

**ALTERNATIVA A LOS ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN AVES:
USO DE TANINOS**

Trabajo Final de Grado
del alumno



Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Pergamino, 16 de mayo de 2024

**ALTERNATIVA A LOS ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN AVES:
USO DE TANINOS**

Trabajo Final de Grado

Del alumno

JUAN CRUZ RUIZ

Aprobada por el Tribunal Evaluador

(Nombre y Apellido)
Evaluador

(Nombre y Apellido)
Evaluador

(Nombre y Apellido)
Evaluador

Bernardo Fabricio Iglesias
Director

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

Pergamino, 16 de mayo de 2024

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi enorme agradecimiento a esta Institución y a todos los docentes de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA) por proporcionarme la inestimable oportunidad de cursar mis estudios en un entorno académico de excelencia.

Agradezco especialmente a mi director, Bernardo Iglesias. Su dedicación y conocimiento resultaron útiles para el desarrollo y culminación de este trabajo. A la Sección Avicultura del INTA – EEA Pergamino, Viviana, Virginia, Martín, Juan y Diego por haberme incorporado con calidez al equipo de trabajo y darme la oportunidad de aprender.

A toda mi familia por el apoyo, impulso y optimismo en todo momento para lograr este objetivo.

A mis amistades cosechadas en esta facultad, por compartir a lo largo de todo este trayecto, momentos muy lindos y momentos difíciles de aprendizaje absoluto.

Agradecer también a mis amistades más recientes, que en su conjunto forman parte del equipo de trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	10
ABREVIATURAS	11
1. INTRODUCCIÓN	12
Contexto internacional del sector avícola	12
Contexto nacional	14
Sistemas de producción modernos y el uso de antibióticos	17
Los taninos	18
Reparo histórico de taninos como factores antinutricionales	19
Consideración de taninos en la dieta de pollos parrilleros	20
2. HIPÓTESIS	22
3. OBJETIVO	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS	23
Acondicionamiento de las aves	23
Diseño experimental	23
Tratamientos	24
Dietas	25
Desafío	27
Procedimiento experimental para análisis de parámetros zootécnicos	27
Análisis estadístico	28
5. RESULTADOS	29
Parámetros zootécnicos	29
<i>Peso</i>	29
<i>Consumo</i>	29
<i>Conversión</i>	30
<i>Peso/conversión</i>	30
<i>Edad a 2800 gramos</i>	31
6. DISCUSIÓN	32

7. CONCLUSIÓN.....	36
8. BIBLIOGRAFÍA.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos	24
Tabla 2. Composición de las dietas experimentales	25
Tabla 3. Aporte de nutrientes calculados de las dietas experimentales	26
Tabla 4. Peso (gramos) de pollos de engorde (0-48 días) alimentados con dietas sin aditivos (Basal), con Virginiamicina (APC) y con Tanino	29
Tabla 5. Consumo (gramos) de pollos de engorde (0-48 días) alimentados con dietas sin aditivos (Basal), con Virginiamicina (APC) y con Tanino	30
Tabla 6. Conversión de pollos de engorde (0-48 días) alimentados con dietas sin aditivos (Basal), con Virginiamicina (APC) y con Tanino	30
Tabla 7. Relación peso/conversión de pollos de engorde (0-48 días) alimentados con dietas sin aditivos (Basal), con Virginiamicina (APC) y con Tanino	31
Tabla 8. Edad a 2800 g. (días) de pollos de engorde alimentados con dietas sin aditivos (Basal), con Virginiamicina (APC) y con Tanino	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de carne de aviar. Ranking de países año 2023.	12
Figura 2. Consumo mundial de carne aviar. Ranking de países año 2023.....	13
Figura 3. Exportación de carne aviar. Ranking de países año 2023.....	13
Figura 4. Importación de carne aviar. Ranking de países año 2023.....	14
Figura 5. Cadena productiva de pollos de engorde.	15
Figura 6. Faena de pollos en frigoríficos. Principales provincias año 2024.	16
Figura 7. Consumo histórico per cápita de los últimos 15 años.....	16
Figura 8. Distribución de los tratamientos y bloques en el galpón experimental.....	24

RESUMEN

Para satisfacer la demanda actual y continuar en la búsqueda de mercados internacionales, las aves son sometidas a sistemas de crianza intensivos, por lo que se recurrió desde 1940 a la suplementación con Antibióticos Promotores de Crecimiento (APC), y de esta manera mejorar los parámetros productivos, estabilizar la microbiota intestinal, contribuir a la prevención de infecciones subclínicas y reducir la mortalidad. Sin embargo, su empleo ha sido cuestionado debido a la aparición y propagación de bacterias resistentes a estos y otros antibióticos. Es por ello que, a partir de 2015 comenzó a regularse el uso de APC en Argentina (Resoluciones 594/15 y 1119/18 de SENASA), por lo que la producción se ha visto obligada a buscar alternativas a estos productos y así poder cumplir con las reglamentaciones correspondiente. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del uso de un Tanino en reemplazo de un APC (Virginiamicina, 20 g/t) de uso tradicional en avicultura sobre los parámetros zootécnicos de pollos parrilleros. Un total de 648 pollitos BB machos de la línea Cobb-500 de un día de vida fueron asignados a uno de tres tratamientos (Basal, APC, Tanino) con 12 repeticiones de 18 aves cada una, en un diseño en bloques completos al azar. Los parámetros zootécnicos fueron monitoreados semanalmente. Se encontró que la utilización de APC podría estar relacionada con un mayor consumo en comparación con el tratamiento Basal a los 14 y 21 días de edad ($p \leq 0,05$). Las aves que recibieron la suplementación con APC presentaron un mayor peso vivo (PV) que aquellas pertenecientes al tratamiento Basal, con diferencias significativas a los 7, 14, 20, 28 y 41 días de edad ($p \leq 0,05$). Mientras que las aves suplementadas con Tanino exhibieron un mayor PV respecto al tratamiento Basal, con diferencias significativas a los 7 días de edad ($p \leq 0,05$), y con valores intermedios, semejantes a los tratamientos Basal y con APC a los 28 y 41 días ($p > 0,05$). No hubo diferencias significativas en la conversión alimenticia ($p > 0,05$). Las aves suplementadas con APC mostraron una mayor relación peso/conversión a los 7, 14, 20 y 41 días de edad ($p \leq 0,05$), respecto al tratamiento Basal. En tanto que, la suplementación con Tanino mostró mayor relación peso/conversión en comparación con el tratamiento Basal solo a los 7 días ($p \leq 0,05$). En conclusión, el uso de tanino puede reemplazar en parte la acción de los APC, sin embargo, hace falta más estudios para comprender el efecto de diferentes taninos y evaluar la posible sinergia entre diferentes tipos de taninos.

Palabras clave: Pollos de engorde, Taninos, Antibióticos promotores de crecimiento, Parámetros zootécnicos.

ABSTRACT

Alternative to Antibiotics Growth Promoters in Birds: Use of Tannins

To meet current demand and expand into international markets, birds are subjected to intensive breeding systems, leading to the supplementation with Antibiotics Growth Promoters (AGPs) since the 1940s. This practice aims to enhance productivity parameters, stabilize intestinal microbiota, contribute to subclinical infection prevention, and reduce mortality rates. However, the use of AGPs has been questioned due to the emergence of bacteria resistant to these antibiotics. Consequently, Argentina began regulating the use of AGPs in 2015 (Resolutions 594/15 and 1119/18 of SENASA), prompting the poultry industry to seek alternatives to comply with regulations. The objective of this study was to evaluate the effect of using Tannin as a replacement for a traditional AGP (Virginiamycin, 20 g/t) on the zootechnical parameters of broiler chickens. A total of 648 one-day-old male Cobb-500 chicks were assigned to one of three treatments (Basal, AGP, Tannin) in a randomized complete block design with 12 replicates of 18 birds each. Zootechnical parameters were monitored weekly. The study found that AGP supplementation may lead to increased feed intake compared to the Basal treatment at 14 and 21 days of age ($p \leq 0.05$). Birds receiving APG supplementation showed higher body weight (BW) than those in the Basal treatment, with significant differences at 7, 14, 20, 28, and 41 days of age ($p \leq 0.05$). Birds supplemented with Tannin exhibited higher BW compared to the Basal treatment, with significant differences at 7 days of age ($p \leq 0.05$) and intermediate values similar to Basal and AGP treatments at 28 and 41 days of age ($p > 0.05$). There were no significant differences in feed conversion ratio ($p > 0.05$). Birds supplemented with AGP showed a higher body weight/feed conversion ratio at 7, 14, 20, and 41 days of age ($p \leq 0.05$) compared to the Basal treatment. Conversely, Tannin supplementation showed a higher body weight/feed conversion ratio only at 7 days of age compared to the Basal treatment ($p \leq 0.05$). In conclusion, Tannin use can partially replace the action of AGPs; however, further studies are needed to understand the effects of different tannins and assess potential synergies among various tannin types.

Keywords: Broiler chickens, Tannins, Antibiotics growth promoters, Zootechnical parameters.

ABREVIATURAS

APC: Antibióticos promotores de crecimiento

CONS: Consumo de alimento

PV: Peso vivo

CA: Conversión alimenticia

EMV: Energía metabolizable verdadera

TH: Taninos hidrolizables

TC: Taninos condensados

1. INTRODUCCIÓN

Contexto internacional del sector avícola

La industria avícola se ha convertido en una importante actividad económica. La demanda de carne aviar en los países en desarrollo está siendo impulsada por el crecimiento demográfico, y fortalecida por tendencias como la urbanización, las variaciones en las preferencias y hábitos alimentarios. Es por ello que se prevé un crecimiento moderadamente prolongado del consumo, la producción y el comercio mundial de carne de aves, dando lugar a un mercado internacional extensamente activo (Blajman *et al.*, 2015).

