

2023-06-22

Efectos del uso sinérgico de eubióticos sobre parámetros productivos y alométricos en pollos de engorde de la línea Ross AP

María Carolina Rodríguez Uribe

Universidad Cooperativa de Colombia, maria.rodriguez@campusucc.edu.co

Jairo Gregorio Carbajal Jiménez

ITALCOL S.A., jairocarvajal@italcol.com

Jeiczon Jaimes Dueñez

Universidad Cooperativa de Colombia, jeiczon.jaimes@campusucc.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv>



Part of the [Agriculture Commons](#), [Animal Sciences Commons](#), and the [Veterinary Medicine Commons](#)

Citación recomendada

Rodríguez Uribe MC, Carbajal Jiménez JG y Jaimes Dueñez J. Efectos del uso sinérgico de eubióticos sobre parámetros productivos y alométricos en pollos de engorde de la línea Ross AP. *Rev Med Vet.* 2023;(47):. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss47.10>

This Artículo de investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de Medicina Veterinaria by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Efectos del uso sinérgico de eubióticos sobre parámetros productivos y alométricos en pollos de engorde de la línea Ross AP

María Carolina Rodríguez Uribe¹ / Jairo Gregorio Carvajal Jiménez² / Jeiczon Jaimes Dueñez³

Resumen

Actualmente los eubióticos se postulan como una alternativa potencial de reemplazo a los antibióticos utilizados como subterapéuticos, a modo de promotores de crecimiento. Aunque múltiples estudios han demostrado el efecto benéfico de los eubióticos en los parámetros productivos y alométricos del pollo de engorde, el uso combinado de estos ha sido poco evaluado, sin conocerse su efecto sinérgico. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del uso sinérgico de eubióticos sobre los parámetros productivos y alométricos en pollos de engorde de la línea Ross AP. El estudio se realizó durante el año 2020 en una granja experimental del municipio de Piedecuesta, Santander, a una altura de 1005 msnm. Un total de 1400 animales fueron analizados mediante un diseño completamente al azar, evaluando siete tratamientos T1 = dieta base (DB), T2 = DB + antibiótico promotor de crecimiento (APC), T3 = DB + extracto natural (EN) + probiótico (Pro) + prebiótico (Pre), T4 = DB + EN + Pro + ácido graso de cadena media (AGCM), T5 = DB + Pre + Pro + AGCM, T6 = DB + EN + Pre + AGCM y T7 = DB + Pre + Pro + AGCM; con ocho repeticiones de 25 animales por cada tratamiento. Los parámetros productivos fueron evaluados al día 7, 14, 21, 28 y 35, mientras que los alométricos específicamente al día 35. Adicionalmente, un análisis de productividad económica fue realizado teniendo en cuenta los valores comerciales reportados al cierre del año 2020. En general se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los siguientes parámetros productivos: peso promedio por ave al día 7, 14, 21, 28 y 35; consumo total por corral al día 14, 21 y 28; consumo acumulado por ave al día 21, 28 y 35; consumo promedio por ave al día 21, 28 y 35; conversión ajustada por mortalidad al día 21, 28 y 35; VPI al día 7, 21, y 28 e IEE, con los mejores valores en los tratamientos 3, 5, 6 y 7. Respecto a los parámetros alométricos, se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los siguientes ítems: peso ave con vísceras y con plumas, peso ave sin vísceras y sin plumas, peso pechuga, peso alas, peso costillar y peso tarsos. La mayor productividad económica se obtuvo en los tratamientos 6 y 7, comparado con el tratamiento 1, respectivamente. En conclusión, se determinó que los mejores parámetros productivos y alométricos se presentaron en los animales que consumieron los tratamientos que contenían Manano-oligosacárido (MOS) como prebiótico en su formulación, por tal motivo la adición de estos compuestos, deben considerarse como alternativa nutricional inocua para mejorar el efecto sinérgico con otros eubióticos, e incrementar la eficiencia de los sistemas productivos.

Palabras clave: avicultura; prebiótico; probiótico; extracto natural; antibióticos promotores de crecimiento.

* Artículo de investigación.

1 M.Sc. Grupo de Investigación en Ciencias Animales GRICA, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia UCC, Bucaramanga, Colombia.

✉ maria.rodriguez@campusucc.edu.co

🌐 <https://orcid.org/0000-0002-8878-7578>

2 M.Sc. Director Departamento de Nutrición y Desarrollo ITALCOL S.A.

✉ jairocarvajal@italcol.com

🌐 <https://orcid.org/0000-0002-7240-5133>

3 PhD. Grupo de Investigación en Ciencias Animales GRICA, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia UCC, Bucaramanga, Colombia.

✉ jeiczon.jaimes@campusucc.edu.co

🌐 <https://orcid.org/0000-0001-5839-8523>

Cómo citar este artículo: Rodríguez Uribe MC, Carvajal Jiménez JG, Jaimes Dueñez J. Efectos del uso sinérgico de eubióticos sobre parámetros productivos y alométricos en pollos de engorde de la línea Ross AP. Rev Med Vet. 2023;(47): e0007. Disponible en: <http://doi.org/10.19052/mv.voll.iss47.10>

Effects of the synergistic use of eubiotics on productive and allometric parameters in broilers of the Ross AP line

Abstract

Currently, eubiotics are postulated as a potential replacement alternative to antibiotics used as subtherapeutic, as growth promoters. Although multiple studies have shown the beneficial effect of eubiotics on the productive and allometric parameters of broilers, the combined use of these has been little evaluated, without knowing their synergistic effect. The objective of the present study was to evaluate the effect of the synergistic use of eubiotics on the productive and allometric parameters in broilers of the Ross AP line. The study was carried out during 2020 at the experimental farm in Piedecuesta, Santander at an altitude of 1005 meters above sea level. A total of 1400 animals were analyzed using a completely randomized design, evaluating seven treatments (T1 = base diet (BD), T2 = BD + growth-promoting antibiotic (GPA), T3 = BD + natural extract (NE) + probiotic (Pro) + prebiotic (Pre), T4 = BD + NE + Pro + medium-chain fatty acid (MCFA), T5 = BD + Pre + Pro + MCFA, T6 = BD + NE + Pre + MCFA and T7 = BD + Pre + Pro + MCFA), with eight repetitions of 25 animals for each treatment. The productive parameters were evaluated on days 7, 14, 21, 28 and 35, while the allometric parameters were specifically evaluated on day 35. Additionally, an analysis of economic productivity was carried out considering the commercial values reported at the end of the year 2020. In general, significant differences ($P < 0.05$) were observed in the following productive parameters: average weight per bird on days 7, 14, 21, 28, and 35; total consumption per pen at days 14, 21, and 28; accumulated consumption per bird on days 21, 28 and 35; average consumption per bird at day 21, 28 and 35; conversion adjusted for mortality at day 21, 28 and 35; VPI at day 7, 21, and 28 and IEE, with the best values in treatments 3, 5, 6 and 7. Regarding the allometric parameters, significant differences ($P < 0.05$) were observed in the following items: poultry weight with viscera and feathers, poultry weight without viscera and without feathers, breast weight, wings weight, rib weight, and hock weight. The highest economic productivity was obtained in treatments 6 and 7, compared to treatment 1, respectively. In conclusion, it was determined that the best productive and allometric parameters were presented in the animals that consumed the treatments that contained Mannan oligosaccharides (MOS) as prebiotics in their formulation, for this reason, the addition of these compounds should be considered as a safe nutritional alternative to improve the synergistic effect with other eubiotics and increase the efficiency of production systems.

Keywords: poultry farming; prebiotic; probiotic; natural extract; growth-promoting antibiotics.

INTRODUCCIÓN

En Colombia el incremento en el consumo per cápita de pollo ha generado una producción intensiva en la avicultura, manejando densidades muy altas y por consiguiente una mayor exposición a patógenos que afectan los parámetros productivos (1); es por esto que algunas producciones han optado por la adición de Antibióticos Promotores de Crecimiento (APC) en sus alimentos, debido a sus capacidades para reducir la colonización de bacterias enteropatógenas e incrementar la ganancia de peso (2).

A pesar de estas ventajas productivas, el uso indiscriminado de los APC ha aumentado la presión selectiva de bacterias con resistencia a antibióticos, y a su vez se ha convertido en un problema de salud pública, al transmitirse dichas cepas al consumidor final (3). Estudios recientes en la India y Argentina demostraron que el 90 %, 80 %, 60 % y 50 % de los aislados cloacales de pollos de engorde alimentados con APC presentaron resistencia antibiótica a la tetraciclina, eritromicina, amoxicilina y estreptomina, respectivamente (4,5), demostrando el efecto de los APC, en inducir esta problemática de salud pública.

Por otra parte, uno de los principales problemas del uso de los APC en Colombia es la restricción comercial hacia mercados internacionales en donde se ha prohibido el uso de estos aditivos, disminuyendo la ganancia de los productores y su competitividad (6). Ante esta problemática, el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), en el año 2007, diseñó una política de sanidad e inocuidad en la cual se prohíbe el uso de ciertos promotores de crecimiento en la avicultura (7), sin embargo, el estatus de cumplimiento de esta política es desconocido puesto que aún no se ha caracterizado la situación de estos residuos a nivel de campo (8).

