

**“EFECTO DE HIDROXITIROSOLO DE ORIGEN NATURAL SOBRE
EL DESEMPEÑO DE LAS AVES”**

Tesina
del alumno

MARCOS JESÚS CHILA COVACHINA

Este trabajo ha sido presentado como requisito
para la obtención del título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Carrera: Ingeniería Agronómica

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Junín, 08 de abril de 2014

**“EFECTO DE HIDROXITIRO SOL DE ORIGEN NATURAL SOBRE
EL DESEMPEÑO DE LAS AVES”**

Tesina
del alumno

MARCOS JESÚS CHILA COVACHINA

Aprobada por el Tribunal Evaluador de Tesinas

.....

Director: **MV. DR. BERNARDO F. IGLESIAS**

Carrera: Ingeniería Agronómica

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Junín, 08 de abril de 2014

AGRADECIMIENTOS

Considero que hay muchas personas involucradas y que de algún modo cada uno de ellos fue partícipe con su granito de arena de este gran logro.

Quiero comenzar agradeciendo a mi mamá Claudia, papá Horacio por el esfuerzo realizado y el apoyo brindado durante estos años.

A mi hermana Jimena, quien fue mucho más que una hermana. Una gran amiga y compañera, la socia perfecta para encarar largas tardes de estudio.

A mi novia Francina y mi hijo del corazón Theo que estuvieron siempre a mi lado para acompañarme.

A mi director Bernardo Iglesias, un excelente profesional, que siempre mostró una gran predisposición y un enorme compromiso; además de brindarme todo su conocimiento y herramientas para poder llegar a buen puerto con este trabajo.

A todo el equipo del Sector Avicultura del INTA – EEA Pergamino, quienes me integraron a su trabajo y me hicieron sentir uno más de ellos.

Por último a mi colega y cuñado Juan Lavagnino por toda su ayuda, a mi abuela, tíos, primos y amigos por estar siempre cuando los necesité.

RESUMEN

La producción de pollo en nuestro país ha pasado de las 958 mil tn en el año 2000 a más de 1,6 millones tn en el año 2013. La potencialidad del sector encuentra su motor en las condiciones ambientales, con la amplia disponibilidad de tierras, agua y de materias primas (maíz y soja) para alimentar a las aves, y el despliegue de genética y herramientas acordes a los estándares internacionales. La modalidad intensiva con la que se crían las aves debe contemplar el bienestar de los animales y la salud de los consumidores, sin descuidar la conservación del medio ambiente. En los últimos años se ha incrementado la búsqueda de agentes naturales que reemplacen a los antibióticos promotores de crecimiento y puedan actuar mejorando el crecimiento de las aves, o bien que permitan el control de algunos microorganismos. En la actualidad existen algunos recursos de origen natural que cumplen estos preceptos. Entre ellos deben considerarse probióticos, prebióticos, acidificantes orgánicos, antioxidantes y extractos vegetales. Dentro de este último grupo encontramos al hidroxitirosol (HT), un compuesto específico del olivo responsable de gran parte de las propiedades saludables del aceite de oliva virgen. El HT es un fitoquímico con propiedades antioxidantes, soluble en agua, y ha demostrado que posee otras propiedades como agente antiinflamatorio, antitrombótico, antiirritante, antimicrobiano (bacteriostático) y antienvjecimiento. Por tal motivo se planteó un ensayo para determinar los efectos de la inclusión de HT en la alimentación de pollos (línea Cobb-500), sobre los parámetros productivos y de salud intestinal, para lo cual se empleó un diseño en bloques completos al azar, con 3 tratamientos (con

BMD, sin BMD, con HT), cada tratamiento contó con 7 repeticiones y la prueba se llevó a cabo en las instalaciones de la Sección Avicultura del INTA – EEA Pergamino. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza considerando un error α del 5%; la separación de medias se realizó mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan. En cuanto a las variables evaluadas, la aplicación de HT mejoró el peso, conversión alimenticia y la relación peso/conversión sin mostrar cambios significativos en la salud intestinal.

ABSTRACT

The broiler production in Argentina had increased from 958,000 tons in 2000 to 1,600,000 tons in 2013. The environmental conditions help this practice as well as the presence of land, water and feedstuff (corn and soy) to feed the animals. The brooding should consider the welfare of the birds and the health of consumers without damage the environment. Last years there has been recent research looking for natural additives that can replace the Antibiotic Growth Promoters, and improve the birds' growth and/or control the development of some pathogen microorganisms.

Nowadays, there are some natural additives that can full fit these conditions. Among them we can found probiotics, prebiotics, organic acids, antioxidants and vegetable extracts. Within the last group we can find the hydroxytyrosol (HT). The HT is a water-soluble phytochemical with antioxidant properties obtained from the olive. The HT also is considered an anti-inflammatory, antithrombotic, anti-irritant, antimicrobial and anti-age agent. A trial was conducted to evaluate the inclusion of HT in the diet of broilers chicken (Cobb-500) on their performance. A randomized complete block design with three treatments (with BMD, without BMD, with HT) and 7 reps each was performed. Data was analyzed with ANOVA (α error 5%) and means were separated according to Duncan's multiple range test. The use of HT improved body weight, feed conversion ratio and the relation of body weight/feed conversion ratio without changes in gut health.

