



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Facultad De Ciencias Veterinarias y Biológicas

Carrera De Medicina Veterinaria y Zootecnia

**“COMPARACIÓN DE DOS ADITIVOS NATURALES
ALTERNATIVOS A LOS ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DE
CRECIMIENTO SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y
RETRIBUCIÓN ECONÓMICA EN POLLOS DE ENGORDE”**

Tesis para optar el Título Profesional de:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Presentado por:

Andrea Paula Antezana Flores

Asesora:

Dra. Connie Gallardo Vela

Lima – Perú

2020

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR

Lima, 13 de marzo de 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: DR. MANUEL EFRAIN ROSEMBERG BARRÓN
Miembro: Mg. JUAN RAUL ZEGARRA VALENCIA
Miembro: Ec. JORGE JUAN SARRIA BARDALES

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

COMPARACIÓN DE DOS ADITIVOS NATURALES ALTERNATIVOS A LOS ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y RETRIBUCIÓN ECONÓMICA EN POLLOS DE ENGORDE

Presentada por el estudiante/bachiller:

- ANDREA PAULA ANTEZANA FLORES

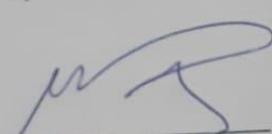
Para optar el Título Profesional de MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Asesorada por: DRA. CONNIE GALLARDO VELA

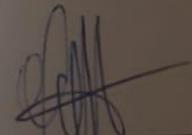
Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes de la carrera de **MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA** en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple () calificar a:

Tesisista:	Nota (en letras): Dieciocho
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (<input checked="" type="checkbox"/>)
	Aprobado - Sobresaliente ()
	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



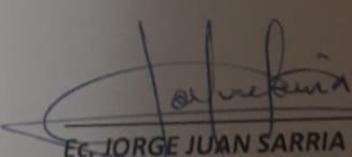
DR. MANUEL EFRAIN ROSEMBERG
BARRÓN
Presidente del Jurado



DRA. CONNIE GALLARDO VELA
Asesor(a)



Mg. JUAN RAUL ZEGARRA VALENCIA
Miembro 1



Ec. JORGE JUAN SARRIA BARDALES
Miembro 2

T/(51) 610 6400 | Camp

Comparación de dos aditivos naturales alternativos a los antibióticos promotores de crecimiento sobre el desempeño productivo y retribución económica en pollos de engorde

Andrea Paula Antezana Flores¹; Connie Gallardo Vela²

Este estudio es parte del trabajo de tesis de la primera autora.

¹Universidad Científica del Sur, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Lima, Perú.
ndreapaf2014@gmail.com

²Universidad Científica del Sur, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Lima, Perú.
cgallardov@cientifica.edu.pe* Autora para correspondencia: cgallardov@cientifica.edu.pe

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue comparar dos aditivos naturales alternativos a los antibióticos promotores de crecimiento (APC) sobre el desempeño productivo y retribución económica en pollos de engorde. Un total de 480 pollos machos Cobb 500 fueron dispuestas al azar en cuatro tratamientos, de cuatro corrales conteniendo 30 animales cada uno. El experimento estuvo dividido en 3 fases; de 1 a 10 días, de 11 a 20 días y de 20 a 42 días de edad. Los tratamientos fueron; la dieta sin aditivos (DSA), dieta con complejo de aditivos multifuncionales (DCAM); dieta con antibiótico promotor de crecimiento (DAPC) y dieta con probióticos (DPB). No hubo diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos sobre los índices productivos a los 10 días de edad. A los 20 días de edad, las aves del grupo DCAM y DAPC presentaron mayor consumo de alimento ($P < 0.05$) y el grupo DSA y DAPC presentó mayor índice de conversión alimenticia (ICA). A los 42 días se observaron diferencias significativas en cuanto a ganancia de peso, ICA y mortalidad, obteniendo los mejores valores, las dietas suplementadas con DCAM y DPB. A su vez, se observaron diferencias numéricas en peso promedio final a favor de los aditivos DCAM y DPB. Así, la dieta DPB y la dieta DCAM fueron más eficientes al final del estudio comparativamente con el APC y el grupo control, en cuanto se logró ganar el mayor peso posible con el menor consumo de alimento, obteniéndose aves más uniformes.