Ante esta situación, y pese a que el consumidor final ha generado una presión en la industria, demandando

productos libres de APC, y exigiendo en ellos una apariencia más natural y fresca, actualmente los eubióticos (aditivos que ayudan a mejorar la salud intestinal) se postulan como una alternativa potencial para el reemplazo de los APC. Sus ventajas, radican en que son promotores de crecimiento de origen biológico que no dejan residuos en el huevo ni en la carne, eliminando el riesgo de resistencia antibiótica (9). De modo general, los eubióticos contribuyen a través de diversos mecanismos al mantenimiento de la integridad intestinal y la estabilidad de la microbiota, lo cual dificulta la proliferación de microorganismos patógenos, mejora la digestión de nutrientes y ayuda a prevenir la aparición de enfermedades, mejorando los parámetros productivos y organolépticos de la canal (10,11).

Actualmente, los eubióticos se agrupan en cinco categorías de aditivos: prebióticos, probióticos, ácidos grasos, aceites esenciales, y enzimas intestinales, todos ellos con características nutraceuticas que les permitan modular de manera individual la estabilidad de la microbiota y la integridad intestinal, con sus consecuentes beneficios fisiológicos en el animal (9).

No obstante, algunos estudios sugieren que la combinación acertada de estos podría generar efectos sinérgicos que potencialicen su efecto, generando ganancias productivas superiores a los APC (12). En este sentido, conocer la particularidad de los eubióticos y su sinergia se convierte en un reto para la avicultura, a favor de mejorar los parámetros productivos y ofrecer productos inocuos al consumidor final (13).

Con base en lo anterior, y considerando la falta de estudios que analicen el efecto sinérgico del uso de eubióticos en la avicultura, el presente estudio busca evaluar el efecto sinérgico de cuatro eubióticos —extracto natural (EN), probiótico (Pro), prebiótico (Pre), y ácido graso de cadena media (AGCM)— sobre los parámetros productivos y alométricos en pollos de engorde de la línea Ross AP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de Piedecuesta, departamento de Santander, en las instalaciones de una granja experimental ubicada a 19 Km del área metropolitana de Bucaramanga (6°58'51.19" N 73°02'36.83" O). Dicha granja se encuentra a una altura de 1005 msnm, con una humedad relativa entre el 77 y 89 %, y una temperatura que oscila entre 18,9 y 28,3 °C.

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente al azar, evaluando siete tratamientos (dietas experimentales) (tabla 1), en unidades experimentales de 25 animales, y ocho replicas técnicas por tratamiento. Para garantizar la homogeneidad de las unidades experimentales, el ajuste de estas se hizo teniendo en cuenta un coeficiente de variación máximo del 2,5 % del peso promedio de las aves al día uno. El periodo de evaluación tuvo una duración de 35 días, contemplados desde el día uno (día de nacimiento del ave) hasta el día 35 (día final de seguimiento).

Material biológico y manejo

Se utilizaron un total de 1400 pollos machos de la línea Ross AP, distribuidos aleatoriamente en 56 corrales experimentales de 3 m² (1,5 m x 1,5 m), a razón de 25 aves por corral, con una densidad promedio de 11 aves/m². Los animales fueron manejados sobre una cama a base de cascarilla de arroz previamente desinfectada por aspersión con fenol a 500 ppm.

La temperatura del galpón se mantuvo a 32 °C durante el primer día de edad de las aves, y posteriormente se redujo a razón de 0,5 °C/día hasta llegar a 22 °C en la última semana del ensayo. Los niveles de humedad relativa se mantuvieron según los parámetros recomendados para la línea genética establecidos por la casa comercial Aviagen®.

La exposición de horas luz fue de 24 horas durante los dos primeros días de vida, y luego se redujo a razón de 0,5 horas/día hasta el día 15 en donde se le suspendió la luz artificial. Los animales se mantuvieron con agua *Ad libitum*, ofrecida en bebederos de línea tipo niple a razón de 7 puntos por corral. El manejo sanitario incluyó el siguiente plan vacunal: New Castle + Bronquitis infecciosa al día uno de edad, vía subcutánea en planta de incubación y vacuna de New Castle al día 14, vía ocular empleando los inóculos de la empresa Zoetis®.

Para el sacrificio, se empleó el método de aturrido eléctrico de la cabeza a la cloaca según el protocolo reportado por Raj et al., 2000. El proceso de desplume y desprese de las aves se realizó de forma mecánica por un operario de la planta siguiendo el protocolo recomendado por Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI) (1).

Manejo nutricional y tratamientos

Todos los animales fueron alimentados con dos dietas base (iniciación y engorde) formuladas con base en los requerimientos nutricionales, empleando materias primas como: maíz, torta de soya, frijol soya, gluten de maíz, aceite de palma, ingredientes de origen animal y aditivos como fitasas y pigmentos a base de xantofila (tabla S1). Las aves recibieron la dieta de iniciación del día uno al día 21, y la dieta de engorde del día 22 al día 35.

Adicional a las dietas base, los animales recibieron la combinación de cinco aditivos que resultaron en el diseño de siete tratamientos, los cuales fueron conformados con el objetivo de evaluar la sinergia entre estos sin repetir los aditivos dentro de cada tratamiento (probiótico, prebiótico, ácidos grasos de cadena media y extracto natural). Los productos Biostrong®, DBA®, ActiveMOS®, y Salbiotic®, fueron utilizados como fuentes de extracto natural, probiótico, prebiótico, y ácidos grasos de cadena media, respectivamente (tabla 1). La conformación de los tratamientos y el nivel de inclusión de los aditivos en las dietas de inicio y engorde se resumen en tabla 2.

Tabla 1. Descripción de los productos comerciales empleados como fuente de aditivos

Producto	Componente	Marca comercial	País
Biostrong®	Combinación de aceites esenciales, saponinas, sustancias amargas y sustancias picantes	Delacon	Francia
DBA®	Concentrado bacteriano a base de <i>Lactobacillus acidophilus</i> 3,5x10 ¹² UFC, <i>Enterococcus faecium</i> 3,5x10 ¹² UFC, y <i>Bifidobacterium bifidum</i> 3,5x10 ¹² UFC	Imeve	España
ActiveMOS®	Manano-oligosacárido	BioOrigin	Brasil
Salbiotic®	Ácidos grasos de cadena media más ácido láctico	Nuscience	España

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Conformación de los tratamientos y nivel de inclusión de los aditivos en las dietas de inicio y engorde

Composición dieta de inicio							
Inclusión de aditivos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	DB	DB + APC	DB + EN + Pro + Pre	DB + EN + Pro + ACGM	DB + Pro + Pre + ACGM	DB + EN + Pre + ACGM	DB + EN + Pro + Pre + ACGM
	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)
Avilamicina 10% (APC)	-	0,1	-	-	-	-	-
Halquinol 24% (APC)	-	0,25	-	-	-	-	-
Extracto natural (Biostrong®)	-	-	0,15	0,15	-	0,15	0,15
Ácido graso de cadena media ACGM (Salbiotic®)	-	-	-	1	1	1	1
Probiótico (DBA®)	-	-	0,2	0,2	0,2	-	0,2
Prebiótico (Activemos®)	-	-	1,5	-	1,5	1,5	1,5
Composición dieta de engorde							
Inclusión de aditivos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	DB	DB + APC	DB + EN + Pro + Pre	DB + EN + Pro + ACGM	DB + Pro + Pre + ACGM	DB + EN + Pre + ACGM	DB + EN + Pro + Pre + ACGM
	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)	Cant. x Ton. (kg)
Avilamicina 10% (APC)	-	0,1	-	-	-	-	-
Halquinol 24% (APC)	-	0,25	-	-	-	-	-
Extracto natural (Biostrong®)	-	-	0,15	0,15	-	0,15	0,15
Ácido graso de cadena media ACGM (Salbiotic®)	-	-	-	1	1	1	1
Probiótico (DBA®)	-	-	0,2	0,2	0,2	-	0,2
Prebiótico (Activemos®)	-	-	1,5	-	1,5	1,5	1,5

*T1 = dieta base (DB), T2 = DB + antibiótico promotor de crecimiento (APC), T3 = DB + extracto natural (EN) + probiótico (Pro) + prebiótico (Pre), T4 = DB + EN + Pro + ácido graso de cadena media (ACGM), T5 = DB + Pre + Pro + ACGM, T6 = DB + EN + Pre + ACGM y T7 = DB + Pre + Pro + ACGM.

Fuente: elaboración propia

Parámetros productivos evaluados

Para aumentar el poder estadístico en los resultados, las unidades de medición fueron los promedios ajustados de cada replica dentro de los tratamientos. Durante el desarrollo del ensayo se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros productivos: peso promedio por ave (g), consumo acumulado ajustado por ave (g), conversión ajustada por mortalidad (g), mortalidad (%), veces peso inicial (VPI), Índice de Eficiencia Europea (IEE), rendimiento en canal de la pechuga, muslos, piernas y alas (%), de los cuales se realizaron mediciones al día 7, 14, 21 y 35, respectivamente.

Para el caso del rendimiento en canal, las mediciones fueron realizadas al día 35, en el cual un ave fue seleccionada aleatoriamente por cada replica (ocho por tratamiento) y posteriormente sacrificada para la evaluación de dichos parámetros. Los instrumentos empleados para la medición de dichos parámetros fueron balanzas electrónicas con capacidad máxima de 30 y 160 Kg, y resoluciones de 1 y 50 g, respectivamente (Silve®).