ÍNDICE

Abreviaturas.....	8
INTRODUCCIÓN	9
La producción avícola mundial y argentina	10
El uso de aditivos en la alimentación de aves	12
El hidroxitirosol	15
OBJETIVOS.....	18
General.....	19
Específicos	19
MATERIALES & MÉTODOS.....	20
Aves	21
Diseño experimental y análisis estadístico.....	21
Tratamientos.....	22
Alimento.....	22
Determinaciones.....	23
RESULTADOS.....	25
Peso	26
Conversión	27
Peso/Conversión	28
Histopatología.....	28
Histomorfometría	29
DISCUSIÓN	30
Consumo	31
Peso	32
Conversión	32
Peso/conversión	32
Calidad duodenal.....	33
CONCLUSIÓN	34

Abreviaturas

APC: Antibiótico promotor de crecimiento.

BMD: Bacitracina Metil Disalicilato al 11%.

Dig.: Digestible.

EEA: Estación Experimental Agropecuaria.

HT: Hidroxitirosol.

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Kcal: Kilocaloría.

µm: Micrómetro.

ppm: Partes por millón.

Tn: Tonelada.

USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

INTRODUCCIÓN

La producción avícola mundial y argentina

A nivel mundial, se prevé que para el año 2013 la producción de carne aviar crecerá en alrededor del 1,1%, de acuerdo a lo indicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Esta respuesta sería consecuencia de una creciente demanda de proteína animal por parte de países como China, Brasil e India, que son las grandes potencias que estimulan la producción avícola. (De la Fuente, 2013)

Una tendencia similar se observa en América tal como se muestra en la Figura 1.

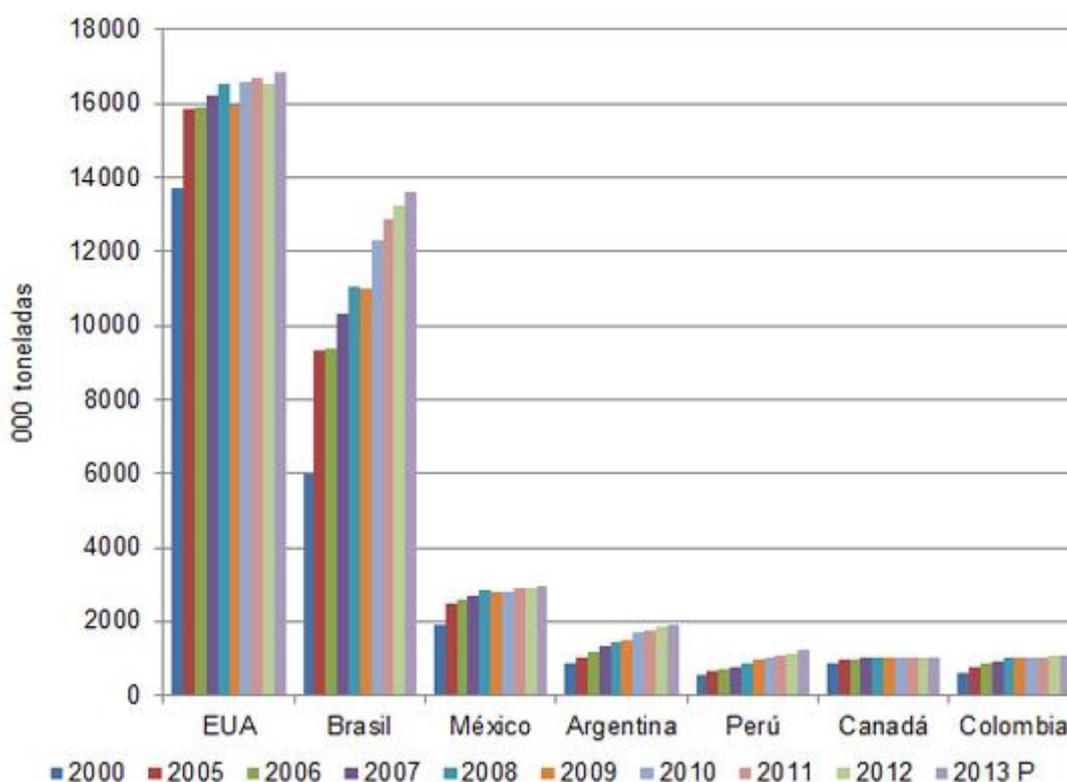


Figura1. Principales productores de carne de pollo en América (De la Fuente, 2013)

Según estimaciones del USDA, las exportaciones de carne de pollo a nivel mundial crecerán en 2% durante el año 2013, llegando a un total de 10,3 millones de toneladas. Este crecimiento se producirá gracias al aumento en la demanda de África Oriental y del continente asiático. (Wright, 2012)

Desde 2010, todas las regiones vienen registrando tasas de crecimiento más lentas que reflejan menor rentabilidad frente a los costos más elevados (principalmente del alimento balanceado), mientras que en algunos países, los brotes de enfermedades también han desempeñado un papel importante en este escenario. (Wright, 2012)

La producción de pollo en la Argentina se ha más que duplicado entre los años 2000 y 2011 llegando a cerca de 1,8 millones de toneladas. Se anticipa una expansión continua, impulsada por el aumento del consumo asociado con un creciente comercio de exportación. (Wright, 2012)