Palabras claves: aditivos; fitogénicos; pollos de engorde; probiótico

INTRODUCCIÓN

La selección de la microbiota beneficiosa en las aves juega un papel importante en la protección contra patógenos, desintoxicación y la modulación del sistema inmune, ya que, está involucrada en la reducción y prevención de la colonización por patógenos entéricos a través del proceso de exclusión competitiva y la producción de sustancias de bacterias bacteriostáticas y bactericidas (Morales-Koelliker & Vélez-Ruiz, 2013; Wang *et al.*, 2017). De este modo, controlar la presencia de bacterias patógenas en el microbiota del pollo, es importante para la salud de los animales y los humanos. Entre los taxones que pueden causar enfermedades en humanos y que se han reportado en el pollo microbiota son *Campylobacter*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* y *Clostridium perfringens* (Clavijo & Flórez, 2018).

Los antibióticos promotores del crecimiento son sustancias naturales o sintéticas con actividad farmacológica que se administra en el alimento a los animales para incrementar la ganancia de peso y mejorar la conversión alimenticia (Cancho *et al.*, 2000; Al Muthadi, 2017).

Por otra parte, Torres (2002) y Errecalde (2004) mencionan, que los humanos podemos presentar resistencia a los antibióticos debido a la resistencia que se genera en los animales por el uso indiscriminado de los mismos, no asociándolo a los subproductos obtenidos, sino a la resistencia en los mismos animales, que conllevarían a fallas en los tratamientos. También existiría el riesgo de que las fallas en los tratamientos desarrollen nuevas bacterias o cepas con genes más resistentes a los antibióticos, las cuales también podrían ingresar al hombre, no siendo susceptibles a los tratamientos que se emplean ante una enfermedad (Errecalde, 2004; Gutiérrez, 2013).

Entre la amplia gama de alternativas a los antibióticos promotores de crecimiento (APC), se encuentran los probióticos, estos son microorganismos vivos, generalmente bacterias, pero también levaduras que tienen un efecto positivo en la salud, además de los conocidos efectos nutricionales. Los microorganismos utilizados son principalmente cepas de bacterias grampositivas de los géneros *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*. Un agente probiótico es no patógeno y no tóxico, además de tolerar el ácido gástrico, capaz de adherirse al tejido epitelial intestinal y de producir sustancias antibacterianas (Moore, 2016).

Otra alternativa a los APC, son los aditivos a base de plantas que actúan como acondicionadores del intestino mejorando la flora bacteriana (Rosen, 2004), dentro de estos se pueden encontrar a los extractos de plantas con funciones fisiológicas y microbiológicas específicas que pueden ser incluido en la formulación de dietas para aves en cantidades relativamente pequeñas y que tienen una acción sinérgica y, como consecuencia, mejoran e incrementan los índices productivos (Rosen, 2004; Borrell, 2005). A su vez, estabilizan la peristalsis intestinal, mejorando el tiempo de tránsito intestinal de los nutrientes (proteínas, minerales, vitaminas, electrolitos) a través del lumen, permitiendo su óptima absorción (Gimeno, 2005). Además, contribuyen a la formación de una matriz de extrusión de gel, esta permite la separación de las moléculas de diferentes tamaños y mejora la absorción de las moléculas pequeñas. Más aún, este gel actúa como soporte para el crecimiento de bacterias benéficas, ayudan a la reabsorción de gas y optimizan la mucosa intestinal (Borrell, 2005).