Parámetros alométricos evaluados

Las medidas alométricas fueron analizadas en los mismos animales utilizados para la evaluación del rendimiento en canal (ver sección anterior). Los parámetros alométricos evaluados fueron los siguientes; parámetros alométricos de la canal: peso ave con vísceras y con plumas (g), peso ave sin vísceras y sin plumas (g), peso pechuga (g), peso muslos (g), peso piernas (g), peso alas (g), peso costillar (g), peso tarsos (g) y peso cuello (g); parámetros alométricos viscerales: se realizaron pesajes y medidas de órganos como: tracto gastrointestinal completo (g), hígado (g), corazón (g), bazo (g), páncreas (g), molleja (g), proventrículo (g), intestino delgado completo (g), duodeno (g), yeyuno (g), Íleon (g), intestino grueso sin ciegos (g), ciegos (g), bolsa de Fabricio (g), y escala de la bolsa de Fabricio (escala de 1 – 7).

Análisis de productividad económica

Para estimar diferencias en la productividad económica asociadas al uso de eubióticos se tuvieron en cuenta los parámetros alométricos de la canal que presentaron diferencias significativas entre los tratamientos al día 35 ($P < 0.05$). La productividad económica de cada parámetro alométrico fue estimada multiplicando su peso promedio en kilogramos, por el precio oficial promedio (PO) de cada kilogramo en USD (TRM \$ 3,834.13) publicado en el mercado nacional durante el segundo semestre del 2021 (1,14). Las diferencias en la productividad económica entre los diferentes tratamientos fueron evaluadas en un total de 10.000 aves y comparadas con el tratamiento 1 (tratamiento sin aditivos).

Análisis de datos

La normalidad y homocedasticidad de los datos fueron evaluadas mediante las pruebas de Shapiro Wilk y Bartlett, respectivamente. Las diferencias entre las medias de los tratamientos fueron determinadas mediante el método de Kruskal Wallis o ANOVA según la normalidad de los datos. Para realizar la comparación de los promedios entre tratamientos se realizó un post test empleando la prueba de Tukey y Dunns en los datos paramétricos y no paramétricos, respectivamente. Un $P < 0.05$ fue considerado significativo. Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el programa GraphPad Prism 8.0.1.

Aspectos éticos

De modo general, todos los animales empleados en este estudio fueron manejados en estricta concordancia con lo establecido por la Ley 84 de 1989 (Estatuto Nacional de Protección de los Animales) y la Ley 576 de 2000 (Código de ética para el ejercicio profesional de la medicina veterinaria y la zootecnia). El aval de bioética fue obtenido por el subcomité de Bioética de la Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Bucaramanga, mediante resguardo N° 8 del 2021.

RESULTADOS

En el presente estudio se analizaron un total de 1400 aves divididas en siete tratamientos, de los cuales se realizaron ocho replicas con un total de 25 animales cada uno. En general las aves presentaron un buen estado de salud y no tuvieron ningún síntoma o signo clínico adverso de enfermedad que ocasionara su retiro o eutanasia durante el estudio. La tasa de mortalidad fue del 0.005 % en los tratamientos 3, 4 y 5, y del 0 % en los demás tratamientos.

Parámetros productivos

El análisis estadístico evidenció diferencias significativas en 17 de los 39 parámetros productivos evaluados (tabla 3, tabla S2). En general se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los siguientes parámetros productivos: peso promedio por ave al día 7, 14, 21,

28 y 35; consumo total por corral al día 14, 21 y 28; consumo acumulado por ave al día 21, 28 y 35; consumo promedio por ave al día 21, 28 y 35; conversión ajustada por mortalidad al día 21, 28 y 35; VPI al día 7, 21, y 28 e IEE.

Con respecto al peso promedio, los valores más altos fueron obtenidos en el tratamiento 5 y 7, obteniendo los mejores pesos al día 7, 14 y 21 en el tratamiento 5, y al día 28 y 35 en el tratamiento 7 (tabla 3). Con relación al consumo acumulado por ave y al consumo promedio por ave, los valores más altos se obtuvieron en los tratamientos 5, 6 y 7. La conversión alimenticia ajustada por mortalidad presentó los menores valores al día 21, 28 y 35 en el tratamiento 7, y los valores más altos en el tratamiento 2. Los valores más altos del VPI al día 28 fueron obtenidos en el tratamiento 7, mientras que los valores más altos de IEE se obtuvieron en los tratamientos 3, 5, 6 y 7 (tabla 3, tabla S2).

Tabla 3. Parámetros productivos en pollos de engorde de la línea Ross AP que mostraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos

	T1 ± SD	T2 ± SD	T3 ± SD	T4 ± SD	T5 ± SD	T6 ± SD	T7 ± SD	Valor P	Test
Peso promedio x ave día 7 (g)	167 ± 4,2 ^{abc}	163 ± 2,67 ^{bc}	169 ± 5,01 ^{abc}	165 ± 6,57 ^{bc}	173 ± 5,10 ^a	166 ± 3,42 ^{abc}	166 ± 5,82 ^{abc}	0,0104*	KW
Peso promedio x ave día 21 (g)	784 ± 21,7 ^{bc}	739 ± 21,64 ^d	817 ± 21,69 ^b	809 ± 37,49 ^b	842 ± 23,75 ^{ab}	822 ± 18,34 ^b	822 ± 29,99 ^b	<0,0001***	AN
Peso promedio x ave día 28 (g)	1360 ± 44,4 ^{ab}	1269 ± 35,42 ^b	1415 ± 39,68 ^a	1309 ± 58,73 ^{ab}	1439 ± 31,48 ^a	1417 ± 35,98 ^a	1446 ± 37,61 ^a	<0,0001***	KW
Peso promedio x ave día 35 (g)	2000 ± 86,3 ^{bc}	1846 ± 72,36 ^d	2096 ± 63,80 ^b	2050 ± 95,37 ^b	2105 ± 73,60 ^b	2095 ± 44,50 ^b	2145 ± 58,94 ^{ab}	<0,0001***	AN
Consumo acumulado x ave día 21 (g)	1065 ± 28,15	1023 ± 29,1 ^b	1063 ± 31,20 ^{ab}	1077 ± 31,85 ^{ab}	1101 ± 30,64 ^a	1075 ± 19,09 ^{ab}	1083 ± 64,50 ^a	0,0049**	AN
Consumo acumulado x ave día 28 (g)	1922 ± 49,0 ^{ab}	1821 ± 44,9 ^b	1934 ± 57,4 ^{ab}	1961 ± 51,59 ^a	1998 ± 45,72 ^a	1961 ± 32,03 ^a	1962 ± 78,36 ^a	0,0005***	KW
Consumo acumulado x ave día 35 (g)	2954 ± 71,1 ^{ab}	2841 ± 81,6 ^b	3028 ± 84,96 ^a	3009 ± 100,5 ^{ab}	3077 ± 61,10 ^a	3050 ± 49,22 ^a	3057 ± 84,88 ^a	0,004***	KW
Consumo promedio x ave día 15-21 (g)	81 ± 3,29 ^{ab}	76,64 ± 2,78 ^b	81,53 ± 1,51 ^{ab}	82,2 ± 2,66 ^{ab}	84,85 ± 3,43 ^a	81,6 ± 2,05 ^{ab}	81,91 ± 7,01 ^{ab}	0,0035**	KW
Consumo promedio x ave día 22-28 (g)	122,5 ± 3,66 ^{ab}	115,39 ± 3,08 ^b	124,42 ± 3,8 ^{ab}	126,3 ± 8,82 ^{ab}	128,14 ± 2,91 ^a	126,6 ± 2,31 ^a	125,55 ± 3,11 ^a	0,0002***	KW
Consumo promedio x ave día 29-35 (g)	147,5 ± 5,14	144,25 ± 1,59	156,29 ± 6,69	149,7 ± 11,67	154,16 ± 6,91	155,6 ± 5,61	156,50 ± 10,23	0,0246*	AN
Conversión ajustada x mort. al día 21 (g)	1,4 ± 0,04 ^{ab}	1,4 ± 0,00 ^a	1,3 ± 0,03 ^b	1,3 ± 0,04 ^b	1,3 ± 0,02 ^b	1,3 ± 0,02 ^b	1,3 ± 0,05 ^b	0,0001****	KW

	T1 ± SD	T2 ± SD	T3 ± SD	T4 ± SD	T5 ± SD	T6 ± SD	T7 ± SD	Valor P	Test
Conversión ajustada x mort. al día 28 (g)	1,4 ± 0,03 ^{ab}	1,4 ± 0,05 ^a	1,4 ± 0,02 ^{ab}	1,4 ± 0,05 ^a	1,4 ± 0,02 ^{ab}	1,4 ± 0,02 ^{ab}	1,3 ± 0,03 ^b	0,0252*	KW
Conversión ajustada x mort. al día 35 (g)	1,5 ± 0,04 ^{ab}	1,5 ± 0,05 ^a	1,5 ± 0,05 ^{ab}	1,5 ± 0,04 ^{ab}	1,5 ± 0,03 ^{ab}	1,5 ± 0,02 ^{ab}	1,4 ± 0,03 ^b	0,0036**	KW
VPI al día 0 al día 7	3,95 ± 0,12	3,89 ± 0,14	4,04 ± 0,16	3,89 ± 0,10	4,07 ± 0,15	3,97 ± 0,12	3,93 ± 0,12	0,0474*	KW
VPI al día 14 al día 21	1,85 ± 0,05	1,84 ± 0,07	1,95 ± 0,08	1,93 ± 0,07	1,94 ± 0,08	1,95 ± 0,07	1,93 ± 0,09	0,0108*	KW
VPI al día 21 al día 28	1,74 ± 0,03 ^{ab}	1,73 ± 0,05 ^{ab}	1,71 ± 0,04 ^{ab}	1,73 ± 0,05 ^{ab}	1,70 ± 0,02 ^b	1,72 ± 0,02 ^{ab}	1,76 ± 0,03 ^a	0,0264*	KW
IEE	387,3 ± 27,5 ^{bc}	343,24 ± 24,80 ^c	412,62 ± 14,4 ^{ab}	396,98 ± 25,10 ^{abc}	409,63 ± 22,4 ^{ab}	411,22 ± 15,1 ^{ab}	430,04 ± 17,08 ^a	0,0001****	KW

*KWs = Kruskal-Wallis; AN = ANOVA; SD = Desviación estándar; *, **, ***, **** = P<0.05, P<0.01, P<0.001, P<0.0001. Los valores más altos de cada parámetro están resaltados en color verde claro. T1 = dieta base (DB), T2 = DB + antibiótico promotor de crecimiento (APC), T3 = DB + extracto natural (EN) + probiótico (Pro) + prebiótico (Pre), T4 = DB + EN + Pro + ácido graso de cadena media (AGCM), T5 = DB + Pre + Pro + AGCM, T6 = DB + EN + Pre + AGCM y T7 = DB + Pre + Pro + AGCM.