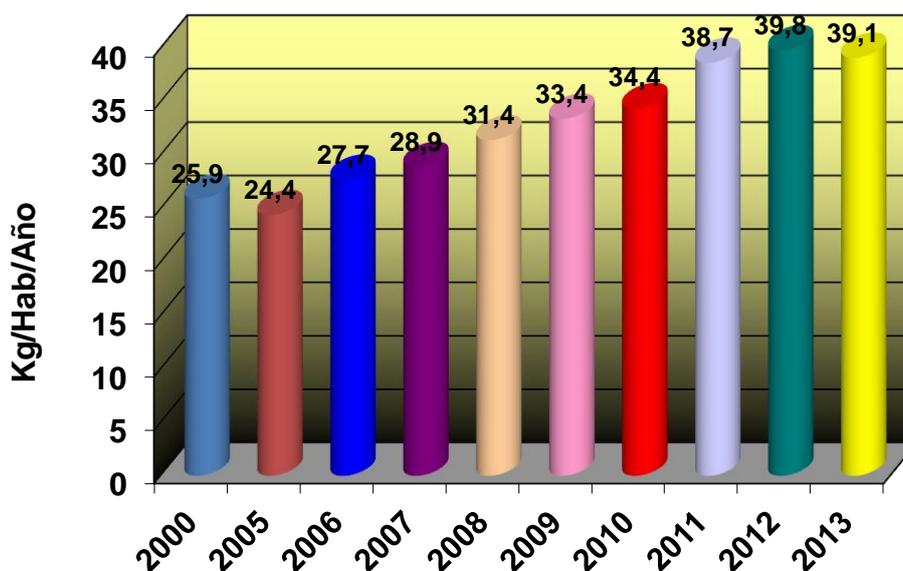


Figura 2. Evolución del consumo per cápita nacional de carne de pollo (MAGyP, 2013)

Es justo consignar que los emprendimientos avícolas se vieron favorecidos fundamentalmente por el retroceso que, en los últimos años, sufrió nuestro país como productor y exportador de carnes vacunas. Otro factor no menos importante fue el aumento de la carne vacuna en la góndola. (Freitas, 2011)

El Plan de Desarrollo Avícola se propone crecer a una tasa de 6% anual en producción de pollos. De esta manera, en 2017, se alcanzaría una producción de 2,5 millones de tn de carne de pollo y las exportaciones aportarían unos 1500 millones de dólares. (ONCCA, 2010)

Argentina goza de ciertos privilegios para el crecimiento de la actividad. En el pedestal de ellos se encuentra el relevante status sanitario. Este aspecto, además de evitar las grandes pérdidas económicas que producen las enfermedades, contribuye al sostén del mercado externo y a la apertura de nuevos destinos para la producción nacional.

Además, la potencialidad del sector avícola nacional encuentra su motor en las condiciones ambientales, con la amplia disponibilidad de tierras, agua y de materias primas (maíz y soja) para alimentar a las aves, y el despliegue de genética y herramientas acordes a los estándares internacionales. (ONCCA, 2010)

El uso de aditivos en la alimentación de aves

Se entiende por aditivo a cualquier ingrediente que, sin el propósito de nutrir, es agregado intencionalmente a un alimento con el fin de modificar las características físicas, químicas, biológicas o sensoriales, durante la manufactura, procesado, preparación, tratamiento, envasado, acondicionado, almacenado, transporte o manipulación del mismo. (CAA, 2005)

Entre estos podemos encontrar enzimas, antibióticos, prebióticos, probióticos, etc.

Respecto de los antibióticos, la presión ejercida, primero en Europa y más recientemente en los países emergentes, por alimentos más saludables, provocó que el modelo tradicional de producción de aves para carne fuese repensado en algunos aspectos. (Hellmeister Filho, 2002)

La modalidad intensiva con que se crían las aves comerciales debe contemplar necesariamente el bienestar de los animales y la salud de los consumidores, junto con la conservación del medio ambiente (Prosdócimo *et al.*, 2010; Cejas *et al.*, 2011), es por ello que, en los últimos años, se ha incrementado la búsqueda de agentes naturales que puedan actuar como aditivos que promuevan el crecimiento de las aves o bien que permitan el control del desarrollo de algunos microorganismos.

Estos aditivos deben generar efectos favorables en los animales de producción, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- No representar un riesgo, ni poner en peligro la salud de humanos y animales.
- Deben poder cuantificarse su o sus principios activos.
- Producir modificaciones en los procesos digestivos y metabólicos, como la reducción en la producción de amoníaco y/o de aminas tóxicas.

En consecuencia, se facilita un aumento en la eficiencia y utilización de los alimentos con mejor absorción de los nutrientes. (De Franceschi, 2011)

Existe un sinnúmero de recursos de origen natural que cumplen con estas condiciones. Entre ellos deben considerarse probióticos, prebióticos, acidificantes orgánicos, antioxidantes y extractos vegetales. (Steiner, 2006)

Probióticos: Son productos que contienen microorganismos vivos, no patógenos, seleccionados a partir de la microflora normal que, al ser suministrados en una dosis adecuada, actúan sobre ésta produciendo efectos benéficos para el huésped. Los más comúnmente utilizados son: lactobacilos, enterococos, bacilos y levaduras.

