production. [en línea]. *J. Appl. Poultry Res.* 14, 750-756. <<http://japr.fass.org/cgi/reprint/14/4/750>> [consulta:14-09-09]

- **GUNTHER, K.** 1995. *The role of probiotics as feed additives in animal nutrition*. Department of Animal Physiology and Animal nutrition. Göttingen, Germany.

- **HANLY, W.C.; ARTWOHL, J.E.; BENNETT, B.T.** 1995. Review of polyclonal antibody production procedures in mammals and poultry. *ILAR News*, 37: 93-118.

- **HATTA, H.; TSUDA, K.; AKACHI, S.; KIM, M.; YAMAMOTO, T.** 1993. Productivity and some properties of egg yolk antibody (IgY) against human rotavirus compared with rabbit IgG. [en línea]. Biosci. Biotechnol. Biochem. 57(3). 450-454. <<http://ci.nii.ac.jp/lognavi?name=nels&lang=en&type=pdf&id=ART0002948278>> [consulta: 22-09-09]
- **HODEK, P.; STIBOROVÁ, M.** 2003. Chicken Antibodies - superior alternative for conventional immunoglobulins. [en línea]. Proc. Indian Natn. Sci. Acad. B69, No.4 pp 461-468 <http://www.new.dli.ernet.in/rawdataupload/upload/insa/INSA_1/20008a2f_461.pdf> [consulta 13-09-09]
- **HOOGE, D.** 1995. Poultry feeds, feeding: ways to improve profits. Poultry Digest 54: 12-19.
- **INFOSTAT.** 2004. *InfoStat versión 2004*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- **ISMAIL, O.** 2008. Entender el proceso de peletizado para lograr mejores resultados. [en línea]. <<http://www.wattpoultry.com/IndustriaAvicola/Article.aspx?id=24026>> [consulta: 14-09-09]
- **JARADAT, Z.; MARQUARDT, R.** 2000. Studies on the stability of chicken IgY in different sugars, complex carbohydrates and food materials. Food Agricult. Immunol. 12: 263-272.
- **JIN, L.; HO, Y.; ABDULLA, N.; JALALUDIN, S.** 2000. Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with Lactobacillus cultures. [en línea]. Poult. Sci. 79:886–891 <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/79/6/886.pdf>> [consulta: 12-09-09]
- **JENSEN, L.** 1994. Factores que afectan la conversión alimenticia. Revista Avicultura Profesional. XI 3:136-137.
- **JONES, R.; WISEMAN, J.** 1985. Effect of nutrition on broiler carcass composition: Influence of dietary energy content in the starter and finisher phases. Br. Poult. Sci. 26:381-388.
- **JUNEJA, L.** 1997. Egg yolk lipids. **In:** Yamamoto T, Juneja LR, Hatta H, Kim M (eds) Hen eggs, their basic and applied science. CRC Press, New York, pp 73–98.

- **KLEMPERER, F.** 1893. Ueber natürliche Immunität und ihre Verwerthung für die Immunisirungstherapie. Archiv für Experimentelle Pathologie und Pharmakologie 31: 356-382.

- **KOVACS-NOLAN, J.; MINE Y.** 2005. Microencapsulation for the gastric passage and controlled intestinal release of immunoglobulin Y. J. Immunol. Methods, 296, 199-209.

- **KOVACS-NOLAN, J.; PHILLIPS, M.; MINE, Y.** 2005. Advances in the value of eggs and egg components for human health. J Agric Food Chem 53:8421–8431

- **LEENAARS, M.; CLAASSEN E.; BOERSMA W.** 1996. Modulation of the humoral immune response: antigens and antigen presentation. In: Lefkovits I., ed. Immunology methods manual. London: Academic Press Ltd, 989-1013.

- **LEESON, S.** 2000. Is feed efficiency still a useful measure of broiler performance? [en línea]. <<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/poultry/facts/efficiency.htm>> [consulta: 11-01-2010]

- **LESLIE G.; CLEM L.** 1969. Phylogen of immunoglobulin structure and function. 3. Immunoglobulins of the chicken. [en línea]. J Exp Med. Dec 1;130(6):1337–1352 <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2138693/pdf/1337.pdf>> [consulta 12-09-09]

- **LESLIE, G.; MARTIN, L.** 1973. Studies on the secretory immunologic system of fowl. III. Serum and secretory IgA of the chicken. J. Immunol., 110,1-9.