Fuente: elaboración propia

Parámetros alométricos

El análisis estadístico de los parámetros alométricos de la canal y de las vísceras al día 35 mostró diferencias significativas en 9 de los 24 parámetros evaluados (P<0.05) (tabla 4, tabla S3). De modo general se observaron diferencias significativas en los siguientes ítems: peso ave con vísceras y con plumas, peso ave sin vísceras y sin plumas, peso pechuga, peso alas, peso costillar, y peso tarsos. Para los parámetros alométricos viscerales se observaron diferencias significativas en el peso del duodeno y el yeyuno (tabla 4). Con respecto al peso de las aves con vísceras y con plumas, al igual que sin vísceras y sin plumas los valores más altos fueron obtenidos en los tratamientos 6 y 7. Para el peso de la pechuga, los valores más altos se obtuvieron en los tratamientos 3, 6 y 7, mientras que para el peso de las alas y del costillar, los valores más altos fueron observados en los tratamientos 6 y 7. Por último, el mayor peso del yeyuno fue observado en el tratamiento 3 (tabla 4).

Análisis de productividad económica

El análisis de productividad económica se realizó en los parámetros de la canal que mostraron diferencias

significativas entre los tratamientos (peso ave sin vísceras y sin plumas, peso pechuga, peso alas, peso costillar y peso tarsos) (tabla 5). Para el peso de aves sin vísceras y sin plumas la mayor productividad económica se obtuvo en los tratamientos 6 y 7, lo cual representa una diferencia de 2939,14 y 3676,91 USD por cada 10000 animales, comparado con el tratamiento 1, respectivamente.

La mayor productividad económica asociada al precio de la pechuga se observó en los tratamientos 6 y 7, lo cual representa una diferencia de 1403,44 y 1812,31 USD comparado con el tratamiento 1, respectivamente. En el caso de las alas los mayores valores se observaron en el tratamiento 6 y 7, los cuales representan una diferencia de 124,20 y 199,80 USD comparado con el tratamiento 1, respectivamente. Para el caso del costillar, el mayor valor se obtuvo en el tratamiento 7, lo cual representa una diferencia de 782,60 USD comparado con el tratamiento 1. Por último, los mayores valores de productividad de los tarsos se obtuvieron en los tratamientos 6 y 7, los cuales representan una diferencia de 33,23 y 21,53 USD comparado con el tratamiento 1, respectivamente (tabla 5).

Tabla 4. Parámetros alométricos en pollos de engorde de la línea Ross AP que mostraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos

	T1 ± SD	T2 ± SD	T3 ± SD	T4 ± SD	T5 ± SD	T6 ± SD	T7 ± SD	Valor P	Test
Peso ave con vísceras y con plumas (g)	2046,87 ± 133,6 ^{ab}	1904,37 ± 183,6 ^b	2136,87 ± 130,7 ^{ab}	2072,5 ± 126,9 ^{ab}	2140 ± 117,1 ^{ab}	2218,5 ± 131,1 ^a	2201,2 ± 95,6 ^a	0,0003***	AN
Peso ave sin vísceras sin plumas (peso canal) (g)	1660,12 ± 99,47 ^{ab}	1507,12 ± 165,34 ^b	1728,25 ± 115,10 ^{ab}	1677,12 ± 131,52 ^{ab}	1704,25 ± 80,71 ^{ab}	1788,12 ± 115,78 ^a	1820,25 ± 81,59 ^a	0,0021**	KW
Peso pechuga (g)	508 ± 59,29 ^{ab}	459,37 ± 67,23 ^b	541,87 ± 63,56 ^a	494,12 ± 52,85 ^{ab}	529,75 ± 26,28 ^a	554,75 ± 49,65 ^a	568,37 ± 41,23 ^a	0,0023**	AN
Peso muslos (g)	227,62 ± 15,29 ^{ab}	199,25 ± 25,14 ^b	226,62 ± 23,40 ^{ab}	224,37 ± 13,27 ^{ab}	227,87 ± 14,24 ^{ab}	234,62 ± 13,75 ^a	238 ± 25,02 ^a	0,0074**	AN
Peso alas (g)	157,12 ± 7,86 ^{ab}	141,12 ± 9,10 ^b	155,62 ± 9,95 ^{ab}	157 ± 10,61 ^{ab}	162,75 ± 14,82 ^{ab}	162,87 ± 10,82 ^a	166,37 ± 6,47 ^a	0,0016**	KW
Peso costillar (g)	318,62 ± 29,07 ^{ab}	298,12 ± 26,81 ^b	327 ± 39,57 ^{ab}	326,37 ± 32,46 ^{ab}	332,62 ± 15,59 ^{ab}	351,62 ± 30,36	361,62 ± 33,19 ^a	0,0069**	KW
Peso tarsos (g)	75,87 ± 3,09 ^{ab}	69,37 ± 4,10 ^b	75,75 ± 3,91 ^{ab}	74,12 ± 4,54 ^{ab}	75 ± 3,38 ^{ab}	78 ± 6,96 ^a	77,25 ± 3,24 ^a	0,0164*	KW
Duodeno (g)	19,43 ± 2,51	16,9 ± 1,8	19,33 ± 4,39	21,4 ± 2,68	16,63 ± 3,98	19,33 ± 3,37	16,25 ± 4,4	0,0360*	AN
Yeyuno (g)	40,05 ± 8,38 ^{ab}	40,9 ± 7,94 ^{ab}	52,19 ± 4,05 ^a	41,33 ± 7,5 ^{ab}	44,37 ± 11,31 ^{ab}	37,47 ± 6,68 ^b	41,23 ± 7,4 ^{ab}	0,0184*	KW

*KWs = Kruskal-Wallis; AN = ANOVA; SD = Desviación estándar; *, **, ***, **** = P<0.05, P<0.01, P<0.001, P<0.0001. Los valores más altos de cada parámetro están resaltados en color verde claro. T1 = dieta base (DB), T2 = DB + antibiótico promotor de crecimiento (APC), T3 = DB + extracto natural (EN) + probiótico (Pro) + prebiótico (Pre), T4 = DB + EN + Pro + ácido graso de cadena media (AGCM), T5 = DB + Pre + Pro + AGCM, T6 = DB + EN + Pre + AGCM y T7 = DB + Pre + Pro + AGCM.

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Análisis de productividad económica de la canal en los diferentes tratamientos

	Peso g	Peso Kg	USD/unidad	USD/10000 unidades
Peso ave sin vísceras y sin plumas (canal) (2,29 USD/kg)				
T1	1660,12	1,6601	3,81	38119,68
T2	1507,12	1,5071	3,46	34606,49
T3	1728,25	1,7283	3,97	39684,08
T4	1677,12	1,6771	3,85	38510,03
T5	1704,25	1,7043	3,91	39132,99
T6	1788,12	1,7881	4,11	41058,81
T7	1820,25	1,8203	4,18	41796,58
Peso pechuga (3,0 USD/kg)				
T1	508,00	0,5080	1,53	15250,16
T2	459,37	0,4594	1,38	13790,29
T3	541,87	0,5419	1,63	16266,94
T4	494,12	0,4941	1,48	14833,48
T5	529,75	0,5298	1,59	15903,10

	Peso g	Peso Kg	USD/unidad	USD/10000 unidades
T6	554,75	0,5548	1,67	16653,60
T7	568,37	0,5684	1,71	17062,47
Peso alas (2,16 USD/kg)				
T1	157,12	0,1571	0,34	3393,79
T2	141,12	0,1411	0,30	3048,19
T3	155,62	0,1556	0,34	3361,39
T4	157	0,1570	0,34	3391,20
T5	162,75	0,1628	0,35	3515,40
T6	162,87	0,1629	0,35	3517,99
T7	166,37	0,1664	0,36	3593,59
Peso costillar (USD 1,82/kg)				
T1	318,62	0,3186	0,58	5798,88
T2	298,12	0,2981	0,54	5425,78
T3	327,00	0,3270	0,60	5951,40
T4	326,37	0,3264	0,59	5939,93
T5	332,62	0,3326	0,61	6053,68
T6	351,62	0,3516	0,64	6399,48
T7	361,62	0,3616	0,66	6581,48
Peso tarsos (1,56 USD/kg)				
T1	75,87	0,0759	0,12	1183,57
T2	69,37	0,0694	0,11	1082,17
T3	75,75	0,0758	0,12	1181,70
T4	74,12	0,0741	0,12	1156,27
T5	75,00	0,0750	0,12	1170,00
T6	78,00	0,0780	0,12	1216,80
T7	77,25	0,0773	0,12	1205,10

*T1 = dieta base (DB), T2 = DB + antibiótico promotor de crecimiento (APC), T3 = DB + extracto natural (EN) + probiótico (Pro) + prebiótico (Pre), T4 = DB + EN + Pro + ácido graso de cadena media (AGCM), T5 = DB + Pre + Pro + AGCM, T6 = DB + EN + Pre + AGCM y T7 = DB + Pre + Pro + AGCM.