Prebióticos: Son pequeños fragmentos de carbohidratos no digeribles producidos por bacterias intestinales (mananoligosacáridos–MOS y fructooligosacáridos–FOS). Actúan como suplementos alimenticios no digestibles que benefician al animal por estimulación selectiva del crecimiento y actividad de algunas bacterias benéficas del tracto digestivo. (Gibson & Roberfroid, 1995)

Ácidos orgánicos: Son constituyentes naturales de los tejidos de plantas y animales producidos por la fermentación microbiana de los carbohidratos. Su acción consiste en limitar el crecimiento de microorganismos patógenos, tanto en el alimento, como en el tracto gastrointestinal. Adicionalmente, son utilizados en el metabolismo intermedio como fuente de energía. Su acción depende de su poder de disociación (valor de pKa). (Piva *et al.*, 2002)

Enzimas: Su utilización redundará en una mejor digestibilidad de los nutrientes, afectada ocasionalmente por múltiples razones. Las enzimas exógenas son de origen fúngico o bacteriano y pueden clasificarse en Carbohidrasas, que mejoran la digestibilidad de los almidones y de los

polisacáridos no amiláceos de los cereales; Proteasas, que favorecen la digestibilidad de las proteínas; Fitasas que liberan el fósforo fítico presente en los ingredientes; Lipasas, que ayudan a la digestión de los lípidos.

Agentes fitogénicos: También denominados fitobióticos o simplemente extractos vegetales. Fueron utilizados tradicionalmente con fines terapéuticos en la medicina de todas las culturas originarias, formando parte de su farmacopea (Font Quer, 1999). Son extremadamente heterogéneos y se hallan presentes en raíces, tallos, hojas, flores, frutos y semillas de gran cantidad de plantas, las que los producen como mecanismo de defensa ante agresiones de todo tipo, en especial las provocadas por microorganismos. Se sabe que muchos extractos de plantas tienen efectos bactericidas, bacteriostáticos, fungistáticos, entre otros, pero muy poco se conoce del verdadero mecanismo de acción que tienen estas sustancias en el trato digestivo del animal. (Kamel, 2001; Wenk, 2002)

El uso de los aditivos naturales en la Argentina empezará a tomar fuerza, en la medida que aumenten las restricciones comerciales o las barreras sanitarias.

Investigaciones futuras sobre estos productos son necesarias para evaluar el desempeño de los mismos y encontrar alternativas a los compuestos sintéticos y sin efectos secundarios o riesgos para la salud pública. Un posible aditivo lo constituye el extracto de olivo, una fuente vegetal rica en cuanto a la presencia y diversidad de compuestos polifenólicos.

El hidroxitirosol

El cultivo del olivo posee una gran importancia en los países templados de casi todo el mundo. Su aprovechamiento principal es el aceite de oliva. De los

procedimientos clásicos de molturación de la aceituna y producción de aceite se obtienen subproductos tales como el alpechín, fracción acuosa de la aceituna con o sin adición de agua, y los orujos de diversos tipos, que son generalmente extraídos para un adicional aprovechamiento de aceite.



Figura 3. Imagen del fruto del olivo, la aceituna

Entre estos subproductos se destaca el hidroxitirosol (HT), un compuesto específico del olivo y responsable, en buena medida, de gran parte de las propiedades saludables que la tradición y la ciencia han otorgado al aceite de oliva virgen.

De forma general, el HT es un fitoquímico soluble en agua con propiedades antioxidantes, y ha demostrado adicionalmente que posee otras propiedades como agente antiinflamatorio, antitrombótico, antiirritante, antimicrobiano (bacteriostático) y antienvjecimiento. (De la Fuente *et al.*, 2004)

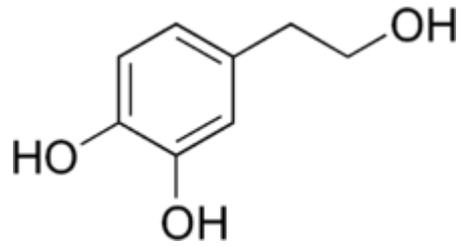


Figura 4. Estructura química del hidroxitirosol

En la actualidad son dos las principales aplicaciones en las que se utiliza el HT:

- Uso cosmético como agente despigmentante de la piel, inhibiendo la acumulación incontrolada de melanina (manchas cutáneas), y formando parte de productos protectores contra rayos UV, especialmente de aplicación tópica.
- Uso como suplemento nutricional y/o complemento alimenticio, por su capacidad para contribuir a la protección de los lípidos en sangre del daño oxidativo, evitando la formación de LDL-oxidado precursor de la aterosclerosis; también como aditivo en alimentación animal lográndose una importante mejora en índices de conversión y otros parámetros en la alimentación de aves y cerdos. (Bianchi, 2003)

OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de la inclusión de HT como aditivo natural en dietas para pollos parrilleros sobre el desempeño de las aves.

Específicos

- Evaluar los parámetros zootécnicos de las aves.
- Evaluar parámetros histomorfométrico de intestino (duodeno).