- **LI, X.; NAKANO, T.; SUNWOO, H.; PAEK, B.; CHAE, H.; SIM, J.** 1998. Effects of egg and yolk weights on yolk antibody (IgY) production in laying chickens. [en línea]. Poultry Sci. 77, 266-270 <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/77/2/266>> [consulta: 14-09-09]

- **LI-CHAN, E; POWRIE, W.; NAKAI, S.** 1995. The chemistry of eggs and egg products, In Egg Science and Technology, Fourth Edition, eds Stadelman, W.J. and Cotterill, O.J. The Haworth Press, Inc., New York, p. 105.

- **LOYOLA, P.** 2008. Distintos niveles de incorporación de hidrolizados proteicos de pescado en la dieta de preinicio de pollos Broiler: efectos sobre rendimientos productivos y económicos. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Medicina Veterinaria 45 p.

- **MATSUSHITA, K.; HORIUCHI, H.; FURUSAWA, S.; HORIUCHI, M.; SHINAGAWA, H.; MATSUDA, H.** 1998. Chicken Monoclonal Antibodies against Synthetic Bovine Prion Protein Peptide. [en línea]. J. Vet. Med. Sci. 60 (1998) 777–779 <http://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms/60/6/777/_pdf> [consulta: 11-09-09]

- **MCCULLY, K.; MOK, C.; COMMON, R.** 1962. Paper electrophoretic characterization of proteins and lipoproteins of hen's egg yolk. Can. J. Biochem. Physiol., 40:937-952.

- **MCNURLAN, M.; GARLICK, P.** 1980. Contribution of rat liver and gastrointestinal tract to whole-body protein synthesis in the rat. [en línea]. Biochem. J. 186:381-383. <<http://www.biochemj.org/bj/186/0381/1860381.pdf>> [consulta: 21-09-09]

- **MITCHELL, I.; KENWORTHY, R.** 1976. Investigations on a metabolite from *Lactobacillus bulgaricus* which neutralizes the effect of enterotoxin from *Escherichia coli* pathogenic for pigs. [en línea]. J. Appl. Bacteriol. 41: 163-174. < <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/120066232/PDFSTART>> [consulta: 12-09-09]

- **MOHAMMED S.; MORRISON, S.; WIMS, L.; TRINH K.; WILDEMAN A.; BONSELAAR, J.; ETCHES, R.** 1998. Deposition of genetically engineered human antibodies into the egg yolk of hens. Immunotechnology 4: 115-125.

- **MOLERO, C; RINCÓN, I.; PEROZO, F.** 2001. Factores de confort. Galpones controlados. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Venezuela. Informe de Postgrado. 70p.

- **MORRISON S.; MOHAMMED, S.; WIMS, L.; TRINH R.; ETCHES R.** 2001. Sequences in antibody molecules important for receptor-mediated transport into the chicken egg yolk. Mol. Immunol. 38: 619-625.

- **NARAT, M.** 2003. Production of Antibodies in Chickens. [en línea]. Food Technol. Biotechnol. 41 (3) 259–267. <<http://www.ftb.com.hr/41-259.pdf>> [consulta: 14-09-09]

- **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1995. Digestion and absorption in the young chick. Poult. Sci. 74:366-373.

- **ORTIZ, M.; INGALLS, H.; ALONSO, P.; NÚÑEZ, G.** 1997. Índices de productividad en pollo de engorda. Tecnología Avípecuaria en Latinoamérica. Publicaciones Midia Relaciones S.A. de C.V. año 10, 118: 3-4.

- **OTANI, H.; MATSUMOTO, K.; SAEKI, A.; HOSONO, A.** 1991. Comparative studies on properties of hen egg yolk IgY and rabbit serum IgG antibodies. Lebensm. Wiss. Technol., 24, 152-158.