Fuente: elaboración propia

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto sinérgico de diferentes eubióticos y su impacto en los parámetros productivos y alométricos en pollos de engorde de la línea Ross AP. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, lo cual se refleja en la productividad económica asociada a cada uno de ellos. De modo general, los valores más altos de IEE y peso al día 35 fueron obtenidos

en los animales que recibieron el tratamiento 7, el cual contenía todos los eubióticos empleados en el estudio, excepto los APC. Estos hallazgos, son similares a los recientemente obtenidos con otros grupos de eubióticos (13), demostrando el potencial efecto sinérgico de estos aditivos, y sugiriendo que dicha estrategia de combinación podría reemplazar el uso de APC en la avicultura. Detalles productivos y económicos de los tratamientos realizados son discutidos a continuación.

Los análisis estadísticos demuestran que los mejores índices productivos (IEE, peso al día 35, peso canal y peso pechuga) fueron observados en los tratamientos 3, 5, 6 y 7, los cuales contenían la inclusión de prebióticos en dieta (tabla 3). Una mayor ganancia de peso asociada al uso de prebióticos puede explicarse debido al efecto de estas moléculas en la producción de sustancias antimicrobianas, modificaciones histológicas en la mucosa intestinal, estabilidad antioxidante y oxidativa, estimulación de la respuesta inmune y por consiguiente una mejor digestibilidad de nutrientes (15-18).

En el presente estudio el prebiótico utilizado correspondió al Manano-oligosacárido (MOS), al respecto, son múltiples los trabajos que han demostrado el efecto benéfico de los MOS en los parámetros productivos del pollo de engorde (19-22); sin embargo, el mecanismo de acción y su interacción con la microbiota intestinal no son del todo claros (18). En estudios previos la adición de MOS ha demostrado prevenir la adherencia de las lectinas bacterianas a los carbohidratos presentes de las células intestinales, lo cual reduce la colonización del tracto digestivo con bacterias patógenas (17,18,20).

Por otra parte, los MOS han demostrado modular el sistema inmune incrementando las concentraciones de IgA e IgG en pavos y pollos de engorde, con su consecuente reducción de colonias cecales de *Salmonella*, y reduciendo la incidencia de enfermedades que se acentúan en períodos de estrés (19-22). Adicionalmente, la inclusión de MOS ha generado un incremento en el largo de las vellosidades ileales y yeyunales demostrando la capacidad de estos para mejorar la integridad de la mucosa intestinal (17,19,22).

Desafortunadamente, en el presente estudio no se evaluó el tamaño de las macro y microvellosidades; sin embargo, los mejores índices de conversión alimenticia obtenidos en los tratamientos que incluyeron este prebiótico podrían sugerir una mayor capacidad de absorción intestinal y digestibilidad de los nutrientes, producto de una mejor integrada intestinal (tabla 3). Lo anterior confirma efecto positivo de los MOS en los parámetros productivos de pollos de engorde y los

establece como una alternativa nutricional inocua para utilizarse en los sistemas productivos.

Aunque los mejores parámetros productivos y alométricos estuvieron asociados a la inclusión de MOS, diferencias significativas fueron observadas entre estos tratamientos, sugiriendo que su acción benéfica se potencializa mediante la acción sinérgica con otros eubióticos. En este estudio, los mejores índices productivos y alométricos fueron asociados a los tratamientos 6 y 7, de los cuales el primero contenía: prebiótico, extracto natural y ACGM, y el segundo: prebiótico, extracto natural, ACGM y probiótico. Estos resultados demuestran que, aunque la combinación de los prebióticos con extracto natural y ACGM tienen efecto sinérgico, dicho efecto se potencializa con la adición de los probióticos, demostrando la capacidad de los MOS para interactuar y favorecer el efecto benéfico de otros compuestos (17).

Resultados similares fueron observados en pollos de engorde en los cuales la suplementación de MOS con *Bacillus subtilis* y *B. licheniformis* mitigó los efectos de estrés intestinal y generó una simbiosis microbiana que favoreció los parámetros productivos (23). Dicha simbiosis puede deberse al efecto estimulante de los MOS sobre el crecimiento de cepas específicas y por tanto la instalación de una biota bacteriana específica con efectos benéficos para la salud intestinal (18,24). No obstante, los resultados obtenidos en los tratamientos 6 y 7 no pueden ser únicamente asociados al uso de los prebióticos y probióticos, sino también a la acción sinérgica producida por los ACGM y extracto natural.

En el caso de ACGM su principal mecanismo de acción tiene que ver con la reducción del pH intestinal favoreciendo el efecto proteolítico de la pepsina y generando una mejor digestibilidad de nutrientes (12,25,26), mientras que para el extracto natural tiene que ver con el incremento de sustancias antioxidantes y su consecuente efecto sobre la microbiota intestinal (27-29).

De otro lado, el uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC) ha sido utilizado ampliamente en la industria para mejorar los índices productivos en la

avicultura. No obstante, uno de los impactos negativos asociados al uso de estas moléculas químicas tiene que ver con el desarrollo de resistencia bacteriana, su residualidad en la canal y su efecto negativo sobre la microbiota intestinal (30-32). En el presente estudio, la adición exclusiva de APC en la dieta base (tratamiento 2) generó los menores parámetros productivos entre los tratamientos, inclusive cuando se comparó con el tratamiento 1, al cual no se le incorporó ningún aditivo. Estos resultados, difieren de los observados en otros estudios, en los cuales los animales tratados con APC muestran mejores índices productivos (30-32).

Una de las posibles explicaciones a estos resultados, tiene que ver con la realización del estudio en una granja experimental con altos índices de bioseguridad y la falta de inoculación experimental o reto natural de los animales a bacterias enteropatógenas; por lo que, muy probablemente, bajo las condiciones anteriormente mencionadas, los animales que reciban dietas que contengan APC presenten mejores índices productivos, comparado con los que reciben únicamente eubióticos. Estos resultados sugieren que, aunque el uso de APC puede reducir la carga enteropatógena, también puede afectar la salud intestinal a través de un desbalance en el microbiota intestinal y por consiguiente una menor digestibilidad de nutrientes.

Finalmente, uno de los actuales retos en la industria productora de alimentos es el desarrollo de fórmulas alimenticias eficaces e inocuas que permitan una ventaja productiva en los animales y en consecuencia una mayor rentabilidad en los productores. Similar a lo observado en los parámetros productivos y alométricos, los mayores valores de productividad económica se observaron en los tratamientos 6 y 7, los cuales contenían la mayor combinación de eubióticos. Para el caso de la canal, dichos tratamientos presentaron un incremento del 7,7 y 9,6 % de la productividad económica respecto al tratamiento 1 (tratamiento sin aditivos), para el caso de las alas dicho incremento fue del 3,6 y 5,8%, mientras que para la pechuga dichos incrementos fueron del 9,2 y 11,8% respectivamente.

Estos resultados demuestran que, aunque los aditivos empleados en los tratamientos 6 y 7 generan un impacto positivo en la productividad económica de la canal, la pechuga, los muslos, las alas y tarsos, el mayor beneficio económico se obtuvo a nivel de la pechuga, lo cual genera una ventaja competitiva para los productores, al ser uno de los cortes más demandados en el mercado (1,14).

CONCLUSIONES

En el presente estudio se determinó que el uso sinérgico de eubióticos presenta un efecto positivo en los parámetros productivos y alométricos del pollo de engorde de la línea Ross Ap. Aunque la mejor sinergia fue observada en el tratamiento 7, el cual incluía todos los eubióticos analizados, se determinó que los parámetros productivos y alométricos sobresalientes se presentaron en los animales que consumieron MOS como prebióticos en su formulación, el cual, a su vez, mostró potencializar el efecto sinérgico con los demás eubióticos empleados; por tal motivo la adición de este compuesto, en sinergia con otros eubióticos, debe considerarse una alternativa nutricional inocua para mejorar la eficiencia productiva y económica de la avicultura en Colombia.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores afirman que no existen posibles conflictos de intereses con respecto a la investigación, autoría o publicación de este artículo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias a la cooperación científica del clúster establecido entre Universidad Cooperativa de Colombia (UCC), sede Bucaramanga y la Empresa Italcol S.A. Nos gustaría agradecer a los administrativos y operarios de la granja experimental por su aporte durante la fase experimental del estudio.