MATERIALES & MÉTODOS

Sitio experimental

La prueba se llevó a cabo en las instalaciones del Sector Avicultura del INTA – EEA Pergamino, que cuenta con galpones abiertos con control ambiental automático (ventiladores y aspersores).

Aves

Se utilizaron para el ensayo un total de 378 pollitos BB machos de un día de vida, de la línea Cobb-500 provistos por la empresa Granja Tres Arroyos. Los mismos se alojaron a piso sobre cama reutilizada de viruta de madera. Los pollos se dividieron en categorías y se distribuyeron formando 7 lotes homogéneos de 18 aves cada uno (totalizando 126 pollos por tratamiento).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un diseño en bloques completos al azar con 3 tratamientos (sin BMD, con BMD, con HT), con 7 repeticiones cada uno. Cada lote fue considerado como unidad experimental.

Los datos fueron sometidos a análisis de la varianza considerando un error α del 5%; la separación de medias se realizó mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan utilizando para ello el software InfoSTAT. (Di Rienzo *et al.*, 2012)

Tratamientos

Cuadro 1. Tratamientos

Tratamiento	Aditivo (dosis)
T1.- Con BMD	BMD (540 g/tn)
T2.- Sin BMD	Sin Aditivo
T3.- HT	HT (150 g/tn)

BMD: Bacitracina Metil Disalicilato al 11% como APC, HT: Sirope de Hidroxitirosol al 20%.

Alimento

El alimento fue producido en INTA en forma de harina, contó con 3 etapas, iniciador (1 a 14 días), crecimiento (15 a 28 días) y terminador (29 a 42 días).

El agua fue provista *ad-libitum* por un sistema cerrado de tipo nipple.

Las dietas se formularon empleando el software N-utrition 2.0 (DAPP, 2003) en base a las recomendaciones Cobb (2008) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición y aporte de nutrientes de las dietas

Ingrediente	Edad (días)		
	1 – 14	15 – 28	29 – 42
Maíz	61,80	66,87	67,80
Soja Extrusada	4,00	6,30	13,91
Soja Harina (45)	26,51	19,33	11,27
Conchilla	0,43	0,43	0,41
Carne Harina	6,34	6,15	5,73
Premix	0,20	0,20	0,15
Sal	0,38	0,31	0,32
Lisina	0,09	0,13	0,13
DL-Metionina	0,20	0,20	0,20
Treonina	0,00	0,03	0,04
Colina	0,05	0,05	0,03
Nutrientes (%)			
Proteína	21,00	19,00	18,00
Lípidos	4,31	4,75	5,74
Ca	1,00	0,96	0,90
P Total	0,73	0,70	0,67
P Disponible	0,50	0,48	0,45
EMA (kcal/kg)	3017	3082	3164
EMV (kcal/kg)	3262	3333	3426
Lisina	1,168	1,067	1,023
Metionina	0,546	0,517	0,515
Met+Cis	0,861	0,803	0,787
Triptófano	0,234	0,203	0,189
Treonina	0,790	0,740	0,720
Arginina	1,404	1,247	1,195
Lisina Dig.	1,080	0,990	0,950
Metionina Dig.	0,520	0,493	0,492
Met+Cis Dig.	0,800	0,750	0,740
Treonina Dig.	0,696	0,653	0,633
Arginina Dig.	1,331	1,181	1,137

Determinaciones

Consumo de alimento: Por lote y semanal corrigiendo la mortalidad por ave-día.

Peso corporal: Individual (promedio de lote) y semanal.

Conversión: Por lote en forma acumulada.

Peso/Conversión: Como una simplificación del factor de eficiencia productiva europeo.

$$\frac{\text{Peso}}{\text{Conv}} = \frac{\text{Consumo}^2}{\text{Peso}}$$

Mortalidad: Diaria.

Edad a 2400 g: Por interpolación, empleando la siguiente fórmula:

$$x = \frac{y - \text{Ordenada al origen}}{\text{Pendiente}}$$

Histopatología e Histomorfometría: A los 14 días se realizó el estudio histomorfométrico e histopatológico de duodeno a partir de 7 aves por tratamiento. El análisis fue llevado a en la Facultad de Veterinaria de la UBA sobre una porción de aproximadamente 5 mm ubicada a 1 cm posterior a la flexura duodenal. Para la histopatología (escala de 0 a 3) se consideró la pérdida de integridad de mucosa, presencia de edema o inflamación, folículos linfoides, exfoliación de la mucosa, anomalías de la serosa y células caliciformes y coccidias; mientras que la histomorfometría consistió en determinar la longitud de vellosidades desde la muscular de la mucosa hasta la superficie apical, profundidad de cripta desde la muscular de la mucosa hasta la zona apical de la cripta y la relación entre ambos parámetros.

RESULTADOS

Consumo

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de consumo acumulado.

Cuadro 3. Consumo

Tratamiento	Edad					
	7	14	20	28	35	42
1.- Con BMD	155	480 ^a	1035 ^a	2084	3216	4685
2.- Sin BMD	152	462 ^b	1013 ^b	2066	3233	4732
3.- HT	154	471 ^{ab}	1028 ^{ab}	2085	3261	4779
<i>Probabilidad</i>	0,50	0,04	0,03	0,50	0,49	0,20
<i>CV%</i>	2,0	1,1	1,3	1,5	2,1	1,9

Medias en una misma columna con diferente letra difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$).