- **PANADA, A.; REDDY, M.** 2007. Boosting the chick's immune system through early nutrition. [en línea] Poultry Int.. 22-26. <<http://www.poultryinternational-digital.com/poultryinternational/200707/?pg=22>> [consulta: 13-09-09]

- **PATTERSON, J.; BURKHOLDER, K.** 2003. Application of Prebiotics and Probiotics in Poultry Production. [en línea]. Poultry Sci. 82, 627-631. <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/82/4/627>> [consulta: 06-01-10]

- **POLSON, A.; VON WECHMAR, M.; REGENMORTEL, M.** 1980. Isolation of viral IgY antibodies from yolks of immunized hens. Immunol. Commun. 9:475-493.

- **REGUEIRO, J.; LÓPEZ, C.** 1997. Inmunología. Biología y patología del sistema immune. 2ª ed. Editorial médica Panamericana. Madrid, España. 97-104.

- **RODRÍGUEZ, W.** 2007. Indicadores productivos como herramienta para medir la eficiencia del pollo de engorde. [en línea]. <http://www.amevea-ecuador.org/datos/Indicadores_Productivos%20ING._WASHINGTON_RODRIGUEZ.PDF> [consulta: 15-12-09]

- **ROMANOFF, A.; ROMANOFF, J.** 1949. The avian egg. J. Wiley & Sons INC., New York, Chapman & Hall Limited, London.

- **ROSE, M.; ORLANS, E.; BUTTRESS, N.** 1974. Immunoglobulin classes in the hen's eggs: Their segregation in yolk and white. Eur. J. Immunol., 4:521-523.

- **ROSOL, T.; STEINMEYER, C.; MCCAULEY, L.; MERRYMAN J.; WERKMEISTER, J.; GRÖNE, A.; WECKMANN, M.; SWAYNE, D.; CAPEN, C.** 1993. Studies on chicken polyclonal anti-peptide antibodies specific for parathyroid hormone-related protein (1–36). Vet. Immunol. Immunopathol. 35:321–337.

- **SANTOMÁ, G.** 1999. Aditivos alternativos a los antibióticos y promotores de crecimiento. Memoria XXXVI Symp. Avicultura, Sec. Esp. WPSA, Valladolid 20-22 octubre 1999, pp. 95-132.
- **SHADE, R.; PFISTER, C.; HALATSCH, R.; HENKLEIN, P.** 1991. Polyclonal IgY antibodies from chicken egg yolk – an alternative to the production of mammalian IgG type antibodies in rabbits. ATLA, 19:403-406.
- **SCHADE, R.; BÜRGER, W.; SCHÖNEBERG, T.; SCHNIERING, A.; SCHWARZKOPF, C.; HLINAK, A.; KOBILKE, H.** 1994. Avian egg yolk antibodies. The egg-laying capacity of hens following immunization with antigens of different kind and origin and the efficiency of egg yolk antibodies in comparison to mammalian antibodies. Altex Alternativen Zu Tierexp. 11, 75–84
- **SCHADE, R.; STAAK, C.; HENDRIKSEN, C.; ERHARD, M.; HUGL, H.; KOCH, G.; LARSSON, A., POLLMANN, W.; VAN REGENMORTEL, M.; RIJKE, E.; SPIELMANN, H.; STEINBUSCH, H.; STRAUGHAN, D.** 1996. The production of avian (egg yolk) antibodies: IgY. [en línea]. ECVAM. Workshop ATLA. 24:925-934 <<http://ecvam-dbalm.jrc.it/publication/WorkshopReport21.pdf>> [consulta: 14-09-09]
- **SCHADE, R.; BEHN I.; ERHARD, A.; HLINAK, A.; STAAK, C. (Eds.).** 2000. Chicken egg yolk antibodies, production and application. IgY-Technology. Eds. Springer-Verlag. Berlin, Germany. 255pp.
- **SCHADE, R.; CALZADO, E.; SARMIENTO, R.; CHACANA, P.; PORANKIEWICZ-ASPLUND, J.; TERZOLO, H.** 2005. Chicken egg yolk antibodies (IgY-technology): a review of progress in production and use in research and human and veterinary medicine. ATLA, 33:129-154.
- **SCHADE, R; TERZOLO, H.** 2006. IgY-technology: application and trends. [en línea]. In: EPC 2006 – XII European poultry conference. Verona, Italy. 10-14 september 2006. <<http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSAVerona%5C10080.pdf>> [consulta: 14-09-09]
- **SCHWARZKOPF, C; STAAK, C.; BEHN I.; ERHARD, M.** 2000. Inmunization. In: Schade, R.; Behn I.; Erhard, A.; Hlinak, A.; Staak, C. (Eds.). Chicken egg yolk antibodies, production and application: IgY Technology. Springer-Verlag. Berlin, Germany. pp. 25-64.