La producción de carne aviar a nivel mundial alcanzó 102,39 millones de toneladas, con Estados Unidos como primer productor (Fig. 1), además fue líder en el consumo de carne de ave (Fig. 2). Por su parte, Brasil se destacó por ser el mayor exportador de carne aviar (Fig. 3) y Japón lideró el ranking de las importaciones (Fig. 4, USDA, 2024).

A nivel global, Argentina ocupa el octavo lugar como productor de carne aviar, con 2,33 millones de toneladas (Fig. 1, USDA, 2024).

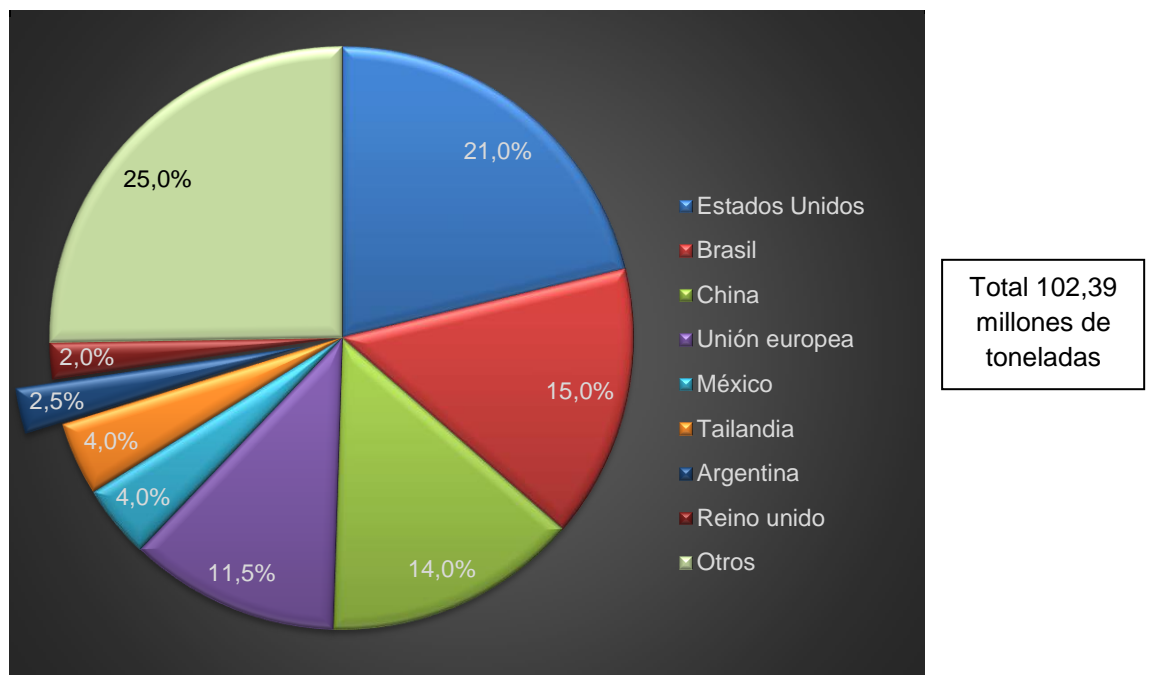


Figura 1. Producción mundial de carne de aviar. Ranking de países año 2023.

Fuente: USDA, 2024.

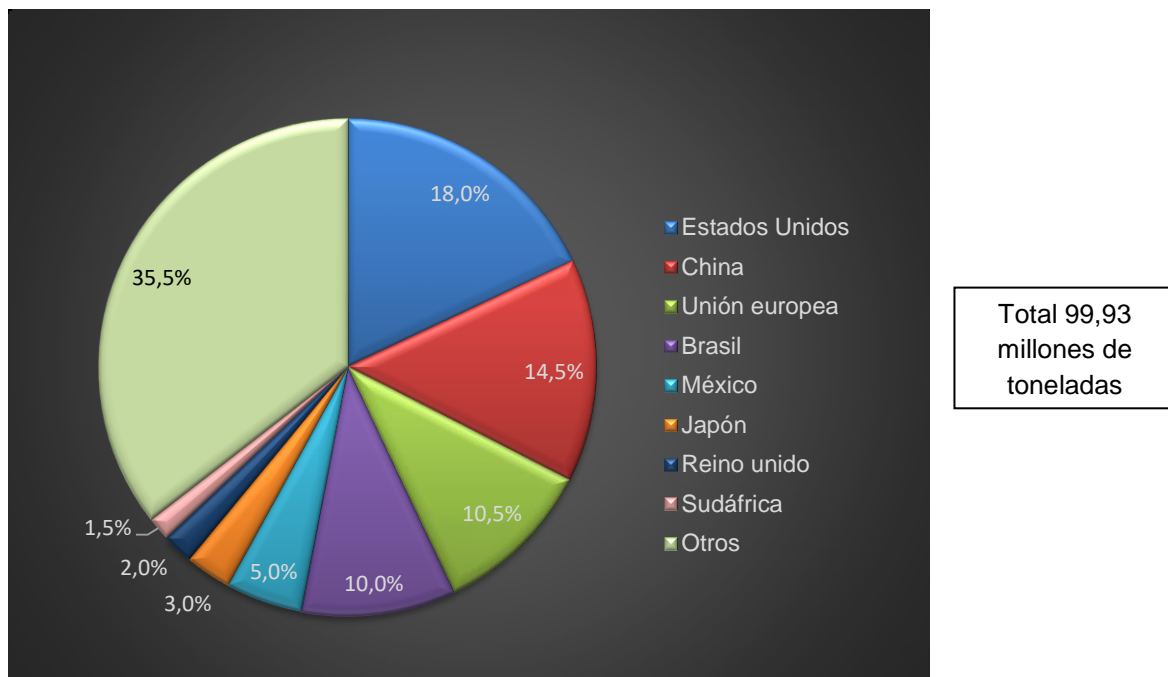


Figura 2. Consumo mundial de carne aviar. Ranking de países año 2023.

Fuente USDA, 2024.

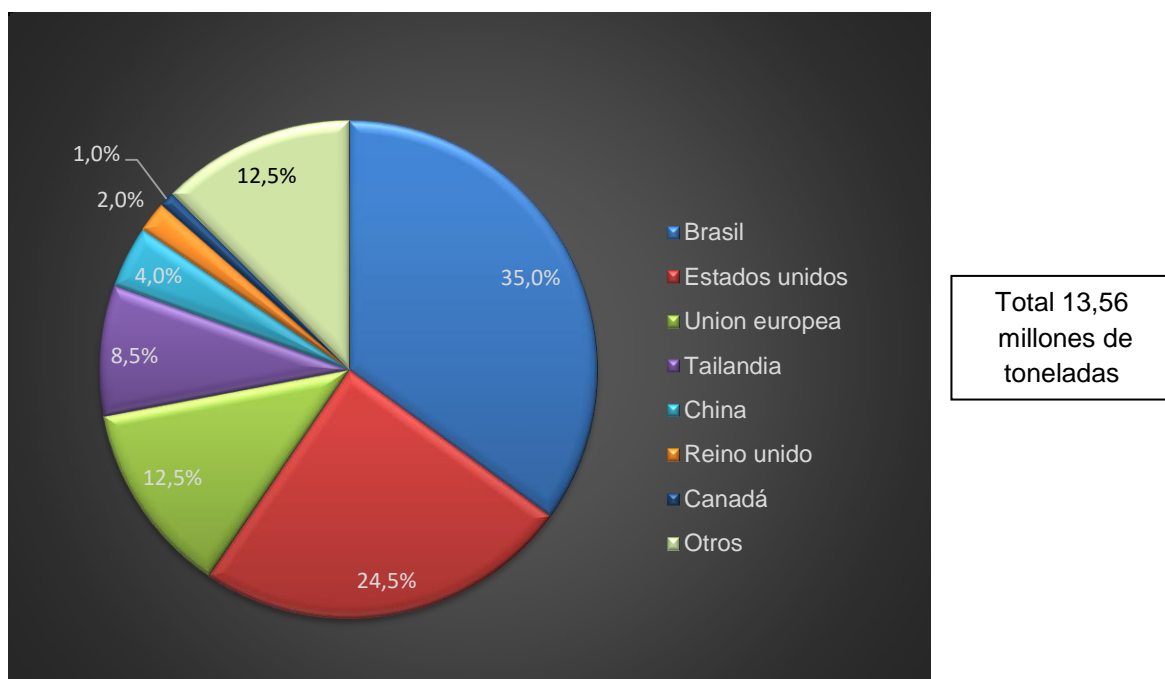


Figura 3. Exportación de carne aviar. Ranking de países año 2023.

Fuente USDA, 2024.

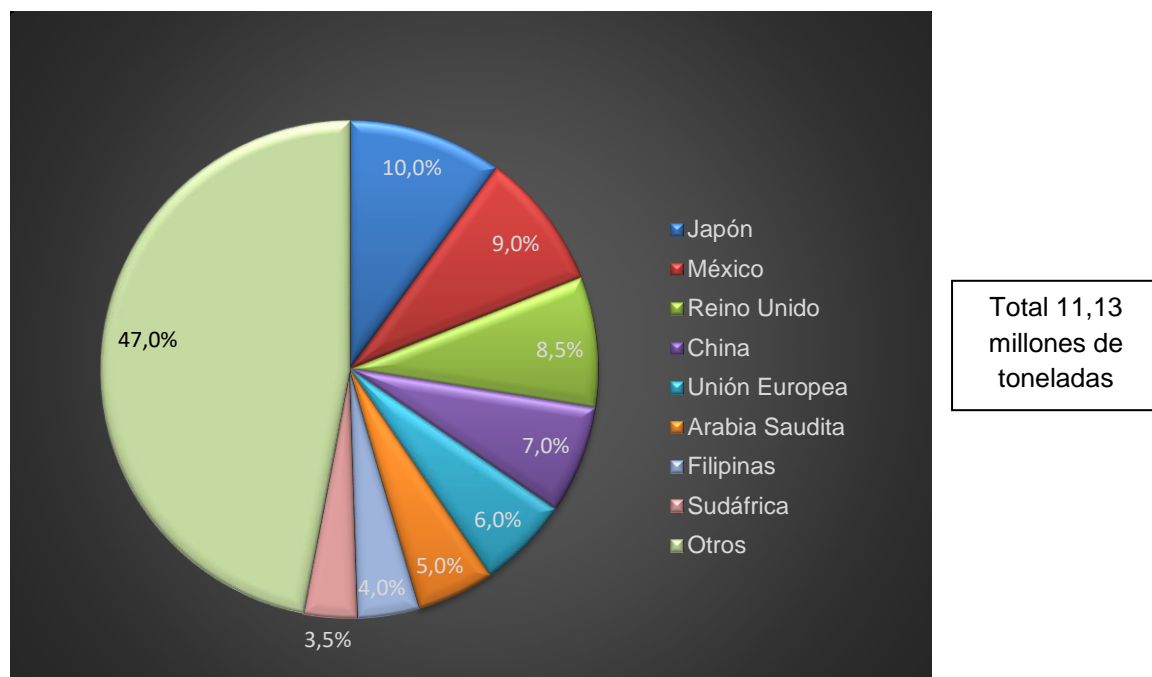


Figura 4. Importación de carne aviar. Ranking de países año 2023.