Las aves del tratamiento con BMD registraron un mayor consumo que aquellas del tratamiento sin BMD hasta los 28 días (diferencias significativas a los 14 y 20 días, $p \leq 0,05$), luego el consumo del tratamiento sin BMD fue levemente mayor, sin llegar a ser estadísticamente significativo ($p > 0,05$).

El tratamiento con HT ocupó un lugar intermedio entre los tratamientos con y sin BMD hasta los 20 días de vida. A partir de los 35 días este tratamiento alcanzó el mayor consumo, sin que estas diferencias sean significativas ($p > 0,05$).

Peso

En el Cuadro 4 se muestra la evolución del peso de los diferentes tratamientos a lo largo del período experimental.

Cuadro 4. Peso

Tratamiento	Edad					
	7	14	20	28	35	42
1.- Con BMD	130 ^a	358 ^a	708 ^a	1282 ^{ab}	1844 ^b	2561
2.- Sin BMD	124 ^b	345 ^c	690 ^b	1273 ^b	1851 ^b	2582
3.- HT	127 ^b	351 ^b	709 ^a	1314 ^a	1898 ^a	2623
<i>Probabilidad</i>	0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,05	0,18
<i>CV%</i>	1,0	0,6	1,5	2,2	2,1	2,3

Medias en una misma columna con diferente letra difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$).

Las aves del tratamiento con BMD pesaron más que aquellas del tratamiento sin BMD, diferencias significativas hasta los 20 días ($p \leq 0,05$).

El tratamiento con HT superó en peso al tratamiento sin BMD, siendo las diferencias significativas entre los 14 y 35 días ($p \leq 0,05$). Comparado con el tratamiento con BMD, los pollos con HT pesaron menos hasta los 14 días, alcanzando luego, pesos similares o superiores, como el registrado a los 35 días ($p \leq 0,05$).

Conversión

En el Cuadro 5 se muestra la conversión alimenticia acumulada.

Cuadro 5. Conversión

Tratamiento	Edad					
	7	14	20	28	35	42
1.- Con BMD	1,186	1,339	1,463 ^a	1,626 ^a	1,745 ^a	1,830
2.- Sin BMD	1,218	1,338	1,469 ^a	1,624 ^a	1,747 ^a	1,834
3.- HT	1,219	1,343	1,449 ^b	1,587 ^b	1,718 ^b	1,822
<i>Probabilidad</i>	0,17	0,93	<0,01	0,02	0,05	0,59
<i>CV%</i>	1,6	1,2	0,7	1,6	1,2	1,1

Medias en una misma columna con diferente letra difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$).

No se registraron diferencias significativas en conversión alimenticia entre los tratamientos con y sin BMD ($p > 0,05$).

A partir de los 20 días, las aves del tratamiento con HT registraron una conversión menor que aquellas de los tratamientos sin BMD y con BMD, con diferencias significativas entre los 20 y 35 días ($p \leq 0,05$).

Peso/Conversión

En el Cuadro 6 se muestra la relación peso/conversión.

Cuadro 6. Peso/Conversión

Tratamiento	Edad					
	7	14	20	28	35	42
1.- Con BMD	110 ^a	267 ^a	484 ^a	788 ^b	1057 ^b	1400
2.- Sin BMD	102 ^b	258 ^b	470 ^b	784 ^b	1061 ^b	1409
3.- HT	104 ^b	262 ^{ab}	490 ^a	829 ^a	1105 ^a	1439
<i>Probabilidad</i>	<i><0,01</i>	<i>0,09</i>	<i><0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,24</i>
CV%	1,5	1,4	1,9	3,5	2,8	3,0

Medias en una misma columna con diferente letra difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$).

Las aves del tratamiento con BMD presentaron una mayor relación peso/conversión que aquellas del tratamiento sin BMD, diferencias significativas hasta los 20 días ($p \leq 0,05$).

El tratamiento con HT superó al tratamiento sin BMD (diferencias significativas entre los 20 y 35 días de vida) y, exceptuando los resultados del día 7, igualó o superó (28 y 35 días) al tratamiento con BMD.

Histopatología

En el Cuadro 7 figuran los resultados de la histopatología duodenal.

Cuadro 7. Histopatología de duodeno

Tratamiento	PIM	Edema/Inflamación
1.- con BMD	0.00	0.00
2.- Sin BMD	0.28	0.57
3.- HT	0.00	0.00

PIM: Pérdida de integridad de mucosa. En una escala de 0 a 3.

Este parámetro no cuenta con análisis estadístico, no obstante, se puede observar que el tratamiento sin BMD fue el que presentó mayor inflamación y el tratamiento con BMD no presentó signos de edema/inflamación. En tanto que el tratamiento con HT, al igual que el tratamiento con BMD, no presentó lesiones.

Histomorfometría

En el Cuadro 8 se pueden observar los resultados histomorfométricos.