- **SCOTT, T.** 2002. Evaluation of lighting programs, diet density, and short-term use of mash as compared to crumbled starter to reduce incidence of sudden death syndrome in broiler chicks to 35 days of age. [en línea] Can. J. Anim. Sci. 82:375-383. < <http://article.pubs.nrc-cnrc.gc.ca/ppv/RPViewDoc?issn=1918-1825&volume=82&issue=3&startPage=375>> [consulta 08-01-2010]

- **SELL, J.** 1996. Physiological limitations and potential for improvement in gastrointestinal tract function in poultry. [en línea]. J. Appl. Poult. Res. 5:96-101. <<http://japr.fass.org/cgi/reprint/5/1/96>> [consulta: 15-09-2009]

- **SERVICIO AGRÍCOLA GANADERO (SAG).** 2010. Medicamentos autorizados. [en línea].<[http://www.sag.cl/OpenDocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc56&argInstanciald=56&argCarpetald=578&argTreeNodosAbiertos=\(578\)\(56\)&argTreeNodoActual=578&argTreeNodoSel=568](http://www.sag.cl/OpenDocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc56&argInstanciald=56&argCarpetald=578&argTreeNodosAbiertos=(578)(56)&argTreeNodoActual=578&argTreeNodoSel=568)> [consulta: 7-01-2010]

- **SHIMIZU, M.; NAGASHIMA, H.; SANO, K.; HASHIMOTO, K.** 1993a. Comparative studies on molecular stability of immunoglobulin G from different species. Comp. Biochem. Physiol., 106: 255-261.

- **SHIMIZU, M.; MIWA, Y.; HASHIMOTO, K.; GOTO, A.** 1993b. Encapsulation of chicken egg yolk immunoglobulin G (IgY) by liposomes. [en línea]. Biosci. Biotech. Biochem., 57(9), 1445-1449.<<http://ci.nii.ac.jp/lognavi?name=nels&lang=en&type=pdf&id=ART0002948601>> [consulta:13-09-09]

- **SHIMIZU, M.; NAGASHIMA, H.; HASHIMOTO, K.; SUZUKI, T.** 1994. Egg yolk antibody (IgY) stability in aqueous solution with high sugar concentrations. J. Food Sci., 59:763-772.

- **SILVÁN, G.** 2006. Promotores del crecimiento: acciones sobre el eje hipotálamo-hipófisis-gónada. **In:** Conferencia de la real academia de ciencias veterinarias. Madrid, España. 22 febrero 2006. Real academia de ciencias veterinarias [en línea] <<http://www.racve.es/contenido/show/id/204>> [consulta: 20-12-2009].

- **SIMON, O.; JADAMUS A.; VAHJEN, W.** 2001. Probiotic feed additives effectiveness and expected modes of action. J. Anim. Feed Sci. 10:51-67.

- **SISSONS, J.** 1989. Potential of probiotic organisms to prevent diarrhea and promote digestion in farm animals: A review. [en línea]. J. Sci. Food Agric. 1989, 49, 1-13.