Fuente USDA, 2024.

La producción mundial de carne aviar para este año se mantiene prácticamente sin cambios con respecto a la previsión de octubre de 2023 de 103,3 millones de toneladas (USDA, 2024). Mientras que la producción de Brasil y China se mantendrán sin grandes cambios. (USDA, 2024).

Por otra parte, las exportaciones globales de carne aviar se estima que estarán un 1% por debajo de los pronósticos de octubre de 2023, alcanzando los 14 millones de toneladas (USDA, 2024). A pesar de que Brasil viene a la baja en las exportaciones, por los volúmenes que maneja, aún se espera que alcance un nivel récord y seguirá representando una porción cada vez mayor del comercio mundial (USDA, 2024). En contraparte, Estados Unidos disminuirá sus exportaciones debido a una menor demanda de Angola y Cuba derivada de desafíos macroeconómicos (USDA, 2024).

Contexto nacional

La industria avícola destinada a la producción de carne impulsa sus actividades bajo un modelo de integración vertical, este enfoque posibilita una mejor organización de la cadena de producción y ha permitido, en el transcurso de los años, un crecimiento constante en el mercado interno y externo. Esto se traduce en una cadena productiva

dinámica que añade prontamente un alto valor agregado a materias primas como la soja y el maíz, que en la Argentina tienen una alta disponibilidad (SENASA, 2018).

La producción de pollos parrilleros se inicia con la importación de los abuelos. Existen cuatro líneas comerciales, de las cuales se importan los abuelos (Cobb, Aviagen Ross, Arbor Acres y Hubbard) (IICA, 2010).

El sistema productivo incluye distintas etapas, como lo son las cabañas de abuelos, cabañas de reproducción de padres, planta de incubación, granjas de engorde, planta frigorífica (faena, trozado y elaborados), planta de alimento balanceado y comercialización (Fig. 5, IICA, 2010). El grado de integración vertical es variable entre empresas, y está en relación a la cantidad de etapas que controlan (IICA, 2010).

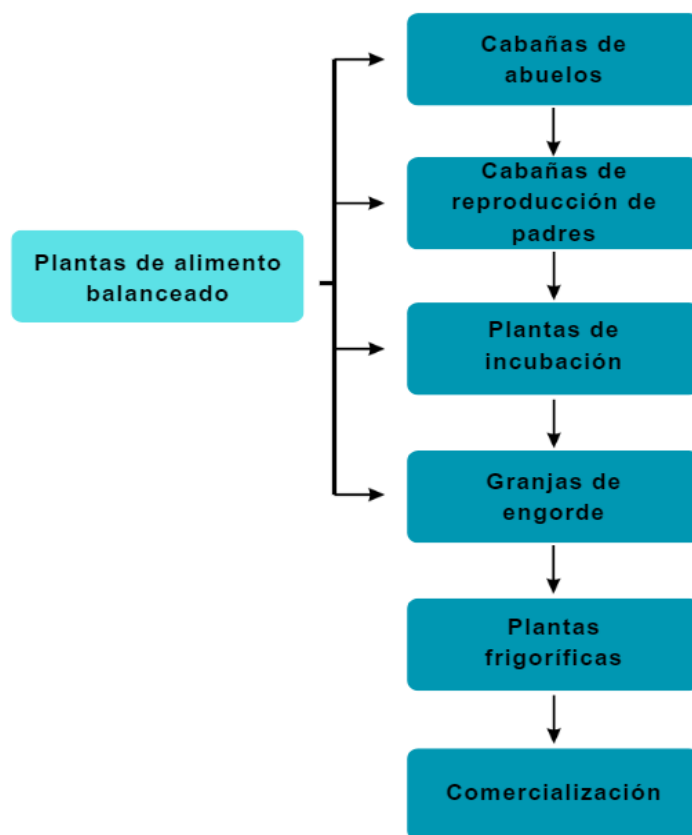


Figura 5. Cadena productiva de pollos de engorde.

Fuente: IICA, 2010.

El engorde se lleva a cabo en múltiples granjas georreferenciadas, ubicadas en su mayoría en las provincias de Entre Ríos, Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba (Fig. 6, SBioecon, 2024a).

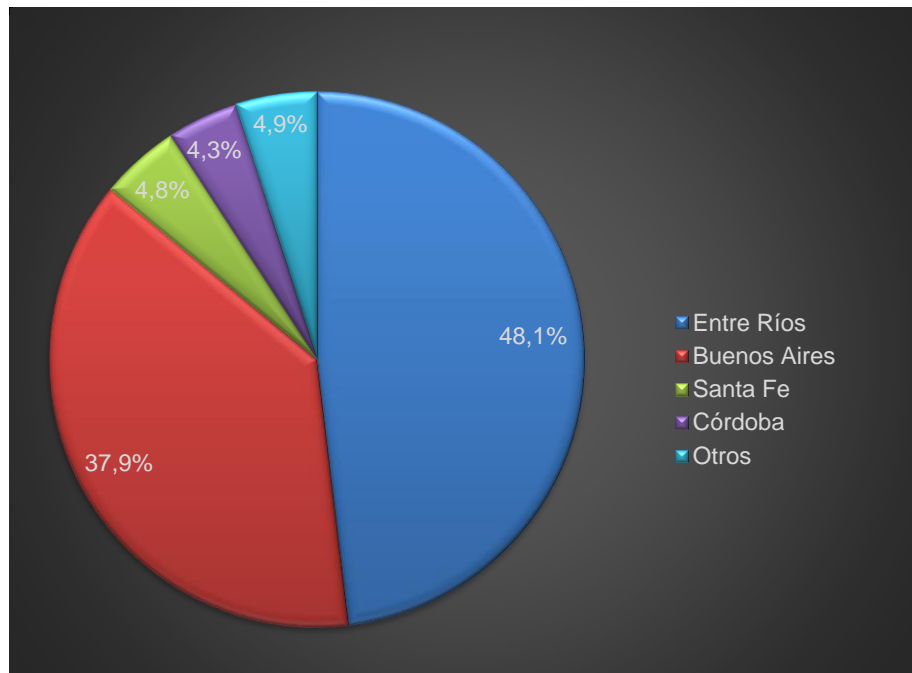


Figura 6. Faena de pollos en frigoríficos. Principales provincias año 2024.

Fuente: SBioecon, 2024a.

En referencia a las cifras reportadas en los últimos años, se ha incrementado el consumo de carne aviar, donde la ingesta promedio ha alcanzado los 46,02 kg/hab./año (Fig. 7, SBioecon, 2024b).

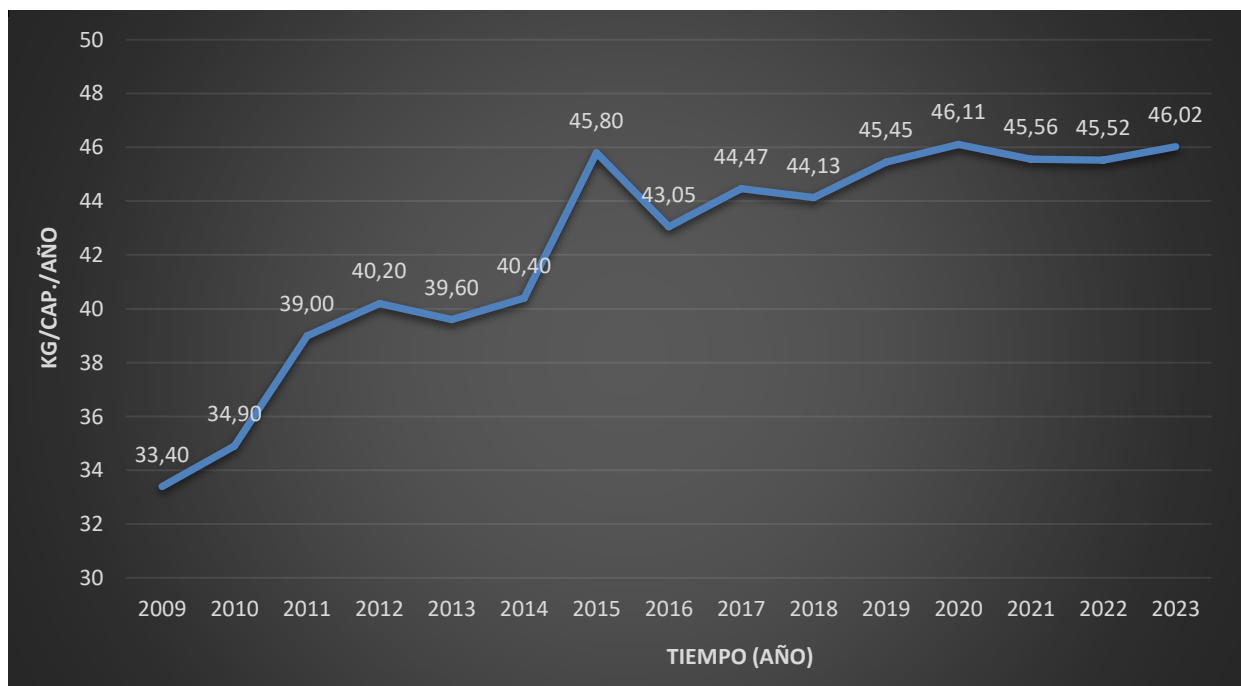


Figura 7. Consumo histórico per cápita de los últimos 15 años.