Así mismo, muchos ingredientes activos de las plantas tienen efecto contra la colonización de diferentes patógenos bacterianos, como *E. coli* y estimulan el crecimiento y la proliferación de bacterias benéficas en el tracto intestinal (Ding *et al.*, 2017).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación de un aditivo multifuncional y de un probiótico en comparación a un APC, sobre el desempeño productivo y retribución económica en pollos de engorde.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Científica del Sur. Todos los procedimientos fueron previamente aprobadas por el Comité de Ética en la investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTIFICA), con código de aprobación 538-2019-PRE16.

Animales experimentales

Se trabajó con una población de 480 pollos machos de la línea Cobb-500, de un día de edad, estos fueron distribuidos al azar en cuatro tratamientos, de cuatro corrales (repeticiones), conteniendo 30 animales cada uno. Al nacimiento, en la incubadora las aves fueron vacunadas con una vacuna inactivada por aspersion contra Gumboro, Newcastle y Bronquitis infecciosa (Nobilis IB + G + ND, MSD, Lima, Perú).

Se colocaron 10 cm de viruta desinfectada, se mantuvo una temperatura de 30 a 32 °C mediante campanas, descendiendo 1 °C por día hasta mantenerla ente 15a 25 °C y humedad entre 60-70%, los cuales fueron medios utilizando un termohigrómetro digital.

Se llevaron registros de temperatura y humedad, 3 veces al día y registros de mortalidad.

El agua y alimento fue *ad-libitum*.

Todas las dietas se formularon de acuerdo a los requerimientos para la fase de crianza. Se establecieron tres fases de alimentación, para lo cual se consideró, primera fase, de 1-10 días de edad, segunda fase, de 11-20 días de edad y de 21-42 días de edad (Tabla 1). Los

aditivos utilizados en el estudio fueron adicionados sobre el total de la dieta basal, el análisis proximal analizado de las dietas por fases se presentan en la Tabla 2.

Tabla 1: Dietas basales utilizadas en pollos de engorde en diferentes fases de crecimiento

Ingredientes (%)	Fase 1 (0 - 10 d)¹	Fase 2 (11 a 20 d)	Fase 3 (21 a 42 d)
Maíz 8%	58.26	62.62	64.59
Torta de soya	28.83	26.66	25.33
Soya integral	5.2	2.7	1.73
Aceite de soya	3.71	4.17	4.9
Fosfato dicálcico	1.75	1.67	1.44
Carbonato de calcio fino	0.93	0.89	0.82
Sal común	0.41	0.41	0.41
DL-Metionina	0.27	0.24	0.2
Lisina HCl	0.16	0.15	0.1
Premix vitamina + mineral ²	0.10	0.12	0.12
Cloruro de colina, 60%	0.10	0.10	0.10
Treonina	0.06	0.05	0.04
Secuestrante micotoxina	0.20	0.20	0.20
Coccidiostato	0.02	0.02	0.02
Composición nutricional calculada			
Energía metabolizable (kcal/kg)	3020	3100	3170
Proteína cruda (%)	21.10	20.14	18.16
Fibra cruda (%)	3.40	3.46	3.44
Calcio (%)	0.90	0.85	0.78
Fósforo total (%)	0.69	0.66	0.61
Fósforo disponible (%)	0.45	0.42	0.38
Sodio (%)	0.20	0.20	0.20

¹Tratamientos experimentales: Dieta basal sin aditivos (DSA), Dieta basal con complejo de aditivos multifuncionales (DCAM); Dieta con antibiótico promotor de crecimiento (DAPC) y Dieta basal con probióticos (DPB).

²Premezcla de vitaminas y minerales contenida por kilogramo: vitamina A, 1,750,000 UI; vitamina D3, 550,000 UI; vitamina E, 2,750 UI; vitamina K, 400 mg; vitamina B1, 500 mg; vitamina B2, 1,250 mg; vitamina B6, 750 mg; vitamina B12, 3,000 mcg; niacina, 8,750 mg; ácido pantoténico, 3,250 mg; ácido fólico, 200 mg; colina, 82.01 g; Fe, 12,50 g; Mn, 17,50 g; Zn, 12,50 g; Cu, 24,95 g; I, 300 mg; Se, 50 mg.