<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC91690/pdf/am005134.pdf>> [consulta: 27-12-09]

- **SOKAL, R.; ROHLF, F.** 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. New York, USA. Freeman&Company. 859p.
- **STÁBILE, LB.** 1996. Visão da Indústria. Panei Restrições e Uso de Aditivos (Promotores de Crescimento) em Raçõs de Aves. Anais Conf APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. Curitiba 15-17 outubro.
- **STADEKLMAN, W.; COTTERILL, O.** 1977. Egg science and technology. 2nd ed. Westport, CT, USA: AVI Pub. Co.
- **STERN, N.** 1995. Potentials for improved broiler production and enhanced food safety through direct-fed microbials. In: Proc. Maryland Nutr. Conf. for feed manufacturers. Baltimore, Est. Maryland, U.S.A. 23-24 marzo 1995. University of Maryland. pp. 30–36.
- **TINI, M.; JEWELL, U.; CAMENISCH, G.; CHILOV, D.; GASSMANN, M.** 2002. Generation and application of chicken egg-yolk antibodies. Com. Biochem. Physiol. A, 131:569-574
- **TORRES C.; ZARAZAGA M.** 2002. Antibióticos como promotores del crecimiento en animals. ¿Vamos por el buen camino?. [en línea]. Gac Sanit;16(2):109-12 <http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-91112002000200002&script=sci_arttext> [consulta: 14-09-09]
- **WALTON, J.** 1996. Recent advances in animal nutrition, Gainswothy, P.C. & Wiseman, J. (eds.), Nottingham University Press, UK, pp. 19-46.
- **WARR, G.; MAGOR, K.; HIGGINS, D.** 1995. IgY: clues to the origins of modern antibodies. Immunol. Today. 16:392–398.
- **WOOLLEY, J.A.; LANDON, J.** 1995. Comparison of antibody production to human interleukin-6 (IL-6) by sheep and chickens. J. Immunol. Methods, 178:253-265.

- **YEGANI, M.; KORVER, D.** 2007. Are egg yolk antibodies an alternative to antibiotics?. [en línea]. World Poultry. 23:22-25. <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/84/4/660.pdf>> [consulta: 14-09-09]

- **YEO, J.; KIM, K.** 1997. Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks. [en línea]. Poultry Sci. 76:381-385 <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/76/2/381>> [consulta: 14-09-09]

Anexo 1.- Programa de luz establecido por la empresa Cobb-Vantress Inc. para su línea genética Cobb 500.¹

Edad (días)	Horas de oscuridad
0	0
1	1
100 a 160 grs.	9
7	9
14	9
21	9
22	8
23	7
24	6
28	6
35	6
Cinco días antes del beneficio	5
Cuatro días antes del beneficio	4
Tres días antes del beneficio	3
Dos días antes del beneficio	2
Un día antes del beneficio	1

¹Modificado de Cobb-Vantress Inc.

<http://www.cobbvantress.com/contactus/brochures/BroilerGuideSPAN.pdf>

Anexo 2.- Composición Nutricional calculada de las Dietas Ofrecidas a las Aves durante el Estudio.¹

	Dieta Inicio	Dieta Final
Proteína Cruda (%)	21,5	18,04
Metionina (%)	0,573	0,410
Lisina (%)	1,349	1,092
Treonina (%)	0,839	0,741
Energía (Kcal/kg alim)	2950	3220
Calcio (%)	0,99	0,78
Fósforo Disponible (%)	0,45	0,37
Fósforo Total (%)	0,73	0,65

¹ Informado por la empresa Ariztía S.A.

Anexo 3.- Especificaciones del producto Big Bird®.

Producto	Big Bird TM	
Ingredientes	Huevo entero deshidratado	
Especificaciones analíticas	Humedad	2.18%
	Grasa	32.00%
	Proteína	51.86%
	Carbohidratos	8.35%
	Cenizas	3.64%
	Fósforo	0.74%
	Potasio	0.51%
	Sodio	0.51%
Especificaciones Microbiológicas	Calcio	0.21%
	Recuento total	10.000 ufc/g máx.
	Coliformes	10 ufc/g máx.
	Levaduras y Hongos	10 ufc/g máx.
	Salmonela	Negativo

Fuente.- AOVA Technologies™, Inc., USA, 2009.

Anexo 4.- Composición microbiológica del producto Probión®.