Fuente: SBioecon, 2024b.

Sistemas de producción modernos y el uso de antibióticos

Para satisfacer la demanda actual de consumo doméstico y de exportación, las aves son sometidas a sistemas de crianza intensivos (Blajman *et al.*, 2015).

En estos sistemas, las aves de corral están expuestas a diversos factores de estrés, por lo que se recurrió, desde 1940, al uso de Antibióticos Promotores de Crecimiento (APC) para mejorar los parámetros productivos, estabilizar la microbiota intestinal, contribuir a la prevención de infecciones subclínicas y reducir la mortalidad (Gil, 2018). Sin embargo, su empleo ha sido cuestionado debido a la aparición y propagación de bacterias resistentes a estos y otros antibióticos (Gil, 2018). Es por ello que, a partir de 2015 comenzó a regularse el uso de APC en Argentina (Resoluciones 594/15, SENASA 2015 y 1119/18, SENASA, 2018), por lo que la producción se ha visto obligada a buscar alternativas a estos productos y así poder cumplir con las reglamentaciones hacia la salud pública (Iglesias *et al.*, 2019), manteniendo buenos parámetros productivos Castanon *et al.*, 2007).

Por otro lado, existe un cambio en los hábitos de consumo en la población de las grandes urbes que plantean nuevos escenarios, oportunidades y desafíos, en donde se observa una inclinación por los productos cárnicos ecológicos u orgánicos y libres de antibióticos (Ardoino *et al.*, 2017).

Existe evidencia científica de que los extractos vegetales estimulan el crecimiento de bacterias benéficas y minimizan la actividad bacteriana patógena en el tracto gastrointestinal de las aves de corral (Sarica *et al.*, 2005). El desafío se centra en la búsqueda de extractos naturales alternativos que contribuyan al reemplazo de los productos químicos como los APC (Gil, 2017), y es así que surgen los taninos como una alternativa a estos.

Actualmente, existe escasa información local sobre el uso de taninos en la alimentación de aves, o de su potencial para mejorar el desempeño productivo de pollos parrilleros.

Los taninos

Las especies vegetales poseen una destacada capacidad para sintetizar una amplia variedad de sustancias aromáticas, la mayoría de las cuales se clasifican como metabolitos secundarios. Estos compuestos desempeñan roles esenciales, sirviendo frecuentemente como mecanismos de defensa contra factores bióticos, como animales herbívoros, hongos, virus y bacterias (López Coello, 2000).

Entre ellos, los terpenoides aportan fragancia a las plantas, mientras que las quinonas y los taninos contribuyen a los pigmentos y sabores característicos (Spencer *et al.*, 1988). Es por ello que se refiere a los taninos como un grupo de compuestos polifenólicos resultantes del metabolismo secundario de las plantas. El contenido y tipo de tanino varía, no sólo de una planta a otra, sino también en las distintas partes de la misma (Battestin *et al.*, 2004).

Subyacen diferentes clasificaciones de acuerdo con su origen, peso molecular y susceptibilidad a procesos de hidrólisis química o enzimática, según esta última clasificación se pueden dividir a los taninos en condensados e hidrolizables. Los taninos condensados (TC) son los más comunes, constituidos por polímeros de alto peso molecular e incapaces de ser hidrolizados por las enzimas. En tanto que, los taninos hidrolizables (TH) (galotaninos y elagitaninos), son de menor peso molecular que los TC y susceptibles a hidrólisis. Existe un tercer tipo de tanino, los florotaninos, provenientes de algas del *phyllum Phaeophyta* (algas pardas) que, a diferencia de los TC y TH, son oligómeros del floroglucinol (Redondo *et al.*, 2014).

Los TC, resultan de la condensación de unidades de flavonol o catequina y a los cuales se les refiere como proantocianidinas (Salunkhe *et al.*, 1983). Tienen la capacidad de precipitar alcaloides, gelatinas y otras proteínas formando complejos estables tanino-proteína, los cuales van a conducir a la inactivación de la proteína con posterior precipitación de la misma (Aw & Swanson, 1985). Este tipo de taninos ha sido asociado científicamente con el deterioro en la respuesta productiva de las aves (Hahn *et al.*, 1984; Jaramillo, 1992).

Los efectos antinutricionales asociados a estos taninos se han observado principalmente en estudios que emplean concentraciones elevadas de TC o partes de

plantas con alto contenido de taninos, como podría ser el caso de los taninos presentes en el sorgo genotípicamente pardo (Redondo *et al.*, 2014). Estos se unen a través de puentes de hidrógeno e imposibilitan la digestión y absorción de los nutrientes en los no rumiantes (Mehansho *et al.*, 1987).

Entre los TH, el principal representante es el ácido tánico, el cual se desdobra en sus componentes característicos: un azúcar y un ácido fenólico (ácido gálico o ácido elágico) cuando es sometido a un tratamiento con soluciones ácidas, alcalinas o con enzimas hidrolíticas como la tanasa (Hahn *et al.*, 1984).

El contenido fenólico proveniente del fruto de la castaña se ha relacionado con diversos efectos benéficos sobre la salud humana (de Vasconcelos *et al.*, 2010). Esta característica positiva de los TH permite que exista una liberación gradual de los componentes activos que desarrollan actividades biológicas y se dan a través de la dosificación controlada de pequeñas dosis en términos de efectos antibióticos, antioxidantes, antiinflamatorios y antimutagénicos (Olivas-Aguirre *et al.*, 2015).

Se ha observado que las propiedades beneficiosas o perjudiciales de los taninos están influenciadas por diversos aspectos, como su origen vegetal, estructura química y nivel de astringencia, así como por factores animales, como la especie, el estado fisiológico y la composición de la dieta. Además, elementos relacionados con la administración, como la dosis y la formulación, también desempeñan un papel importante (Applegate *et al.*, 2010).

Reparo histórico de taninos como factores antinutricionales

Los paradigmas tradicionales en la nutrición avícola suelen categorizar a los taninos como elementos antinutricionales. A diferencia de su influencia positiva en animales rumiantes, donde los taninos pueden conferir beneficios nutricionales notables, en la alimentación de animales no rumiantes, se les considera generalmente indeseables (Treviño *et al.*, 1992).

En el ámbito avícola, diversas investigaciones han evidenciado de manera significativa los efectos antinutricionales de los taninos en la dieta. Estas sustancias han demostrado inducir un deterioro en los resultados productivos, manifestándose a través

de una reducción en el consumo voluntario de alimento y en una menor digestibilidad de la materia orgánica (Barroga *et al.*, 1985), con un énfasis particular en la fracción proteica (Treviño *et al.*, 1992). Este fenómeno se traduce en un impacto negativo en el desempeño global de las aves, afectando aspectos clave de su salud y eficiencia alimentaria (Barroga *et al.*, 1985).

La información experimental disponible y el hecho de que los taninos actúan como un mecanismo de defensa en las plantas contra los herbívoros han contribuido al concepto generalizado de que los mismos son perjudiciales para los animales. Sin embargo, es crucial reconocer que estos experimentos han utilizado concentraciones de taninos que pueden no reflejar las condiciones normales de la dieta animal. Además, la complejidad de las interacciones entre los taninos y los sistemas digestivos de los animales sugiere la necesidad de investigaciones más detalladas para comprender completamente los efectos y determinar las condiciones óptimas para la inclusión de taninos en la dieta de animales no rumiantes (Hagerman & Butler, 1980).

Consideración de taninos en la dieta de pollos parrilleros

Hace un tiempo, ha surgido un creciente interés en el papel dietético de los taninos, ya que se ha observado que pueden reducir la presencia de parásitos gastrointestinales en aves (Marzoni *et al.*, 2005).

Algunos informes han demostrado que, concentraciones moderadas de taninos procedentes de diversas fuentes vegetales pueden mejorar no sólo la nutrición, sino también el estado de salud de los animales no rumiantes, incluidas las aves de corral (Díaz Carrasco *et al.*, 2016). Ciertos grupos fenólicos amplifican la actividad antimicrobiana, ayudando a mantener la integridad intestinal y, en consecuencia, lograr asimilar de mejor manera los nutrientes (Iglesias *et al.*, 2020). Investigaciones han demostrado que taninos específicos, como los taninos condensados del té verde o del quebracho colorado, exhiben actividad antimicrobiana (Elizondo *et al.*, 2010).

Los taninos provenientes del quebracho colorado, más específicamente de la especie (*Schinopsis balansae*), se caracterizan estructuralmente por ser complejos de oligómeros y polímeros de unidades flavonoides unidos mediante enlace carbono-

carbono, y no son susceptibles de degradación enzimática anaeróbica, tienen una alta capacidad para ligarse a las proteínas, además de incrementar el nitrógeno contenido en las heces y reducir la excreción del nitrógeno urinario (Márquez Lara & Suárez Londoño, 2008). La actividad astringente asociada con estos taninos, reduce la incidencia de problemas de tránsito rápido y diarreas. Este impacto positivo se extiende a la mejora de la calidad de la cama y del aire en el entorno productivo (Jamroz *et al.*, 2009).

Otro aspecto importante de los TC es su capacidad para unirse a las membranas, pared celular y enzimas extracelulares secretadas por las bacterias, lo que altera el crecimiento bacteriano y disminuye la actividad de las enzimas proteolíticas. Es probable que estas interacciones de los taninos con las bacterias y sus enzimas inhiban el transporte de nutrientes dentro de la célula, retrasando así el crecimiento bacteriano (Elizondo *et al.*, 2010; Márquez Lara & Suárez Londoño, 2008).