Cuadro 8. Histomorfometría de duodeno

Tratamiento	Vellosidad	Cripta	Vell./Cripta
	μm	μm	
1.- con BMD	3894,45	260,16	15,56
2.- Sin BMD	3451,04	264,31	13,35
3.- HT	3543,61	264,13	14,14
<i>Probabilidad</i>	<i>0,09</i>	<i>0,21</i>	<i>0,52</i>
<i>CV%</i>	<i>12,4</i>	<i>18,2</i>	<i>23,9</i>

Medias en una misma columna con diferente letra difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$).

En el análisis histomorfométrico no se encontraron diferencias entre tratamientos en ninguno de los parámetros evaluados.

No obstante, se observó una tendencia a mayor longitud de vellosidad en el tratamiento con BMD ($p \leq 0,09$), presentando el tratamiento sin BMD las vellosidades más cortas y, situándose el tratamiento con HT en una posición intermedia.

DISCUSIÓN

El uso de aditivos alimenticios está sujeto a regulaciones. Un caso es el de la Unión Europea, donde un aditivo necesita demostrar la identidad y la trazabilidad del producto, la eficacia sobre el efecto nutricional, la posible ausencia de interacciones con otros aditivos y la seguridad para el animal (tolerancia), el usuario (productor), el producto (residuos) y el medio ambiente. (Comisión Europea, 2003)

Un estudio realizado por la Universidad de Granada, España (López de Hierro & Sánchez, 2007); mostró que al usar 10 a 20 ppm de un extracto con ácido maslínico (65%) e HT (12%), entre otros productos menores (grasas, polioles, azúcares, fenoles, etc.) en la alimentación de aves, se mejoró el índice de conversión, y en algunos casos también se observó una mejora en la calidad de la carne.

Este aditivo no es exclusivo para la alimentación de pollos y cerdos, pudiendo ser utilizado también en la alimentación de pavos, bovinos, ovinos, entre otros. (López de Hierro & Sánchez, 2007)

A continuación se hace referencia a los diferentes parámetros analizados en el presente ensayo.

Consumo

La inclusión de HT no mostró tener efectos en el consumo de alimento (Cuadro 3), registrando valores similares a las dietas con y sin BMD. Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Lee *et al.* (2003), que al incluir agentes fitobióticos en dietas para pollos parrilleros, no encontró variación en el consumo de alimento por parte de las aves.

Peso

Al incluir HT en la dieta para pollos parrilleros se logró un aumento en el peso de las aves (Cuadro 4). Este incremento posiblemente pueda deberse a las diversas propiedades del HT, tales como antioxidante, inmunomodulador y bacteriostático. (Granados-Principal *et al.*, 2010)

Conversión

En cuanto a la conversión alimenticia las aves que consumieron HT fueron las que mostraron mejores resultados entre los 20 y 35 días de vida (Cuadro 5). El hecho que el HT tenga actividad bacteriostática produciría variaciones en las poblaciones bacterianas perjudiciales del epitelio intestinal promoviendo la salud intestinal, favoreciendo el correcto funcionamiento del intestino y minimizando los efectos negativos de bacterias potencialmente patógenas. (Granados-Principal *et al.*, 2010)

Peso/conversión

En cuanto a este parámetro se observó que las aves que recibieron la dieta con HT obtuvieron un mejor resultado productivo (Cuadro 6), lo que indica que hubo una mayor eficiencia en la utilización de los nutrientes presentes en la dieta; esto se podría atribuir a una mejor salud intestinal.

Los resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores (Lee *et al.*, 2004; Al-Kassie, 2010) quienes al incluir en dietas para aves, agentes fitobióticos, demostraron que productos que ejercen actividad antimicrobiana en el tracto digestivo de los animales, reducen principalmente la actividad de los microorganismos perjudiciales que compiten por los nutrientes disponibles.

Al igual que la experiencia realizada por la Universidad de Granada (López de Hierro & Sánchez, 2007) el presente estudio demostró que la inclusión de HT en dietas para aves tuvo un efecto beneficioso en el desempeño productivo de las mismas, encontrando respuestas favorables entre los 20 y los 35 días.

Calidad duodenal

Se pudo observar que con el uso de HT, al igual que con BMD, los duodenos analizados no presentaron lesiones de ninguna índole (Cuadro 7), muy posiblemente gracias al efecto antioxidante, inmunomodulador y antimicrobiano que posee el extracto de HT. (Granados-Principal *et al.*, 2010)

Solo se observó una tendencia a aumentar la superficie de absorción a nivel duodenal, siendo el orden de los tratamientos con BMD>HT>sin BMD (Cuadro 8).