REFERENCIAS

1. Federación Nacional de Avicultores de Colombia. Precios mayoristas [internet]. FENAVI; 2021 [citado 2023 abr 14]. Disponible en <https://fenavi.org/estadisticas/precios-mayoristas-pollo/>
2. Arenas NE, Moreno Melo V. Producción pecuaria y emergencia de antibiótico resistencia en Colombia: revisión sistemática. *Infectio*. 2018;22(2):110-119. <https://doi.org/10.22354/in.v22i2.717>
3. Martínez Rocha AK. Uso de antimicrobianos en la avicultura: sus implicaciones en la salud pública [tesis maestría]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2012.
4. Ardoino SM, Toso RE, Alvarez HL, Mariani EL, Cachau PD, Mancilla MV, et al. Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo. *CienVet*. 2018;19(1):50-66. <https://doi.org/10.19137/cienvet-20171914>
5. Untari T, Herawati O, Anggita M, Asmara W, Endang A, Hastuti T, et al. The Effect of Antibiotic Growth Promoters (AGP) on Antibiotic Resistance and the Digestive System of Broiler Chicken in Sleman, Yogyakarta. *BIO Web Conf*. 2021;33:04005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213304005>
6. Mohammadzadeh M, Montaseri M, Hosseinzadeh S, Majlesi M, Berizi E, Zare M, et al. Antibiotic residues in poultry tissues in Iran: A systematic review and meta-analysis. *Environ Res*. 2021;204(Pt B):112038. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112038>
7. Departamento Nacional de Planeación DNP. CONPES 2007. 2017.
8. Dirección de Medicamentos y Tecnologías en Salud. Plan nacional de respuesta a la resistencia a los antimicrobianos [internet]. MINSALUD; 2018 [citado 2023 abr 14]. Disponible en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/MET/plan-respuesta-resistencia-antimicrobianos.pdf>
9. Sun B, Hou L, Yang Y. Effects of Adding Eubiotic Lignocellulose on the Growth Performance, Laying Performance, Gut Microbiota, and Short-Chain Fatty Acids of Two Breeds of Hens. *Front Vet Sci*. 2021;8:668003. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.668003>
10. Díaz López EA, Ángel Isaza J, Ángel D. Probióticos en la avicultura: una revisión: *Rev Med Vet*. 2017;(35):175-189. <https://doi.org/10.19052/mv.4400>
11. Wang Y, Dong He, Song D, Zhou H, Wang W, Miao H, et al. Effects of microencapsulated probiotics and prebiotics on growth performance, antioxidative abilities, immune functions, and caecal microflora in broiler chickens. *Food Agric Immunol*. 2018;29(1):859-869. <https://doi.org/10.1080/09540105.2018.1463972>
12. Weber GM, Michalczuk M, Huyghebaert G, Juin H, Kwakernaak C, Gracia MI. Effects of a blend of essential oil compounds and benzoic acid on performance of broiler chickens as revealed by a meta-analysis of 4 growth trials in various locations. *Poult Sci*. 2012;91(11):2820-2828. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02243>
13. Song D, Li A, Wang Y, Song G, Cheng J, Wang L, et al. Effects of synbiotic on growth, digestibility, immune and antioxidant performance in broilers. *Animal*. 2022;16(4):100497. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100497>
14. Instituto Latinoamericano del Pollo. Precios de Mercados Internacionales de la Carne de Pollo [internet]. ILP; 2021 [citado 2022 sep 20]. Disponible en <https://ilp-ala.org/precios-de-mercados-internacionales-de-la-carne-de-pollo/>
15. Arocena PF, Zonco Menghini CA, Rubio, R. Utilización de prebiótico en la alimentación de pollos de engorde [tesis pregrado]. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
16. Song J, Xiao K, Ke YL, Jiao LF, Hu CH, Diao QY, et al. Effect of a probiotic mixture on intestinal microflora, morphology, and barrier integrity of broilers subjected to heat stress. *Poult Sci*. 2014;93(3):581-588. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03455>
17. Teng PY, Adhikari R, Llamas-Moya S, Kim WK. Effects of combination of mannan-oligosaccharides and β -glucan on growth performance, intestinal morphology, and immune gene expression in broiler chickens. *Poult Sci*. 2021;100(12):101483. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101483>
18. Biswas A, Mohan N, Dev K, Mir NA, Tiwari AK. Effect of dietary mannan oligosaccharides and fructo-oligosaccharides on physico-chemical indices, antioxidant

- and oxidative stability of broiler chicken meat. *Sci Rep.* 2021;11:20567. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99620-2>
19. Mostafa M, Thabet H, Abdelaziz M. Effect of Bio-Mos Utilization in Broiler Chick Diets on Performance, Microbial and Histological Alteration of Small Intestine and Economic Efficiency. *Asian J Anim Vet Adv.* 2015;10(7):323-334. <https://doi.org/10.3923/ajava.2015.323.334>
 20. Zhou M, Tao Y, Lai C, Huang C, Zhou Y, Yong Q. Effects of Mannan oligosaccharide Supplementation on the Growth Performance, Immunity, and Oxidative Status of Partridge Shank Chickens. *Animals.* 2019;9:817. <https://doi.org/10.3390/ani9100817>
 21. Benites V, Gilharry R. Evaluación del uso de oligosacáridos – mananos: Bio-Mos® y Safmannan® en la productividad de pollos de engorde en condiciones limpias y sucias [tesis pregrado]. Honduras: Universidad Zamorano; 2007.
 22. Savage T, Cotter P, Zakrzewska E. The effect of feeding mannan oligosaccharide on immunoglobulins, plasma IgG and bile IgA of Wrolstad MW male turkeys. *Poult Sci.* 1996;75:143-148.
 23. Kridtayopas C, Rakangtong C, Bunchasak C, Loongyai W. Effect of prebiotic and synbiotic supplementation in diet on growth performance, small intestinal morphology, stress, and bacterial population under high stocking density condition of broiler chickens. *Poult Sci.* 2019;98(10):4595-4605. <https://doi.org/10.3382/ps/pez152>
 24. Roberfroid MB. Prebiotics and probiotics: ¿are they functional foods? *Am J Clin Nutr.* 2000;71(6):1682S-1687S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.6.1682S>
 25. Greene G, Koolman L, Whyte P, Lynch H, Coffey A, Lucey B, et al. The efficacy of organic acid, medium chain fatty acid and essential oil based broiler treatments; in vitro anti-Campylobacter jejuni activity and the effect of these chemical-based treatments on broiler performance. *J Appl Microbiol.* 2022;132(1):687-695. <https://doi.org/10.1111/jam.15204>
 26. Irawan A, Hidayat C, Jayanegara A, Ratriyanto A. Essential oils as growth-promoting additives on performance, nutrient digestibility, cecal microbes, and serum metabolites of broiler chickens: a meta-analysis. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2021;34(9):1499-1513. <https://doi.org/10.5713/ab.20.0668>
 27. Liu SJ, Wang J, He TF, Liu HS, Piao XS. Effects of natural capsicum extract on growth performance, nutrient utilization, antioxidant status, immune function, and meat quality in broilers. *Poult Sci.* 2021;100(9):101301. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101301>
 28. Hassan FA, Elkassas N, Salim I, El-Medany S, Aboelenin SM, Shukry M, et al. Impacts of Dietary Supplementations of Orange Peel and Tomato Pomace Extracts as Natural Sources for Ascorbic Acid on Growth Performance, Carcass Characteristics, Plasma Biochemicals and Antioxidant Status of Growing Rabbits. *Animals.* 2021;11:1688. <https://doi.org/10.3390/ani11061688>
 29. Nguyen DH, Lee KY, Mohammadigheisar M, Kim IH. Evaluation of the blend of organic acids and medium-chain fatty acids in matrix coating as antibiotic growth promoter alternative on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, excreta microflora, and carcass quality in broilers. *Poult Sci.* 2018;97(12):4351-4358. <https://doi.org/10.3382/ps/pey339>
 30. Haque MH, Sarker S, Islam MS, Islam MA, Karim MR, Kayesh MEH, et al. Sustainable Antibiotic-Free Broiler Meat Production: Current Trends, Challenges, and Possibilities in a Developing Country Perspective. *Biology.* 2020;9:0411. <https://doi.org/10.3390/biology9110411>
 31. McEwen SA, Fedorka-Cray PJ. Antimicrobial use and resistance in animals. *Clin Infect Dis.* 2002;34(Suppl 3):S93-S106. <https://doi.org/10.1086/340246>
 32. Carvalho IT, Santos L. Antibiotics in the aquatic environments: A review of the European scenario. *Environ Int.* 2016;94:736-757. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.06.025>

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Tabla S1. Perfil nutricional de las dietas base empleadas durante el ensayo

Iniciación		Engorde	
Energía Met. (Kcal/Kg)	3.180.000	Energía Met (Kcal/Kg)	3.260.000
Proteína Cruda (%)	22.575	Proteína Cruda (%)	20.896
Extracto Etéreo (%)	6.554	Extracto Etéreo (%)	7.798
Ac. Linoleico (%)	3.278	Ac. Linoleico (%)	3.941
Fibra Cruda (%)	2.747	Fibra Cruda (%)	2.881
Almidón Broiler (%)	37.205	Almidón Broiler (%)	38.075
Cenizas (%)	4.917	Cenizas (%)	4.526
Calcio (%)	0.850	Calcio (%)	0.800
P Disp Poultry (%)	0.430	P Disp Poultry (%)	0.390
Cloro (%)	0.221	Cloro (%)	0.180
Sodio (%)	0.190	Sodio (%)	0.167
Potasio (%)	0.830	Potasio (%)	0.789
Eq. Acidobase (%)	215.271	Eq. Acidobase (%)	206.099
Lis Poultry (%)	1.240	Lis Poultry (%)	1.150
Met Poultry (%)	0.724	Met Poultry (%)	0.696
Met+Cis Poultry (%)	1.017	Met+Cis Poultry (%)	0.966
Tre Poultry (%)	0.868	Tre Poultry (%)	0.805
Tri Poultry (%)	0.237	Tri Poultry (%)	0.219
Arg Poultry (%)	1.240	Arg Poultry (%)	1.150
Val Poultry (%)	1.030	Val Poultry (%)	0.957
Ile Poultry (%)	0.771	Ile Poultry (%)	0.696
Colina (mg/Kg)	1.800.000	Colina (mg/Kg)	1.600.000
Beta mananasa	0,4 kg/Tn	Beta mananasa	0,4 kg/Tn
Proteasa	0,25 kg/Tn	Proteasa	0,20 kg/Tn
Fitasa	0,15 kg/Tn	Fitasa	0,15 kg/Tn