Un estudio comprobó la efectividad de los TC de quebracho en la inhibición *in vitro* del crecimiento de *Clostridium perfringens*, uno de los patógenos de mayor incidencia en aves, agente causal de la enteritis necrótica y otras enfermedades subclínicas (Elizondo *et al.*, 2010; Márquez Lara & Suárez Londoño, 2008). Por lo que, el uso de taninos se posiciona como un recurso invaluable para fortalecer la inmunidad de la mucosa intestinal contra agentes patógenos y físicos (Karaffová *et al.*, 2019).

Es importante destacar que todos estos elementos mencionados ejercen un impacto directo en los parámetros productivos de la industria avícola (Huang *et al.*, 2018; Minieri *et al.*, 2016; Redondo *et al.*, 2014), y esto hace que, evaluar los efectos de la suplementación con taninos en la dieta de las aves sea crucial para explorar alternativas al uso de APC.

2. HIPÓTESIS

El uso de tanino en la dieta de los pollos puede sustituir la utilización de un APC sin comprometer los resultados zootécnicos.

3. OBJETIVO

Evaluar el efecto del uso de un tanino en reemplazo de un APC de uso tradicional en avicultura sobre los parámetros zootécnicos de pollos parrilleros.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Acondicionamiento de las aves

El presente trabajo se llevó a cabo en la Sección Avicultura, del INTA – EEA Pergamino, utilizando 648 pollitos BB machos de un día de vida de la línea Cobb-500, provenientes de la empresa Granja Tres Arroyos. Los mismos se alojaron a piso, en lotes de 1 x 1,5 m (12 aves/m²) sobre viruta de madera de reuso, con suministro *ad-libitum* de alimento (tolvas) y de agua (nipples). Al ingreso, los pollitos fueron distribuidos en categorías de a 1 g y se formaron lotes de peso homogéneo. Los primeros 7 días, cada tratamiento contó con 4 repeticiones de 54 aves cada una. Al 7° día de vida, los pollitos de cada tratamiento fueron redistribuidos en categorías de a 5 g y se formaron 12 lotes homogéneos de 18 aves cada uno.

Diseño experimental

Se evaluaron 3 tratamientos con 12 repeticiones de 18 aves cada una, en un diseño en bloques completos al azar (DBCA, Fig. 8), considerando al lote como la unidad experimental.

1	1	3	24	25	3	2	48	49	-	-	72
2	2	1	23	26	2	1	47	50	-	-	71
3	3	2	22	27	1	3	46	51	-	-	70
4	2	1	21	28	1	2	45	52	-	-	69
5	3	2	20	29	3	3	44	53	-	-	68
6	1	3	19	30	2	1	43	54	-	-	67
7	3	2	18	31	-	-	42	55	-	-	66
8	1	2	17	32	-	-	41	56	-	-	65
9	1	3	16	33	-	-	40	57	-	-	64
10	3	1	15	34	-	-	39	58	-	-	63
11	2	3	14	35	-	-	38	59	-	-	62
12	2	1	13	36	-	-	37	60	-	-	61

Figura 8. Distribución de los tratamientos y bloques en el galpón experimental.

1 a 3: Tratamientos; 1 a 72: Lotes.

Tratamientos

Se evaluaron tres tratamientos, Basal, APC y Tanino (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos

Tratamiento	Descripción
1.- Basal	Dieta sin aditivos*
2.- APC	Basal + APC, Virginiamicina 20 ppm** hasta el día 41
3.- Tanino	Basal + Tanino 250 g/t

*Según recomendaciones de la línea (Cobb, 2015).

**40 g/t de Stafac® 500.

Dietas

La alimentación de las aves se dividió en 4 fases, Iniciador (1 a 14 días), Crecimiento (15 a 28 días), Terminador (29 a 41 días) y Última semana (42 a 48 días).

La dieta Basal se formuló en base a las recomendaciones de la línea (Cobb, 2015), utilizando el software N-utrition® 2.0 (DAPP, 2003). Excepto las dietas Terminador y Última Semana que se formularon con un 2% menos de energía metabolizable verdadera (EMV) que la recomendada (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Composición de las dietas experimentales

Ingredientes (%)	Fases			
	Iniciador 1-14 días	Crecimiento 15-28 días	Terminador 29-41 días	Últ. Sem. 42-48 días
Maíz	56,54	62,58	65,63	68,61
Harina de soja (43% PC)	34,37	28,96	26,92	23,97
Aceite de soja	1,97	1,86	1,67	1,60
Conchilla	0,40	0,41	0,41	0,41
Harina de carne y huesos	5,45	5,05	4,41	4,48
Premezcla Vit-Min*	0,20	0,20	0,15	0,15
Sal	0,40	0,34	0,35	0,33
L-Lisina HCl 78,8%	0,20	0,19	0,13	0,15
DL-Metionina 99%	0,32	0,27	0,23	0,21
L-treonina 98%	0,10	0,09	0,07	0,07
Colina Cl 60%	0,05	0,05	0,03	0,03

*Vit-Min Premix Rovimix® Broilers de DSM Nutritional Products. PC: Proteína cruda

Tabla 3. Aporte de nutrientes calculados de las dietas experimentales

Nutrientes (%)		Fases			
		Iniciador 1-14 días	Crecimiento 15-28 días	Terminador 29-41 días	Últ. Sem. 42-48 días
Proteína cruda		22,06	20,00	19,00	18,00
Lípidos		5,98	5,92	5,74	5,74
Fibra cruda		2,74	2,55	2,48	2,37
Ceniza		4,34	3,84	3,45	3,29
Ca		0,90	0,84	0,76	0,76
P Total		0,67	0,63	0,59	0,59
P Disponible		0,45	0,42	0,38	0,38
Na		0,22	0,19	0,19	0,18
K		0,81	0,73	0,70	0,66
Cl		0,32	0,28	0,28	0,27
EMA (kcal/kg)		3002	3051	3070	3093
EMV (kcal/kg)		3288	3336	3349	3372
AA Totales	Lisina	1,300	1,154	1046	0,988
	Metionina	0,650	0,579	0,527	0,496
	Met+Cis	0,970	0,873	0,812	0,768
	Triptófano	0,250	0,220	0,209	0,193
	Treonina	0,900	0,812	0,759	0,718
	Arginina	1,440	1,279	1,205	1,126
	Valina	1,031	0,938	0,897	0,851
	Lisina	1,180	1,050	0,950	0,900
AA Digestibles	Metionina	0,621	0,552	0,502	0,473
	Met+Cis	0,885	0,798	0,741	0,702
	Triptófano	0,222	0,196	0,185	0,172
	Treonina	0,767	0,693	0,646	0,612
	Arginina	1,319	1,172	1,105	1,032
	Valina	0,909	0,830	0,796	0,756

EMA: Energía metabolizable aparente; EMV: Energía metabolizable verdadera; AA: Aminoácidos; Met+Cis: Metionina+Cistina.

Desafío

Para generar condiciones de desafío, al igual que ocurre en la práctica, se reutilizó cama de una crianza anterior. Para mantener la misma relativamente húmeda, y favorecer el crecimiento de bacterias, se asperjaron 500 mL de agua por lote, día por medio, mientras las campanas calefactoras permanecieron encendidas, aproximadamente hasta los 21 días de vida (Azcona *et al.*, 2010).

Procedimiento experimental para análisis de parámetros zootécnicos

Las variables evaluadas fueron:

-Consumo de alimento (Cons): se registró semanalmente por lote y se corrigió por mortalidad empleando el concepto de ave-día. Para ello se pesaron las tolvas de cada lote al inicio y final de cada semana y se calculó el consumo acumulado corrigiendo la mortalidad con ave-día.

-Peso vivo (PV): se registró individual y semanalmente, al mismo tiempo que el consumo. Para el análisis estadístico se consideró el peso promedio del lote.

-Conversión alimenticia (CA): Por lote, en base semanal y en forma acumulada (kg de alimento / kg de PV)

-Peso/Conversión: Como una simplificación del factor de eficiencia productiva europeo (EFEP). Cuanto más alto su valor, mejor y más eficiente ha sido el rendimiento técnico/eficiencia de la granja en cuestión (Rojas Oviedo *et al.*, 2009).

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

-Mortalidad: se registró diariamente para ajustar el consumo de alimento.

-Edad a 2800 g: Por interpolación, empleando la siguiente fórmula:

$$x = \frac{y - \text{ordenada al origen}}{\text{pendiente}}$$

En donde:

x: Edad a 2800 g (días).

y: Peso vivo buscado: 2800 g.

Ordenada al origen y pendiente: obtenidos de la evolución del peso de cada lote de las últimas 4 semanas de vida.

Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a Análisis de la Variancia de dos vías. Cuando el grado de significancia resultó menor al 5%, la comparación entre medias se realizó por la prueba de rangos múltiples de Duncan. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software InfoSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2020).

5. RESULTADOS

Parámetros zootécnicos

Peso

Las aves del tratamiento con APC presentaron un mayor PV que aquellas pertenecientes al tratamiento Basal, con diferencias significativas a los 7, 14, 20, 28 y 41 días de edad ($p \leq 0,05$, Tabla 4). Mientras que las aves del tratamiento con Tanino presentaron un mayor PV que aquellas pertenecientes al tratamiento Basal, con diferencias significativas a los 7 días de edad ($p \leq 0,05$) y con valores semejantes al tratamiento con APC a los 28 y 41 días ($p > 0,05$).