Tabla 2: Composición nutricional analizada en dietas experimentales en pollos de engorde en diferentes fases de crecimiento*

Composición calculada	Fase de Inicio 1 a 10 días			
	DSA	DAPC	DCAM	DPB
Materia seca (%)	90.12	90.31	90.3	90.28
Humedad (%)	9.88	9.69	9.7	9.72
Energía metabolizable (kcal/kg)	3020	3020	3020	3020
Proteína cruda (%)	21.14	21.16	21.13	21.14
Fibra cruda (%)	3.40	3.40	3.40	3.40
Cenizas (%)	3.10	3.10	3.10	3.10
Fase de crecimiento 11 a 20 días				
Materia seca (%)	90.42	90.40	90.41	90.42
Humedad (%)	9.58	9.6	9.59	9.58
Energía metabolizable (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100
Proteína cruda (%)	20.14	20.13	20.13	20.14
Fibra cruda (%)	3.46	3.46	3.46	3.46
Cenizas (%)	3.44	3.44	3.44	3.44
Fase de acabado 21 a 42 días				
Materia seca (%)	90.32	90.35	90.31	90.33
Humedad (%)	9.68	9.65	9.69	9.67
Energía metabolizable (kcal/kg)	3170	3170	3170	3170
Proteína cruda (%)	18.16	18.17	18.15	18.16
Fibra cruda (%)	3.44	3.44	3.44	3.44
Cenizas (%)	3.31	3.31	3.31	3.31

*Tratamientos experimentales: Dieta basal sin aditivos (DSA), Dieta basal con complejo de aditivos multifuncionales (DCAM); Dieta con antibiótico promotor de crecimiento (DAPC) y Dieta basal con probióticos (DPB).

*La composición nutricional fue analizada en el Laboratorio de Análisis Nutricional y Biológica de Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los índices productivos que se midieron al finalizar cada fase de estudio, evaluándose: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad y porcentaje de uniformidad. Las aves fueron pesadas individualmente. Se siguió un programa de luz de acuerdo a la línea genética.

El índice de conversión alimenticia (ICA) fue evaluado en los días establecidos, considerando:

$$\text{ICA} = \text{Alimento consumido} / \text{Peso vivo.}$$

El porcentaje de mortalidad se tomó durante todo el experimento diariamente reportando las bajas. El porcentaje de uniformidad se midió junto con los pesos semanalmente.

La retribución y la rentabilidad económica se calculó a los 42 días de considerando la cantidad y costo de las dietas, cantidad de carne producida y el precio de venta, considerando la dosis y costo del aditivo utilizado. Para el cálculo también se consideró un 30% adicional del costo total de producción, suponiendo que el 70% representaba el costo del alimento.

Diseño experimental y tratamientos

Las aves fueron muestreadas de manera aleatoria, siendo criadas en corrales experimentales, considerando 4 tratamientos, con 4 repeticiones y 30 aves por repetición.

Los tratamientos experimentales fueron; dieta basal sin aditivos (DSA), dieta basal con complejo de aditivos multifuncionales (DCAM), dieta basal con antibiótico promotor de crecimiento (DAPC) y dieta basal con probióticos (DPB), (Tabla 3).

El estudio siguió el modelo aditivo:

$$Y_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

Donde: Y_{ij} = índices productivos; u = media general; T_i = tratamientos experimentales; e_{ij} = error experimental, $i = 1, 2, 3, 4$ tratamientos y $j = 1, 2, 3, 4$ repeticiones.