Tabla S2. Resultados de los parámetros productivos en pollo de engorde de la línea Ross AP

	T1 ± SD	T2 ± SD	T3 ± SD	T4 ± SD	T5 ± SD	T6 ± SD	T7 ± SD	Valor P	Test
Peso promedio x ave día 1 (g)	42.3 ± 0.8	42.1 ± 1.08	41.9 ± 0.72	42.2 ± 0.88	42.5 ± 0.91	41.8 ± 0.96	42.3 ± 0.58	0.8269	KW
Peso promedio x ave día 7 (g)	167 ± 4.2 ^{abc}	163 ± 2.67 ^{bc}	169 ± 5.01 ^{abc}	165 ± 6.57 ^{bc}	173 ± 5.10 ^a	166 ± 3.42 ^{abc}	166 ± 5.82 ^{abc}	0.0104*	KW
Peso promedio x ave día 14 (g)	424 ± 11.4	403 ± 9.00	424 ± 19.72	420 ± 23.41	434 ± 16.37	423 ± 20.70	426 ± 23.16	0.0696	AN
Peso promedio x ave día 21 (g)	784 ± 21.7 ^{bc}	739 ± 21.64 ^d	817 ± 21.69 ^b	809 ± 37.49 ^b	842 ± 23.75 ^{ab}	822 ± 18.34 ^b	822 ± 29.99 ^b	<0.0001****	AN

	T1 ± SD	T2 ± SD	T3 ± SD	T4 ± SD	T5 ± SD	T6 ± SD	T7 ± SD	Valor P	Test
Peso promedio x ave día 28 (gr)	1360 ± 44.4 ^{ab}	1269 ± 35.42 ^b	1415 ± 39.68 ^a	1309 ± 58.73 ^{ab}	1439 ± 31.48 ^a	1417 ± 35.98 ^a	1446 ± 37.61 ^a	<0.0001***	KW
Peso promedio x ave día 35 (g)	2000 ± 86.3 ^{bc}	1846 ± 72.36 ^d	2096 ± 63.80 ^b	2050 ± 95.37 ^b	2105 ± 73.60 ^b	2095 ± 44.50 ^b	2145 ± 58.94 ^{ab}	<0.0001***	AN
Consumo acumulado x ave día 7 (g)	154 ± 6.50	151 ± 6.50	155 ± 2.66	153 ± 6.49	153 ± 5.25	154 ± 11.95	153 ± 7.44	0.8558	KW
Consumo acumulado x ave día 14 (g)	497 ± 13.22	487 ± 17.1	492 ± 23.31	502 ± 17.89	507 ± 14.26	503 ± 15.27	510 ± 19.88	0.1268	AN
Consumo acumulado x ave día 21 (g)	1065 ± 28.15	1023 ± 29.1 ^b	1063 ± 31.20 ^{ab}	1077 ± 31.85 ^{ab}	1101 ± 30.64 ^a	1075 ± 19.09 ^{ab}	1083 ± 64.50 ^a	0.0049**	AN
Consumo acumulado x ave día 28 (g)	1922 ± 49.0 ^{ab}	1821 ± 44.9 ^b	1934 ± 57.4 ^{ab}	1961 ± 51.59 ^a	1998 ± 45.72 ^a	1961 ± 32.03 ^a	1962 ± 78.36 ^a	0.0005***	KW
Consumo acumulado x ave día 35 (g)	2954 ± 71.1 ^{ab}	2841 ± 81.6 ^b	3028 ± 84.96 ^a	3009 ± 100.5 ^{ab}	3077 ± 61.10 ^a	3050 ± 49.22 ^a	3057 ± 84.88 ^a	0.004***	KW
Consumo promedio x ave día 0-7 (g)	22.3 ± 0.93	21.57 ± 0.92	22.71 ± 0.37	21.9 ± 0.92	21.84 ± 0.75	21.9 ± 1.7	21.87 ± 1.06	0.7886	KW
Consumo promedio x ave día 8-14 (g)	49 ± 1.37	47.93 ± 1.73	48.20 ± 3.24	49.9 ± 2.03	50.61 ± 1.62	49.9 ± 0.88	50.90 ± 2.68	0.0646	KW
Consumo promedio x ave día 15-21 (g)	81 ± 3.29 ^{ab}	76.64 ± 2.78 ^b	81.53 ± 1.51 ^{ab}	82.2 ± 2.66 ^{ab}	84.85 ± 3.43 ^a	81.6 ± 2.05 ^{ab}	81.91 ± 7.01 ^{ab}	0.0035**	KW
Consumo promedio x ave día 22-28 (g)	122.5 ± 3.66 ^{ab}	115.39 ± 3.08 ^b	124.42 ± 3.8 ^{ab}	126.3 ± 8.82 ^{ab}	128.14 ± 2.91 ^a	126.6 ± 2.31 ^a	125.55 ± 3.11 ^a	0.0002***	KW
Consumo promedio x ave día 29-35 (g)	147.5 ± 5.14	144.25 ± 1.59	156.29 ± 6.69	149.7 ± 11.67	154.16 ± 6.91	155.6 ± 5.61	156.50 ± 10.23	0.0246*	AN
Conversión ajustada x mort. al día 7 (g)	0.8 ± 0.05	0.9 ± 0.05	0.9 ± 0.03	0.9 ± 0.05	0.9 ± 0.03	0.9 ± 0.07	0.9 ± 0.04	0.3838	KW
Conversión ajustada x mort. al día 14 (g)	1.2 ± 0.04	1.2 ± 0.02	1.1 ± 0.05	1.2 ± 0.03	1.2 ± 0.04	1.2 ± 0.06	1.2 ± 0.07	0.6573	KW
Conversión ajustada x mort. al día 21 (g)	1.4 ± 0.04 ^{ab}	1.4 ± 0.00 ^a	1.3 ± 0.03 ^b	1.3 ± 0.04 ^b	1.3 ± 0.02 ^b	1.3 ± 0.02 ^b	1.3 ± 0.05 ^b	0.0001****	KW
Conversión ajustada x mort. al día 28 (g)	1.4 ± 0.03 ^{ab}	1.4 ± 0.05 ^a	1.4 ± 0.02 ^{ab}	1.4 ± 0.05 ^a	1.4 ± 0.02 ^{ab}	1.4 ± 0.02 ^{ab}	1.3 ± 0.03 ^b	0.0252*	KW
Conversión ajustada x mort. al día 35 (g)	1.5 ± 0.04 ^{ab}	1.5 ± 0.05 ^a	1.5 ± 0.05 ^{ab}	1.5 ± 0.04 ^{ab}	1.5 ± 0.03 ^{ab}	1.5 ± 0.02 ^{ab}	1.4 ± 0.03 ^b	0.0036**	KW
Mortalidad al día 7 (%)	0	0	0	0	0	0	0	N/A	N/A
Mortalidad al día 14 (%)	0	0	0	0.005	0	0	0	0.4232	KW
Mortalidad al día 21 (%)	0	0	0	0.005	0	0	0	0.4232	KW
Mortalidad al día 28 (%)	0	0	0	0.005	0	0	0	0.4232	KW
Mortalidad al día 35 (%)	0	0	0.005	0.005	0.005	0	0	0.6532	N/A
V.P.I al día 0 al día 7	3.95 ± 0.12	3.89 ± 0.14	4.04 ± 0.16	3.89 ± 0.10	4.07 ± 0.15	3.97 ± 0.12	3.93 ± 0.12	0.0474*	KW
V.P.I al día 7 al día 14	2.54 ± 0.07	2.489 ± 0.07	2.51 ± 0.06	2.51 ± 0.18	2.50 ± 0.13	2.55 ± 0.14	2.57 ± 0.11	0.3438	KW
V.P.I al día 14 al día 21	1.85 ± 0.05	1.84 ± 0.07	1.95 ± 0.08	1.93 ± 0.07	1.94 ± 0.08	1.95 ± 0.07	1.93 ± 0.09	0.0108*	KW
V.P.I al día 21 al día 28	1.74 ± 0.03 ^{ab}	1.73 ± 0.05 ^{ab}	1.71 ± 0.04 ^{ab}	1.73 ± 0.05 ^{ab}	1.70 ± 0.02 ^b	1.72 ± 0.02 ^{ab}	1.76 ± 0.03 ^a	0.0264*	KW
V.P.I al día 28 al día 35	1.47 ± 0.03	1.45 ± 0.05	1.46 ± 0.05	1.47 ± 0.04	1.45 ± 0.03	1.48 ± 0.03	1.48 ± 0.02	0.2324	KW