Composición	Cada Kg. contiene	
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	2 x 10 ⁸ ufc
	<i>Bacillus subtilis</i>	2 x 10 ⁸ ufc
	<i>Clostridium butyricum</i>	2 x 10 ⁸ ufc
Dosificación	1 a 2 Kg./ton de alimento	

Fuente.- Woogene B&C Co., Ltd.

http://eng.woogenebng.com/english/product/product02_edit.asp?b_menu=Nutraceuticals

Anexo 5. Análisis Químico Proximal Realizado a las Distintas Dietas del Estudio (Laboratorio de Análisis y Servicios Avanzados Labser Ltda, Rancagua, Chile).

Tabla a.- Dieta Inicio

Tratamiento	Proteína Total (%)	Grasa Total (%)	Cenizas (%)	Fibra Cruda (%)	Humedad (%)
Probión®	21,79	5,24	6,98	3,14	11,55
BigBird®	21,19	4,81	6,86	2,69	11,46
BigBird®+Probión®	21,50	5,77	6,71	2,91	11,49

Tabla b.- Dieta Final

Tratamiento	Proteína Total (%)	Grasa Total (%)	Cenizas (%)	Fibra Cruda (%)	Humedad (%)
Probión®	18,66	7,48	5,96	3,12	11,41
BigBird®	18,43	7,90	6,02	4,35	11,32
BigBird®+Probión®	18,13	8,29	6,24	2,99	11,48

Anexo 6.- Valores estimados por la empresa Cobb-Vantress Inc. sobre el peso vivo, ganancia diaria de peso promedio, conversión y consumo acumulado de alimento en pollitos broiler machos de la línea Cobb 500.¹

Edad	Peso por edad	Ganancia diaria promedio	Conversión acumulada de alimento	Consumo acumulado de alimento
Días	gramos	gramos		gramos
0	41			
7	170	24,3	0,836	142
14	449	32,1	1,047	470
21	885	42,1	1,243	1100
28	1478	52,8	1,417	2095
35	2155	61,6	1,569	3381
42	2839	67,6	1,700	4827
49	3486	71,1	1,817	6333
56	4054	72,4	1,927	7808

¹ Modificado de Cobb-Vantress Inc.

Datos estimados bajo una formulación dietaria compuesta de de cuatro etapas: Inicio, Crecimiento, Término 1 y Término 2.

http://www.cobb-vantress.com/contactus/brochures/Cobb500_BPN_SupplementSpanish.pdf

Anexo 7. Resúmenes de los informes de necropsia realizados en pollos broiler machos de la línea Cobb 500. Lab. Patología Aviar Fac. Veterinaria de La U. de Chile.

	Fecha de muerte	Grupo	Edad (días)	Peso (gr)	Diagnóstico
1	03-04-09	3.8	3	64	Infección Saco Vitelino
2	05-04-09	2.0	5	78	Sofocación
3	05-04-09	2.7	5	79	Sofocación
4	05-04-09	2.9	5	96	Sofocación
5	05-04-09	3.5	5	92	Sofocación
6	05-04-09	3.5	5	43	Aplastamiento
7	08-04-09	1.8	8	202	Muerte súbita
8	09-04-09	3.5	9		Muerte súbita
9	17-04-09	1.3	16	445	Muerte súbita
10	17-04-09	3.2	17	557	Muerte súbita
11	18-04-09	2.9	18	489	Muerte súbita
12	21-04-09	2.4	20	581	Muerte súbita
13	21-04-09	2.8	20	499	Hígado y bazo congestivo, esplenomegalia, nefrosis y celulitis
14	22-04-09	2.7	22	602	Sacrificado. Lesiones dérmicas necróticas (en la cabeza), escoriaciones de la piel en articulación tarso-metatarso y alas.
15	23-04-09	2.6	23	679	Cuadro séptico por E. coli
16	28-04-09	1.0	27	731	Sacrificado, intestino atrófico, patas desviadas con artritis-sinovitis
17	28-04-09	1.2	27	1.293	Patatas desviadas con abundante líquido sinovial sanguinolento, Artritis con tendosinovitis bilateral. Líquido articular: Cultivo bacteriológico negativo; Aislamiento viral en curso
18	28-04-09	1.7	27	420	Sacrificado, colisepticemia y artritis purulenta
19	28-04-09	2.1	27	583	Cuadro séptico, desviación de patas
20	29-04-09	1.9	28	694	Sacrificado, escaso desarrollo
21	30-04-09	3.3	29		Síndrome Ascítico, congestión pulmonar
22	30-04-09	3.8	29	1.030	Síndrome Ascítico, congestión y edema pulmonar, degeneración hepática
23	01-05-09	1.8	31	770	Síndrome Ascítico, congestión y edema pulmonar
24	03-05-09	1.1	32	1.320	Hígado graso, Ascitis
25	04-05-09	2.0	34	1.495	Aerosaculitis, colisepticemia (Cuadro séptico)
26	04-05-09	2.0	34	1.651	Congestión y edema pulmonar, aparente nefritis, extenso picaje de la región periocular derecha. Sin diagnóstico presuntivo
27	07-05-09	3,7	36		Muerte súbita
28	08-05-09	1.3	37	1.947	Edema pulmonar, hígado y bazo congestivos. Cuadro Séptico
29	08-05-09	1.5	38	1.506	Ascitis
30	09-05-09	2.2	38	1.739	Colisepticemia
31	11-05-09		41	2.536	Muerte súbita