Tabla 3: Descripción de tratamientos, tipos, concentraciones y dosis de aditivos

Tratamientos	Tipo de aditivo	Composición	Dosis g/kg
DSA	Sin aditivos	-----	-----
DAPC	Antibiótico promotor de crecimiento	Zinc bacitracina al 10%	1 g
DCAM	Complejo multifuncional de aditivos	<i>Silicato de sodio-aluminio-propionato-formiato, anillo cimenol, triterpenos, polifenoles, polisacáridos, proteasas, glucanasas y celulasas, ácido ascórbico, bacillus subtilis, Holarrhena antidysenterica; Zingiber officinale, Punica granatum; Aegle marmelos, Woodfordia fruticosa, Thymus vulgaris, Echinacea purpúrea, Lentinus edodes, Embelica ribes, Berberis aristata, Allium sativum.</i>	4 g
DPB	Probiótico	<i>Lactobacillus plantarum, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus rhamnosus, Bacillus, subtilis, Bacillus licheniformis, Bifidobacterium longum, Bifidobacterium bifidum, Streptococcus thermophilum, Enterococcus faecium, Aspergillus oryzae, Saccharomyces cerevisiae, Bacillus coagulans</i>	0.50 g

¹Tratamientos experimentales: Dieta basal sin aditivos (DSA), Dieta basal con complejo de aditivos multifuncionales (DCAM); Dieta con antibiótico promotor de crecimiento (DAPC) y Dieta basal con probióticos (DPB).

Análisis estadístico

Los resultados fueron procesados de acuerdo al procedimiento GLM del paquete estadístico SAS 9.3 (2012). Se realizó la evaluación de la normalidad de los datos usando Shapiro Wilk, en base a eso fue realizada la prueba de Análisis de Varianza con un nivel de significancia de 5%. Al encontrar diferencias estadísticas entre los tratamientos, se usó la prueba de comparación de medias de DLS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1 – de 1 a 10 días de edad

En la tabla 4, se observan los índices productivos de los pollos a los 10 días de edad. Hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) en el índice de conversión alimenticia (ICA), en el porcentaje de uniformidad y la mortalidad. Siendo que, las aves suplementadas con el tratamiento DPB presentaron menor ICA (0.80 g/g) y menor mortalidad (0.83%) en comparación con los otros tratamientos. Mientras que, la uniformidad fue mejor en los tratamientos DCAM y DPB, no existiendo diferencias significativas entre estos.

No hubo efectos significativos ($P > 0.05$) sobre el peso promedio, ganancia de peso y consumo de alimento.

Tabla 4: Promedio de los índices productivos de pollos desde 1 a 10 días de edad (n=30 aves por grupo)

Índices productivos	Tratamientos ¹					P-Valor
	DSA	DAPC	DCAM	DPB	EPM ²	
Peso inicial (g)	48.35 ^a	48.91 ^a	48.31 ^a	48.36 ^a	2.1	0.347
Peso promedio (g)	307.41 ^a	312.43 ^a	310.41 ^a	311.47 ^a	8.4	0.154
Ganancia de peso (g)	259.06 ^a	263.52 ^a	262.10 ^a	263.11 ^a	9.1	0.194
Consumo de alimento (g)	280.63 ^a	275.28 ^a	277.66 ^a	248.58 ^a	10.2	0.103
³ ICA (g/g)	0.91 ^a	0.88 ^a	0.89 ^a	0.80 ^b	0.06	0.028
Uniformidad (%)	84.17 ^b	83.33 ^b	87.5 ^a	89.17 ^a	2.75	0.047
Mortalidad (%)	2.50 ^a	2.50 ^a	1.67 ^{ab}	0.83 ^b	0.69	0.039

¹Tratamientos experimentales: Dieta basal sin aditivos (DSA), Dieta basal con complejo de aditivos multifuncionales (DCAM); Dieta con antibiótico promotor de crecimiento (DAPC) y Dieta basal con probióticos (DPB).

²EPM: Error padrón de la media

³ICA: Índice de conversión alimenticia.

^{a,b}Letras diferentes como superíndice en las medias de cada columna, indican diferencias significativas a la prueba de comparación de medias de DLS ($P < 0.05$).

Fase 2 – de 11 a 20 días de edad

Los resultados productivos a los 20 días de edad se presentan en la tabla 5, considerando la etapa de 11 a 20 días. Hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) de los tratamientos experimentales, en el consumo de alimento, ICA, uniformidad y mortalidad. Las aves alimentadas con la DPB presentaron menor consumo de alimento; mientras que, el ICA fue mejor en el grupo con DCAM y DPB.