Tabla 4. Peso (gramos) de pollos de engorde (0-48 días) alimentados con dietas sin aditivos (Basal), con Virginiamicina (APC) y con Tanino

Tratamiento	Edad						
	7	14	20	28	35	41	48
Basal	145 ^a	432 ^a	828 ^a	1534 ^a	2115	2585 ^a	3263
APC	153 ^b	455 ^b	858 ^b	1570 ^b	2158	2668 ^b	3322
Tanino	152 ^b	438 ^a	840 ^a	1549 ^{ab}	2138	2608 ^{ab}	3305
P-valor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	0,13	<0,05	0,31
CV%	1,59	2,63	2,11	2,27	2,66	3,02	2,88

Medias en una misma columna con diferente superíndice difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$). Los valores corresponden a la media de 12 lotes de 18 aves cada uno por tratamiento.

Consumo

Las aves del tratamiento con APC consumieron más alimento que aquellas pertenecientes al tratamiento Basal, siendo esta diferencia estadísticamente significativa en las mediciones correspondientes a los días 14 y 20 ($p \leq 0,05$, Tabla 5). El tratamiento con Tanino no presentó diferencias significativas con el Basal ($p > 0,05$).

Tabla 5. Consumo (gramos) de pollos de engorde (0-48 días) alimentados con dietas sin aditivos (Basal), con Virginiamicina (APC) y con Tanino

Tratamiento	Edad						
	7	14	20	28	35	41	48
Basal	127	485 ^a	1092 ^a	2245	3467	4596	6087
APC	130	506 ^b	1132 ^b	2284	3519	4677	6125
Tanino	132	491 ^a	1102 ^a	2246	3467	4593	6066
P-valor	0,21	<0,01	<0,01	0,29	0,33	0,33	0,64
CV%	2,89	1,57	2,50	3,01	2,79	3,34	2,56

Medias en una misma columna con diferente superíndice difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$). Los valores corresponden a la media de 12 lotes de 18 aves cada uno por tratamiento.

Conversión

No se encontraron diferencias significativas en términos de CA entre los tratamientos evaluados ($p > 0,05$, Tabla 6).

Tabla 6. Conversión de pollos de engorde (0-48 días) alimentados con dietas sin aditivos (Basal), con Virginiamicina (APC) y con Tanino

Tratamiento	Edad						
	7	14	20	28	35	41	48
Basal	0,874	1,123	1,318	1,464	1,645	1,779	1,866
APC	0,852	1,112	1,318	1,455	1,631	1,753	1,844
Tanino	0,868	1,122	1,312	1,451	1,622	1,762	1,836
P-valor	0,35	0,55	0,79	0,63	0,23	0,21	0,13
CV%	2,41	2,39	1,98	2,24	1,97	2,03	1,93

Medias en una misma columna con diferente superíndice difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$). Los valores corresponden a la media de 12 lotes de 18 aves cada uno por tratamiento.

Peso/conversión

Las aves del tratamiento con APC mostraron una mayor relación peso/conversión que aquellas pertenecientes al tratamiento Basal, siendo estas diferencias estadísticamente significativas a los 7, 14, 20 y 41 días de edad ($p \leq 0,05$, Tabla 7).

Mientras que las aves del tratamiento con Tanino presentaron una mayor relación peso/conversión que aquellas pertenecientes al tratamiento Basal, con diferencias significativas solo a los 7 días de edad ($p \leq 0,05$), pero con valores semejantes a ambos tratamientos, a los 20 y 41 días ($p > 0,05$).

Tabla 7. Relación peso/conversión de pollos de engorde (0-48 días) alimentados con dietas sin aditivos (Basal), con Virginiamicina (APC) y con Tanino

Tratamiento	Edad						
	7	14	20	28	35	41	48
Basal	166 ^a	385 ^a	629 ^a	1049	1285	1454 ^a	1750
APC	180 ^b	410 ^b	652 ^b	1079	1324	1522 ^b	1802
Tanino	175 ^b	391 ^a	641 ^{ab}	1068	1319	1481 ^{ab}	1802
P-valor	<0,05	<0,01	<0,05	0,13	0,12	<0,05	0,17
CV%	2,83	4,75	3,18	3,30	3,73	3,93	4,25

Medias en una misma columna con diferente superíndice difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$). Los valores corresponden a la media de 12 lotes de 18 aves cada uno por tratamiento.

Edad a 2800 gramos

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la edad para alcanzar los 2,8 kg de PV ($p > 0,05$, Tabla 8).

Tabla 8. Edad a 2800 g (días) de pollos de engorde alimentados con dietas sin aditivos (Basal), con Virginiamicina (APC) y con Tanino

Tratamiento	Edad días
Basal	43,02
APC	42,29
Tanino	42,64
P-valor	0,26
CV%	2,49

Medias en una misma columna con diferente superíndice difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$). Los valores corresponden a la media de 12 lotes de 18 aves cada uno por tratamiento.

6. DISCUSIÓN

El uso extendido de antibióticos en la producción aviar ha sido una práctica común durante décadas, con el propósito de obtener beneficios para la salud y el bienestar de los animales (Huyghebaert *et al.*, 2011). Estos medicamentos también se han administrado de manera profiláctica en dosis subterapéuticas para mejorar la tasa de crecimiento y la CA (Huyghebaert *et al.*, 2011). Dichas mejoras a través del uso de los APC se explican, en parte, por los cambios inducidos en las comunidades bacterianas que conllevan a un mayor crecimiento del ave mediante la interacción con la microbiota, lo que permite alterar la competencia por los nutrientes, prevenir la colonización de patógenos y/o eliminar aquellas bacterias que puedan consumir más energía de la dieta (Bovetti *et al.*, 2023; Dibner & Richards *et al.*, 2005; Gaskins *et al.*, 2002).

En el tracto intestinal, las bacterias compiten con el hospedador por los nutrientes del alimento. Una manera de minimizar el crecimiento de bacterias no benéficas en la flora intestinal ha sido a través de la utilización de APC en la alimentación, y así tratar de alcanzar el máximo potencial de producción de las aves (Cepero Briz *et al.*, 2006). Otra hipótesis plantea que los efectos beneficiosos de los antibióticos se deben a su interacción con las células inmunes del huésped, más que a los efectos inhibidores del crecimiento sobre la microbiota. Niewold (2007) manifiesta que los antibióticos reducen la respuesta inflamatoria y, por tanto, la producción de citoquinas proinflamatorias, que a su vez reducen el apetito y promueven el catabolismo muscular, por lo que el papel antiinflamatorio del APC minimiza el desperdicio de energía y la dirige hacia la producción (Niewold, 2007).

Por otro lado, se plantea la teoría de que el uso de APC provoca el incremento en la longitud de las vellosidades intestinales y podría correlacionarse con una mejora en la función digestiva y en el proceso de absorción. Esto se atribuye al aumento de la superficie de absorción y a la optimización de los sistemas de transporte de nutrientes (Caspary, 1992). La presencia de vellosidades largas con un epitelio activo, junto a una cripta poco profunda, sugiere una menor tasa de migración de enterocitos de la cripta a la vellosidad (Rahimi *et al.*, 2019), lo cual contribuye a la salud intestinal de las aves

(Qureshi *et al.*, 2016). Este fenómeno implica un aumento en la eficacia del proceso digestivo y de absorción a nivel intestinal, lo que se traduce en un mejor rendimiento de crecimiento en pollos de engorde (Mahdavi *et al.*, 2014; Mohamed *et al.*, 2014).

Aunque aún no se ha alcanzado un consenso definitivo en la comunidad científica sobre el mecanismo de acción de los APC, es evidente que su inclusión en las dietas de animales produce alteraciones en la composición de la microbiota, tanto en su estructura como en su diversidad (Bovetti *et al.*, 2023; Dumonceaux *et al.*, 2006; Pedroso *et al.*, 2006). Estos cambios pueden, en última instancia, dar como resultado una microbiota óptima y equilibrada que sea capaz de provocar una respuesta inflamatoria menor, aumente el aprovechamiento de energía suministrado por los alimentos y ayude a los animales a acercarse a su máximo potencial de producción (Huyghebaert *et al.*, 2011).

No obstante, el surgimiento de microorganismos resistentes a los antibióticos utilizados en tratamientos, tanto para infecciones humanas como animales, ha llevado a la Unión Europea (UE) a tomar medidas. Como respuesta a esta preocupante resistencia, la UE ha decidido eliminar gradualmente y, en última instancia, prohibir el uso de APC en la producción animal (Huyghebaert *et al.*, 2011), por lo que ha sido imperativo explorar enfoques alternativos que no solo garanticen el bienestar animal, sino que también aborden las preocupaciones relacionadas con la resistencia a los antibióticos (Redondo *et al.*, 2014). El sector avícola, en respuesta a las regulaciones vigentes, está concentrando sus esfuerzos en la investigación y desarrollo de prácticas y productos alternativos que preserven la salud y el rendimiento de las aves sin depender de antibióticos (Redondo *et al.*, 2014).

Una alternativa ideal debería tener los mismos efectos beneficiosos del APC, garantizar un rendimiento animal óptimo y aumentar la disponibilidad de nutrientes (Huyghebaert *et al.*, 2011). Considerando el mecanismo de acción propuesto de los APC, una alternativa práctica debería poseer ambas propiedades, además de tener un impacto positivo en la conversión alimenticia y/o el crecimiento (Seal *et al.*, 2013).

En el presente experimento, se pudo observar que la suplementación con APC generó un rendimiento superior en el PV respecto del tratamiento Basal (Tabla 4), al igual que lo observado por Cervantes *et al.* (2002). La suplementación con Tanino reflejó un

mayor PV respecto del Basal a edades tempranas (Tabla 4), con similitudes en el peso respecto del tratamiento Basal y el uso de APC a los 28 y 41 días de edad (Tabla 4), resultados similares fueron hallados por Cejas *et al.* (2011).

Según lo planteado por Cejas *et al.* (2011), el aumento en la ganancia de peso en las aves suplementadas con Taninos de quebracho en la dieta (*Schinopsis lorentzii*) se explicaría por el incremento en la relación vellosidad/cripta del intestino, beneficiando a las aves por un menor recambio de enterocitos (Adibmoradi *et al.*, 2006), lo que conlleva a un menor gasto energético (Miles *et al.*, 2006; Sun *et al.*, 2016).