CONCLUSIÓN

- La utilización de HT en la formulación de dietas para pollos no modificó el consumo de alimento respecto del tratamiento sin BMD, pero mejoró el peso de las aves, su conversión y la relación peso/conversión sobre todo entre los 20 y 35 días de vida, logrando resultados semejantes al tratamiento con BMD.
- El duodeno de las aves con HT, al igual que aquellas del tratamiento con BMD, no presentaron lesiones, sin alcanzar un aumento significativo de la superficie de absorción.
- Investigaciones futuras desde el punto de vista microbiológico permitirán conocer más a fondo el modo de acción de este producto y sus efectos sobre la microbiota intestinal.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Kassie GAM. 2010. The effect of thyme and cinnamon on the microbial balance in gastro intestinal tract on broiler chicks. *International Journal of Poultry Science* 9:495-498.
- Bianchi G. 2003. Lipids and phenols in table olives. *European Journal of Lipid Science and Technology* 105:229-242.
- Cejas E, Pinto S, Prosdócimo F, Batallé M, Barrios H, Tellez G, De Franceschi M. 2011. Evaluation of quebracho red wood (*Schinopsis lorentzii*) polyphenolic vegetable extract for the reduction on coccidiosis in broiler chicks. *International Journal of Poultry Science* 10:344-349.
- Cobb. 2008. Suplemento informativo de rendimiento y nutrición del pollo de engorde Cobb-500™. 6pp.
- CAA – Código Alimentario Argentino. 2005. Capítulo V: Normas para la rotulación y publicidad de los alimentos. On line: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_V.pdf. Acceso: 7-mar-2014.
- DAPP. 2003. [Software de formulación]. *N-utrition 2.0*. Colón, Entre Ríos, Argentina.
- De Franceschi M, Pinto S, Iglesias B. 2011. Estrategias para evaluar alternativas a los promotores de crecimiento. *XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura*, Buenos Aires, Argentina. 9 de septiembre.
- De la Fuente T, Chamorro P, Moreno M, Poza MA. 2004. Propiedades antioxidantes del hidroxitirosol procedente de la hoja de olivo (*Olea europaea L.*). *Revista de Fitoterapia* 4(2):139-147.
- De la Fuente T. 2013. Industria Avícola: Situación mundial. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Gobierno de Chile. On line: <http://www.odepa.gob.cl/odepa/web/publicaciones/doc/10530.pdf>. Acceso: 27-ene-2014.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Tablada M, Robledo CW. 2012. [Software estadístico]. *Info Stat*. Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Comisión Europea. 2003. Regulation (EC) No. 1831/2003 of the European Parliament and of the council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. *Official Journal of European Union* 268:29-43.
- Font Quer P. 1999. Plantas Medicinales: El Dioscórides renovado. Editorial Península. Madrid. 1184 pp.

- Freitas L. 2011. Producción nacional: Ese es mi pollo. On line: <http://www.revista2016.com.ar/produccion-nacional/ese-es-mi-pollo.php>. Acceso: 19-ene-2014.
- Granados-Principales S, Quiles JL, Ramírez-Tortosa CL, Sánchez-Rovira P, Ramírez-Tortosa MC. 2010. Hydroxytyrosol: from laboratory investigations to future clinical trials. *Nutrition Reviews* 68(4):191-206.
- Gibson GR & Roberfroid MB. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotic. *Journal of Nutrition* 125:1401-1412.
- Hellmeister Filho P. 2002. [Tesis doctoral] Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos tipo caipira. Tese a presentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutorem Agronomia.
- Kamel C. 2001. Tracing modes of action and the roles of plant extracts in non-ruminants. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Eds. Garnsworthy PC & Wiseman J. Nottingham University Press, Nottingham, UK. Pp. 135-150.
- Lee KW, Everts H, Kappert HJ, Frehner M, Losa R, Beynen C. 2003. Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens poultry. *British Poultry Science* 44:450-457.
- Lee KW, Everts H, Beynen AC. 2004. Essential oil in broiler nutrition. *Poultry Science* 3:738-752.
- López de Hierro AGG & Sánchez AP. 2007. Procedimiento de aprovechamiento industrial del tirosol e hidroxitirosol contenidos en los subproductos sólidos de la molturación industrial de la aceituna. Informe de invención Universidad de Granada, España.
- MAGyP – Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación. 2013. Informes. On line: <http://64.76.123.202/site/ganaderia/aves/02-informes/index.php>). Acceso: 15-ene-2014.
- ONCCA - Oficina Nacional de Control Comercial Agropecuario. 2010. Mercado avícola: Situación actual y perspectivas del sector. On line: http://w.oncca.gov.ar/documentos/Informe_2010_07_02_Mercado_Aviar.pdf. Acceso: 20-ene-2014.
- Piva A, Casadei G, Biagi G. 2002. An organic acid blend can modulate swine intestinal fermentation and reduce microbial proteolysis. *Canadian Journal of Animal Science* 82:527-532.

- Prosdócimo F, Batallé M, Sosa N, De Franceschi, Barrios H. 2010. Determinación in vitro del efecto antibacteriano de un extracto obtenido de quebracho colorado, *Schinopsislorentzii*. *In Vet* 12(2):139-143.
- Steiner T. 2006. Managing gut health: Natural growth promoters as a key to animal performance. Nottingham University Press. UK. 98pp.
- Wenk C. 2000. Why all the discussion about herbs. Alltech Biotechnology in the Feed Industry: Proceedings of Alltech's 16th Annual Symposium Proc. Alltech's 16th Ann. Symp. Biotechnol. In the Feed Industry. Ed. Lyons TP&Jacques KA, Alltech Tech. Publ., Nottingham University Press, Nicholasville, KY. Pp. 79-96.
- Wright C. 2012. Tendencias Avícolas Mundiales 2012: Producción de pollo en América superará las 40 millones de toneladas en 2013. On line: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2213/tendencias-avacolas-mundiales-2012-produccion-de-pollo-en-america-superara-las-40-millones-de-toneladas-en-2013>. Acceso: 27-ene-2013.