	T1 ± SD	T2 ± SD	T3 ± SD	T4 ± SD	T5 ± SD	T6 ± SD	T7 ± SD	Valor P	Test
I.E.E	387.3 ± 27.5 ^{bc}	343.24 ± 24.80 ^c	412.62 ± 14.4 ^{ab}	396.98 ± 25.10 ^{abc}	409.63 ± 22.4 ^{ab}	411.22 ± 15.1 ^{ab}	430.04 ± 17.08 ^a	0.0001****	KW
Rendimiento en canal pechuga (%)	30.5 ± 2.17	30.4 ± 1.58	31.3 ± 2.27	29.4 ± 1.65	31.1 ± 1.55	31 ± 1.73	31.2 ± 2.13	0.3336	KW
Rendimiento en canal muslo (%)	13.7 ± 0.76	13.2 ± 0.75	13.2 ± 1.51	13.4 ± 0.94	13.4 ± 1.54	13.1 ± 0.83	13.1 ± 1.04	0.8510	AN
Rendimiento en canal pierna (%)	13.4 ± 0.87	13.3 ± 0.83	9.1 ± 0.35	13.6 ± 0.73	13.5 ± 0.8	13.4 ± 1.13	13.1 ± 0.70	0.8957	AN
Rendimiento en canal alas (%)	9.5 ± 0.39	9.4 ± 0.58	8.9 ± 0.38	9.4 ± 0.16	9.6 ± 0.96	9.1 ± 0.08	9.1 ± 0.22	0.1467	KW
Rendimiento en canal costillar (%)	19.2 ± 0.96	19.8 ± 1.08	18.9 ± 1.31	19.5 ± 1.47	19.5 ± 0.71	19.7 ± 1.20	19.8 ± 1.12	0.5893	AN
Rendimiento en canal Tarso (%)	4.6 ± 0.30	4.6 ± 0.35	4.4 ± 0.26	4.4 ± 0.32	4.4 ± 0.10	4.4 ± 0.25	4.2 ± 0.02	0.0607	AN
Rendimiento en canal Cuello (%)	8.3 ± 0.95	8.8 ± 0.51	8.7 ± 0.86	8.4 ± 1.08	8.0 ± 0.59	8.6 ± 0.94	8.4 ± 0.080	0.4780	KW

*KWs = Kruskal-Wallis; AN = ANOVA; SD = Desviación estándar; *, **, ***, **** = P<0.05, P<0.01, P<0.001, P<0.0001. T1 = dieta base (DB), T2 = DB + antibiótico promotor de crecimiento (APC), T3 = DB + extracto natural (EN) + probiótico (Pro) + prebiótico (Pre), T4 = DB + EN + Pro + ácido graso de cadena media (AGCM), T5 = DB + Pre + Pro + AGCM, T6 = DB + EN + Pre + AGCM y T7 = DB + Pre + Pro + AGCM.

Tabla S3. Resultados de los parámetros alométricos en pollo de engorde de la línea Ross AP

	T1 ± SD	T2 ± SD	T3 ± SD	T4 ± SD	T5 ± SD	T6 ± SD	T7 ± SD	Valor P	Test
Peso ave con vísceras y con plumas (g)	2046.87 ± 133.6 ^{ab}	1904.37 ± 183.6 ^b	2136.87 ± 130.7 ^{ab}	2072.5 ± 126.9 ^{ab}	2140 ± 117.1 ^{ab}	2218.5 ± 131.1 ^a	2201.2 ± 95.65 ^a	0.0003***	AN
Peso ave sin vísceras sin plumas (peso canal) (g)	1660.12 ± 99.47 ^{ab}	1507.12 ± 165.34 ^b	1728.25 ± 115.10 ^{ab}	1677.12 ± 131.52 ^{ab}	1704.25 ± 80.71 ^{ab}	1788.12 ± 115.78 ^a	1820.25 ± 81.59 ^a	0.0021**	KW
Peso pechuga (g)	508 ± 59.29 ^{ab}	459.37 ± 67.23 ^b	541.87 ± 63.56 ^a	494.12 ± 52.85 ^{ab}	529.75 ± 26.28 ^a	554.75 ± 49.65 ^a	568.37 ± 41.23 ^a	0.0023**	AN
Peso muslos (g)	227.62 ± 15.29 ^{ab}	199.25 ± 25.14 ^b	226.62 ± 23.40 ^{ab}	224.37 ± 13.27 ^{ab}	227.87 ± 14.24 ^{ab}	234.62 ± 13.75 ^a	238 ± 25.02 ^a	0.0074**	AN
Peso piernas (g)	222.25 ± 13.63	200.37 ± 26.03	228 ± 15.36	228.37 ± 20.88	230.12 ± 22.45	240.62 ± 30.65	235.25 ± 15.35	0.0723	KW
Peso alas (g)	157.12 ± 7.86 ^{ab}	141.12 ± 9.10 ^b	155.62 ± 9.95 ^{ab}	157 ± 10.61 ^{ab}	162.75 ± 14.82 ^{ab}	162.87 ± 10.82 ^a	166.37 ± 6.47 ^a	0.0016**	KW
Peso costillar (g)	318.62 ± 29.07 ^{ab}	298.12 ± 26.81 ^b	327 ± 39.57 ^{ab}	326.37 ± 32.46 ^{ab}	332.62 ± 15.59 ^{ab}	351.62 ± 30.36	361.62 ± 33.19 ^a	0.0069**	KW
Peso tarsos (g)	75.87 ± 3.09 ^{ab}	69.37 ± 4.10 ^b	75.75 ± 3.91 ^{ab}	74.12 ± 4.54 ^{ab}	75 ± 3.38 ^{ab}	78 ± 6.96 ^a	77.25 ± 3.24 ^a	0.0164*	KW
Peso cuello (g)	138 ± 19.26	132.37 ± 17.22	149.62 ± 12.31	140.5 ± 19.10	137 ± 12.51	153.87 ± 17.98	152.75 ± 12.92	0.0848	KW
T.G.I completo (gr)	289.65 ± 19.15	276.5 ± 25.94	301.60 ± 22.76	303.3 ± 34.59	292.97 ± 23.96	269.41 ± 18.5	282.95 ± 27.76	0.0845	AN
Hígado (g)	55.54 ± 3.07	57.6 ± 8.7	57.93 ± 4.93	52.25 ± 6.64	54.68 ± 6.4	57.27 ± 5.49	56.88 ± 8.38	0.5916	AN
Corazón (g)	9.11 ± 0.84	9.1 ± 0.9	9.45 ± 0.66	9.04 ± 1.29	9.52 ± 2.11	10.61 ± 4.26	8.84 ± 2.25	0.8160	KW

	T1 ± SD	T2 ± SD	T3 ± SD	T4 ± SD	T5 ± SD	T6 ± SD	T7 ± SD	Valor P	Test
Bazo (g)	2.43 ± 1.16	2.8 ± 0.97	2.78 ± 0.57	1.96 ± 0.35	2.07 ± 0.69	2.24 ± 0.51	2.36 ± 0.63	0.1030	KW
Páncreas (g)	6.21 ± 1.75	4.9 ± 0.7	5.49 ± 0.98	5.72 ± 0.99	5.47 ± 0.56	5.42 ± 1.34	4.71 ± 0.84	0.2037	KW
Molleja (g)	39.05 ± 6.39	37.2 ± 6.77	41.14 ± 5.24	35.2 ± 9.1	37.55 ± 5.98	42.73 ± 4.41	38.64 ± 4.39	0.3339	KW
Proventrículo (g)	10.93 ± 2.1	10.8 ± 0.95	10.74 ± 0.94	10.41 ± 1.27	11.2 ± 2.51	10.92 ± 1.74	10.44 ± 2.65	0.9612	KW
Intestino delgado completo (g)	99.11 ± 3.97	88.1 ± 11.97	102.18 ± 10.96	95.5 ± 18.17	91.07 ± 2.96	92.05 ± 6.8	86.13 ± 13.42	0.0918	KW
Duodeno (g)	19.43 ± 2.51	16.9 ± 1.8	19.33 ± 4.39	21.4 ± 2.68	16.63 ± 3.98	19.33 ± 3.37	16.25 ± 4.4	0.0360*	AN
Yeyuno (g)	40.05 ± 8.38 ^{ab}	40.9 ± 7.94 ^{ab}	52.19 ± 4.05 ^a	41.33 ± 7.35 ^{ab}	44.37 ± 11.31 ^{ab}	37.47 ± 6.68 ^b	41.23 ± 7.4 ^{ab}	0.0184*	KW
Íleon (g)	44.94 ± 10.23	41.7 ± 5.46	43.30 ± 12.04	44.1 ± 11.44	35.55 ± 5.43	43.68 ± 10.76	33.04 ± 6.76	0.0727	KW
Intestino grueso sin ciegos (g)	29.42 ± 5.31	28.5 ± 4.15	32.9 ± 4.24	29.48 ± 3.92	28.24 ± 4.55	29.51 ± 5.29	28.38 ± 7.08	0.5324	AN
Ciegos (g)	13.2 ± 2.86	11.6 ± 2.86	14.3 ± 3.25	12.33 ± 2.21	11.62 ± 2.02	13.47 ± 5.33	13.19 ± 3.75	0.6449	KW
Bolsa de Fabricio (g)	1.45 ± 0.25	1.3 ± 0.28	1.45 ± 0.31	1.04 ± 0.4	1.26 ± 0.39	1.31 ± 0.16	1.26 ± 0.22	0.4864	KW
Escala bolsa de Fabricio (1 a 7)	4.5 ± 0.53	4.6 ± 0.51	4.63 ± 0.51	4.43 ± 0.53	4.37 ± 0.51	4.42 ± 0.53	4.13 ± 0.35	0.4376	KW

Abreviaturas: KWs = Kruskal-Wallis; AN = ANOVA; SD = Desviación estándar; *, **, ***, **** = P<0.05, P<0.01, P<0.001, P<0.0001. T1 = dieta base (DB), T2 = DB + antibiótico promotor de crecimiento (APC), T3 = DB + extracto natural (EN) + probiótico (Pro) + prebiótico (Pre), T4 = DB + EN + Pro + ácido graso de cadena media (AGCM), T5 = DB + Pre + Pro + AGCM, T6 = DB + EN + Pre + AGCM y T7 = DB + Pre + Pro + AGCM.