Anexo 8.- Compilación de 16 ensayos realizados en pollos broiler alimentados con una dieta base molida junto a un aditivo compuesto por anticuerpos anti-fosfolipasa A₂ (aPLA₂), efectos sobre el Peso vivo promedio (PVP) y la eficiencia de conversión alimenticia (ECA). Promedio (P) ± Desviación estándar (DS) y Coeficiente de variación (CV).¹

Ensayo	ECA				PVP (lb) ²			
	Control		aPLA ₂		Control		aPLA ₂	
	P ± DS	CV (%)	P ± DS	CV (%)	P ± DS	CV (%)	P ± DS	CV (%)
1	1,720 ±0,034	1,98	1,680 ±0,110	6,55	2615 ±277	10,59	2761 ±285	0,10
2	1,670 ±0,091	5,45	1,580 ±0,126	7,97	2467 ±225	9,12	2614 ±197	0,08
3	1,620 ±0,110	6,79	1,540 ±0,910	59,09	2489 ±417	16,75	2656 ±248	0,09
4	1,530 ±0,054	3,53	1,470 ±0,040	2,72	2281 ±339	14,86	2321 ±264	0,11
5	1,540 ±0,032	2,08	1,420 ±0,068	4,79	2359 ±286	12,12	2553 ±361	0,14
6	1,471 ±0,123	8,36	1,441 ±0,058	4,02	2919 ±187	6,41	3026 ±253	0,08
7	1,550 ±0,025	1,61	1,540 ±0,023	1,49	2743 ±206	7,51	2711 ±269	0,10
8	1,550 ±0,072	4,65	1,530 ±0,048	3,14	2716 ±232	8,54	2810 ±248	0,09
9	1,520 ±0,057	3,75	1,460 ±0,041	2,81	2297 ±121	5,27	2380 ±266	0,11
10	1,550 ±0,041	2,65	1,510 ±0,015	0,99	2336 ±168	7,19	2416 ±134	0,06
11	1,475 ±0,070	4,75	1,487 ±0,113	7,60	2512 ±229	9,12	2644 ±205	0,08
12	1,520 ±0,093	6,12	1,438 ±0,056	3,89	2524 ±247	9,79	2767 ±224	0,08
13	1,522 ±0,053	3,48	1,456 ±0,054	3,71	2691 ±160	5,95	2816 ±160	0,06
14	1,579 ±0,080	5,07	1,517 ±0,061	4,02	2208 ±233	10,55	2523 ±210	0,08
15	1,478 ±0,048	3,25	1,416 ±0,034	2,40	2711 ±260	9,59	2907 ±180	0,06
16	1,580 ±0,114	7,22	1,474 ±0,046	3,12	2544 ±438	17,22	2775 ±160	0,06
Promedio	1,555 ±0,068	4,37	1,497 ±0,068³	4,54	2525,8 ±198	7,84	2659,1 ±180⁴	0,07

¹ Modificado de AOVA, 2009b.

² Representa el peso vivo promedio de 5 broiler de 21 días de vida.

³ Diferente respecto al control (p<0,05).

⁴ Diferente respecto al control (p<0,1).