Por otra parte, las aves del tratamiento con APC consumieron más alimento que aquellas que recibieron el tratamiento Basal y con Tanino, siendo esta diferencia estadísticamente significativa a los 14 y 20 días de edad (Tabla 6). Otros investigadores han observado poca o ninguna influencia de la virginiamicina en el consumo (O'Connor-Dennie & Southern, 2005). El tratamiento con Tanino no evidenció diferencias significativas con el Basal (Tabla 6).

Los mecanismos de los efectos promotores del crecimiento de los taninos en animales no rumiantes son mucho menos conocidos en comparación a lo que sucede en rumiantes. Algunos estudios sugieren que las concentraciones reducidas de taninos incrementan el consumo de alimento, resultando en un aumento del rendimiento en animales no rumiantes. Este fenómeno se basa en un equilibrio entre los efectos desfavorables sobre la palatabilidad del alimento y la digestión de nutrientes, debido a la complejación de proteínas y enzimas, y los efectos beneficiosos sobre la salud del ecosistema intestinal, gracias a actividades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias (Brus *et al.*, 2013; Schiavone *et al.*, 2008; Starčević *et al.*, 2015).

Schiavone *et al.*, (2008) evaluó los efectos de agregar 0,15%; 0,20% y 0,25% de un Tanino en la dieta y los resultados mostraron que la inclusión de hasta 0,20%, aumentó el consumo diario de alimento y la ganancia diaria promedio, sin embargo, con 0,25% de Tanino obtuvo efectos negativos en ambos parámetros productivos. Los resultados obtenidos en el consumo de alimento con 0,25% de Tanino en la dieta, son semejantes a los reflejados en este ensayo, en donde el tratamiento con Tanino mostró una disminución en el consumo de las aves, respecto a las suplementadas con APC.

En términos de CA, los distintos tratamientos aplicados no generaron impactos estadísticamente significativos (Tabla 7). Estos resultados son similares a los obtenidos por Jamroz *et al.* (2009), en donde la suplementación con Taninos (0, 250, 500 y 1000 g/t) no evidenció efectos sobre la CA. En otro experimento, la CA mostró una respuesta cuadrática ante el uso de TC, alcanzando su máximo nivel de eficiencia con una suplementación de 200 g/t en la dieta (Brisibe *et al.*, 2008).

Por último, las aves sometidas al tratamiento con APC exhibieron una relación peso/conversión significativamente mayor en comparación con el tratamiento Basal (Tabla 8). La suplementación con Tanino fue mayor solo a los 7 días de edad respecto del Basal (Tabla 8), arrojando resultados similares al tratamiento con APC a los 20 y 41 días de edad (Tabla 8).

7. CONCLUSIÓN

Los hallazgos de este experimento indican que las aves que recibieron suplementación con APC (Virginiamicina 20 g/t), exhibieron un incremento en el PV, así como en el consumo y la relación peso/conversión, en comparación con las aves del tratamiento Basal. En la primera semana de edad, las aves suplementadas con Tanino mostraron un mayor PV en relación a aquellas tratadas con alimentación Basal. Respecto al consumo, el tratamiento con Tanino no presentó diferencias significativas en comparación con la dieta Basal. Las aves suplementadas con Tanino exhibieron una mayor relación peso/conversión respecto del tratamiento Basal. Lo que sugiere que los compuestos polifenólicos pueden tener algún efecto promotor del crecimiento o actividad prebiótica, estando involucrados en la modulación de la compleja interacción entre la microbiota y el tracto gastrointestinal. Las aves suplementadas con Tanino mostraron valores de peso similares al tratamiento con APC a los 28 y 41 días de edad, así como resultados semejantes en la relación peso/conversión entre ambos tratamientos a los 20 y 41 días de edad. No se observaron diferencias significativas en la edad para alcanzar los 2,8 kg de PV, ni en la CA, entre las distintas suplementaciones evaluadas (Basal, APC, Tanino). Dichos resultados pueden ser de relevancia para comprender los efectos específicos de cada suplemento en el comportamiento alimentario de las aves durante su desarrollo. Estos hallazgos ofrecen perspectivas valiosas sobre la influencia de los tratamientos en relación a la evolución del peso y conversión alimenticia en las aves. En el futuro, sería pertinente evaluar más a fondo los efectos sinérgicos de los TC y TH sobre los parámetros productivos y microbiota de las aves.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adibmoradi, M; Navidshad, B; Seifdavati, J; Royan, M. (2006). Effect of dietary garlic meal on histological structure of small intestine in broiler chickens. *The Journal of Poultry Science* 43(4): 378-83
- Applegate, TJ; Klose, V; Steiner, T; Ganner, A; Schatzmayr, G. (2010). Probiotics and phytogenics for poultry: Myth or reality? *Journal of Applied Poultry Research* 19(2): 194-210.
- Ardoino, S; Toso, R; Toribio, M; Álvarez, H; Mariani, E; Cachau, P; Mancilla, M; Oriani, D. (2017). Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo. *Ciencia Veterinaria* 19(1): 50-66.
- Aw, TL & Swanson, BG. (1985). Influence of tannin on *Phaseolus vulgaris* protein digestibility and quality. *Journal of Food Science* 50(1): 67-71.
- Azcona, JO; Iglesias, BF; Charrière, MV. (2010). Modelo de desafío para la evaluación de alternativas a los antibióticos como promotores de crecimiento. En: Pasinato, A; Santini, F; Geraci, J (eds.). *Jornadas Proyecto Nacional de Nutrición Animal: Programa Nacional de Carnes, Proyecto Integrado Nutrición*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA- GESyC. pp. 105-112.
- Barroga, CF; Laurena, AC; Mendoza, EMT. (1985). Effect of condensed tannins on the in vitro protein digestibility of mung vean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 33(6): 1157-1159.
- Battestin, V; Matsuda, LK; Alves G. (2004). Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. *Alimentos e Nutrição* 15(1): 63-72.
- Blajman, JE; Zbrun, MV; Astesana, DM; Berisvil, AP; Scharpen, AR; Fusari, ML; Soto, LP; Signorini, ML; Rosmini, MR; Frizzo, LS. (2015). Probióticos en pollos parrilleros: Una estrategia para los modelos productivos intensivos. *Revista Argentina de Microbiología* 47(4): 360-367.

- Bovetti, M; Díaz Carrasco, JM; Iglesias, BF. (2023). Consecuencias del uso de virginiamicina sobre el microbioma cecal en pollos y su relación con parámetros zootécnicos. *NutriNews Latam* 2023(3): 54-67.
- Brisibe, EA; Umoren, UE; Owai, PU; Brisibe, F. (2008). Dietary inclusion of dried *Artemisia annua* leaves for management of coccidiosis and growth. *African Journal of Biotechnology* 7(22): 4083-4092
- Brus, M; Dolinsek, J; CenCic, A; Skorjanc, D. (2013). Effect of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood tannins and organic acids on growth performance and faecal microbiota of pigs from 23 to 127 days of age. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 19(4): 841-847.
- Caspary, W. (1992). Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. *The American Journal of Clinical Nutrition* 55(1): 299S-308S.
- Castanon, JIR. (2007). History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science* 86(11): 2466-2471.
- Cejas, E; Pinto, S; Prosdócimo, F; Batallé, M; Barrios, H; Tellez, G; de Franceschi, M. (2011). Evaluation of quebracho red wood (*Schinopsis lorentzii*) polyphenols vegetable extract for the reduction of coccidiosis in broiler chicks. *International Journal of Poultry Science* 10(5): 344-349.
- Cepero Briz, R. (2006). Retirada de los Antibióticos promotores de Crecimiento En la Unión Europea: Causas y Consecuencias. Zaragoza, España: *Universidad de Zaragoza*. 46 pp.
- Cervantes, H; Bafundo K; Ewing P; Pesti G; Bakalli R. (2002). Dietary supplementation with virginiamycin or phytase improves phosphorus utilization in broiler chickens. *Poultry Science* 81(Suppl 1): 150.
- Cobb. (2015). Suplemento informativo de rendimiento y nutrición del pollo de engorde. Cobb-500. Disponible en: www.cobb-vantress.com. Acceso: 23-abr-2016.
- DAPP. (2003). N-utrition 2.0. [software de formulación]. Colón, Entre Ríos, Argentina.

- de Vasconcelos, MCBM; Bennett, RN; Quideau, S; Jacquet, R; Rosa, EAS; Ferreira-Cardoso, JV. (2010). Evaluating the potential of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) fruit pericarp and integument as a source of tocopherols, pigments and polyphenols. *Industrial Crops and Products* 31(2): 301-311.
- Díaz Carrasco, JM; Redondo, LM; Redondo, EA; Dominguez, JE; Chacana, PA; Fernández Miyakawa, ME. (2016). Use of plant extracts as an effective manner to control *Clostridium perfringens* induced necrotic enteritis in poultry. *BioMed Research International Special Issue* 2016: 3278359.
- Dibner, JJ & Richards, JD. (2005). Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. *Poultry Science* 84(4): 634-643.
- Di Rienzo, JA, Casanoves, F, Balzarini, MG, Gonzalez, L, Tablada, M, Robledo CW. (2020). InfoStat. [software estadístico]. Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Dumonceaux, TJ; Hill, JE; Hemmingsen, SM; Van Kessel, AG. (2006). Characterization of intestinal microbiota and response to dietary virginiamycin supplementation in the broiler chicken. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(4): 2815-2823.
- Elizondo, A; Mercado, E; Rabinovitz, B; Fernández-Miyakawa, M. (2010). Effect of tannins on the in vitro growth of *Clostridium perfringens*. *Veterinary Microbiology* 145(3-4): 308-314.
- Gaskins, HR; Collier, CT; Anderson, DB. (2002). Antibiotics as growth promotants: Mode of action. *Animal Biotechnology* 13(1): 29-42.
- Gil, E. (2017). Promotores de crecimiento no antibióticos. *Engormix*. [En línea]. Disponible en <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/promotores-crecimiento-antibioticos-t41016.htm>. Acceso: 10-may-2023.
- Gil, E. (2018). Producción de pollos de engorde sin antibióticos promotores de crecimiento (APC). *Engormix*. [En línea]. Disponible en <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/produccion-pollos-engorde-sin-t42606.htm>. Acceso: 2-may-2023.

- Hagerman, AE & Butler, LG. (1980). Determination of protein in tannin-protein precipitates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 28(5): 944-947.
- Hahn, DI; Rooney, OLW; Earp, CF. (1984). Tannins and phenols of sorghum. *Cereal Food World* 29(12): 776-779.
- Huang, Q; Liu, X; Zhao, G; Hu, T; Wang, Y. (2018). Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. *Animal Nutrition* 4(2): 137-150.
- Huyghebaert, G; Ducatelle, R; Immerseel, F. (2011). Una actualización sobre alternativas a los promotores de crecimiento antimicrobianos para pollos de engorde. *The Veterinary Journal* 187(2): 182-188.
- Iglesias, BF; Azcona, JO; Charriere, MV; Cabrera, AM; Zamprile, T. (2019). Efecto del uso de un probiótico como alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento en la producción de pollos parrilleros. *Agroindustria* 37(151): 8-14.
- Iglesias, BF; Azcona, JO; Charriere, MV; Fain Binda, V; Azcona, JM; Gonzalo, V. (2020). Evaluación de catequinas acidificadas en la alimentación de gallinas ponedoras. *Agroindustria* 38(152): 6-15.
- IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2010). El mercado de la carne aviar en los países CAS. IICA, REDPA, CAS. Santiago, Chile. 64 pp.
- Jamroz, D; Wiliczkieicz, A; Orda, J; Skorupińska, J; Kuryszko, J.; Tschirch, H. (2009). Effect of sweet chestnut tannin (SCT) on the performance, microbial status of intestine and histological characteristics of intestine wall in chickens. *British Poultry Science* 50(6): 687-699.
- Jaramillo, M. (1992). Estudio de cultivares de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L) Moench) altos en taninos producidos en Venezuela. [Trabajo de Grado (Magister Scientiarum)]. Facultades de Agronomía y de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 200 pp.

- Karaffová, V; Bobíková, K; Levkut, M; Revajová, V; Ševčíková, Z; Levkut, M. (2019). The influence of Farmatan[®] and Flimabend[®] on the mucosal immunity of broiler chicken. *Poultry Science* 98(3): 1161-1166.
- López Coello, C. (2000). Los taninos en la alimentación de las aves comerciales. *Ciência Animal Brasileira* 1(1): 5-22.
- Mahdavi, AH; Gandomani, VT; Rahmani, HR; Riasi, A; Jahanian, E. (2014). Effects of different levels of clove bud (*Syzygium aromaticum*) on performance, intestinal microbial colonization, jejunal morphology, and immunocompetence of laying hens fed different n-6 to n-3 ratios. *Livestock Science* 167: 236-248.
- Márquez Lara, D & Suárez Londoño, Á. (2008). El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(16): 87-109.
- Marzoni, M, Castillo, A; Romboli, I. (2005). Dietary inclusion of Quebracho (*Schinopsis lorentzii*) tannins on productive performances of growing pheasant females. *Italian Journal of Animal Science* 4(Suppl. 2): 507-509.
- Mehansho, H; Ann, DK; Butler, IG, Rogler, J; Carlson, DM. (1987). Induction of proline-rich proteins in hamster salivary glands by isoproterenol treatment and an unusual growth inhibition by tannins. *Journal of Biological Chemistry* 262(25): 12344-12350.
- Miles, RD; Butcher, GD; Henry, PR; Littell, RC. (2006). Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *Poultry Science* 85(3): 476-485.
- Minieri, S; Buccioni, A; Serra, A; Galigani, I; Pezzati, A; Rapaccini, S; Antongiovanni, M. (2016). Nutritional characteristics and quality of eggs from laying hens fed on a diet supplemented with chestnut tannin extract (*Castanea sativa* Miller). *British Poultry Science* 57(6): 824-832.
- Mohamed, MA; El-Daly, EF; Abd El-Azeem, NA; Youssef, AW; Hassan, HMA. (2014). Growth performance and histological changes in ileum and immune related organs of

broilers fed organic acids or antibiotic growth promoter. *International Journal of Poultry Science* 13(10): 602-610.

Niewold, TA. (2007). The nonantibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action? A hypothesis. *Poultry Science* 86(4): 605-609.

O'Connor-Dennie, T & Southern LL. (2005). The effect of virginiamycin in diets with adequate or reduced dietary calcium or nonphytate phosphorus for broilers. *Poultry Science* 84(12): 1868-1874.

Olivas-Aguirre, FJ; Wall-Medrano, A; González-Aguilar, GA; López-Díaz, JA; Álvarez-Parrilla, E; de la Rosa, LA; Ramos-Jimenez, A. (2015). Taninos hidrolizables; bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud. *Nutrición Hospitalaria* 31(1): 55-66.

Pedroso, AA; Menten, JFM; Lambais, MR; Racanicci, AMC; Longo, FA; Sorbara, JOB. (2006). Intestinal bacterial community and growth performance of chickens fed diets containing antibiotics. *Poultry Science* 85(4): 747-752.

Qureshi, S; Banday, MT; Shakeel, I, Adil, S; Mir, MS; Beigh, YA; Amin, U. (2016). Histomorphological studies of broiler chicken fed diets supplemented with either raw or enzyme treated dandelion leaves and fenugreek seeds. *Veterinary World* 9(3): 269-275.

Rahimi, S; Kathariou, S; Fletcher, O; Grimes, JL. (2019). Effect of a direct-fed microbial and prebiotic on performance and intestinal histomorphology of turkey poult challenged with Salmonella and Campylobacter. *Poultry Science* 98(12): 6572-6578.

Redondo, LM; Chacana, PA; Dominguez, JE; Fernández Miyakawa, ME. (2014). Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry. *Frontiers in Microbiology* 5: 118

Rojas Oviedo, LA. (2009). Utilización de tres niveles 400, 500 y 600 g/tn. de complejo enzimático (proteasa 8000 ul/g, xilanas 600 ul/g y amilasa 800ul/g) en dietas con el 3,5 % menos de la relación energía proteína en la alimentación de pollos broilers.

[Tesis de grado]. Esc. Sup. Politécnica de Chimborazo, Fac. Cs. Pecuarias, Esc. de Ingeniería Zootécnica, Riobamba, Ecuador. 109 pp.

Salunkhe, DK; Jadhav, SJ; Kadam, SS; Chavan, JK. (1983). Chemical, biochemical, and biological significance of polyphenols in cereals and legumes. *Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition* 17(3): 277-305.

Sarica, S; Ciftci, A; Demir, E; Kilinc, K; Yildirim, Y. (2005). Use of an antibiotic growth promoter and two herbal natural feed additives with and without exogenous enzymes in wheat based broiler diets. *South African Journal of Animal Science* 35(1): 61-72.

SBioecon, Secretaría de Bioeconomía. (2024a). Indicadores del sector avícola: carne aviar. [En línea]. Disponible en https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/aves/estadistica/carne/_archivos//000008_Indicadores%20Actuales/240000_2024/000006_Indicadores%20de%20Oferta%20y%20Demanda%202016-2024.pdf . Acceso: 15-abr-2024.

SBioecon, Secretaría de Bioeconomía. (2024b). Indicadores del sector avícola: carne aviar. [En línea]. Disponible en https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/aves/estadistica/carne/_archivos//000009_Indicadores%20Hist%C3%B3ricos/000010_Indicadores%20Historicos%202000-2015.pdf. Acceso: 26-abr-2024.

Schiavone, A; Guo K; Tassone S; Gasco L; Hernandez E; Denti R; Zoccarato I. (2008). Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits, and nitrogen balance of broiler chicks. *Poultry Science* 87(3): 521-527.

Seal, BS; Lillehoj, HS; Donovan, DM; Gay, CG. (2013). Alternatives to antibiotics: a symposium on the challenges and solutions for animal production. *Animal Health Research Reviews* 14(1): 78-87.

SENASA, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2015). *Resolución 594/2015. Norma Técnica de Alimentos para Animales de la República Argentina*. [En línea]. Disponible en: <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-594-2015->

senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria. Acceso: 12-may-2023.

SENASA, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2018). *Adecuación de la Resolución 594/2015*. SENASA. [En línea]. Disponible en <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-1119-2018-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria>. Acceso: 12-may-2023.

SENASA, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2018). [En línea]. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadenaanimal/aves/aves-produccion-primaria>. Acceso: 12-may-2024.

Spencer, CM; Cai, Y; Martin, R; Gaffney, SH; Goulding, PN; Magnolato, D; Lilley, TH; Haslam, E. (1988). Polyphenol complexation—some thoughts and observations. *Phytochemistry* 27(8): 2397-2409.

Starčević, K; Krstulović, L; Brozić, D; Maurić, M; Stojević, Z; Mikulec, Ž; Bajić, M; Mašek, T. (2015). Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(6): 1172-1178.

Sun, L; Dong, H; Zhang, Z; Liu, J; Hu, Y; Ni, Y; Grossmann, R; Zhao, R. (2016). Activation of epithelial proliferation induced by *Eimeria acervulina* infection in the duodenum may be associated with cholesterol metabolism. *Oncotarget* 7(19): 27627-27640.

Treviño, J; Ortiz, L; Centeno, C. (1992). Effect of tannins from faba beans (*Vicia faba*) on the digestion of starch by growing chicks. *Animal Feed Science and Technology* 37(3-4): 345-349.

USDA, United States Department of Agriculture. (2024). Livestock and poultry: World markets and trade. United States Department of Agriculture - Foreign Agricultural Service. [En línea]. Disponible en https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. Acceso: 05-mar-2024.