En cuanto a la ganancia de peso se observan diferencias numéricas con respecto a las aves suplementadas con DCAM en comparación a los otros tratamientos, teniendo 55.67 g más en comparación con las aves control (DSA).

Tabla 5: Índices productivos de pollos desde los 11 a los 20 días de edad (n=30 aves por grupo)

Índices productivos	Tratamientos ¹					P-Valor
	DSA	DAPC	DCAM	DPB	EPM ²	
Peso promedio (g)	1020.38 ^a	1030.27 ^a	1076.01 ^a	1030.2 ^a	10.97	0.307
Ganancia de peso (g)	972.03 ^a	981.36 ^a	1027.70 ^a	981.84 ^a	12.06	0.211
Consumo de alimento (g)	1213.57 ^a	1201.97 ^a	1212.57 ^a	1166.43 ^b	9.81	0.046
ICA ³ (g/g)	1.19 ^a	1.17 ^a	1.13 ^b	1.13 ^b	0.02	0.042
Uniformidad (%)	81.32 ^c	85.47 ^b	89.75 ^b	87.08 ^a	1.90	0.021
Mortalidad (%)	0.85 ^b	1.71 ^a	0.85 ^b	0.84 ^b	0.43	0.008

¹Tratamientos experimentales: Dieta basal sin aditivos (DSA), Dieta basal con complejo de aditivos multifuncionales (DCAM); Dieta con antibiótico promotor de crecimiento (DAPC) y Dieta basal con probióticos (DPB).

²EPM: Error padrón de la media

³ICA: Índice de conversión alimenticia.

^{a,b,c}Letras diferentes como superíndice en las medias de cada columna, indican diferencias significativas a la prueba de comparación de medias de DLS ($P < 0.05$).

Fase 3 – de 21 a 42 días de edad

En la tabla 6, se observan los resultados de los índices productivos de los pollos a los 42 días de edad. Esto se obtuvo considerando el periodo de 21 a 42 días de edad. Los aditivos influenciaron significativamente ($P < 0.05$) sobre la ganancia de peso, ICA, uniformidad

y mortalidad. Así, las aves de los tratamientos con DCAM y DPB presentaron mayor ganancia de peso, mejor ICA, no registrando mortalidad. Mientras que, las aves con DAPC tuvieron menor uniformidad. No se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) en el peso promedio y el consumo de alimento.

Tabla 6: Índices productivos de pollos de 21 a los 42 días de edad (n=120 aves por grupo).

Índices productivos	¹ Tratamientos (Medias)					P-Valor
	DSA	DAPC	DCAM	DPB	EPM ²	
Peso promedio (g)	3108.15 ^a	3109.96 ^a	3152.24 ^a	3196.97 ^a	22.32	0.203
Ganancia de peso (g)	3059.80 ^b	3158.87 ^a	3103.93 ^{ab}	3108.61 ^{ab}	24.17	0.026
Consumo de alimento (g)	5272.82 ^a	5192.92 ^a	5088.35 ^a	5131.94 ^a	31.42	0.241
ICA ³ (g/g)	1.69 ^a	1.67 ^a	1.61 ^b	1.61 ^b	0.12	0.009
Uniformidad (%)	84.97 ^b	82.90 ^b	88.75 ^a	86.47 ^a	1.90	0.012
Mortalidad (%)	0.85 ^a	0.85 ^a	0 ^b	0 ^b	0.43	0.004
Retribución económica (%)	100	100.80	83.76	105.09	11.28	0.002

¹Tratamientos experimentales: Dieta basal sin aditivos (DSA), Dieta basal con complejo de aditivos multifuncionales (DCAM); Dieta con antibiótico promotor de crecimiento (DAPC) y Dieta basal con probióticos (DPB).

²EPM: Error padrón de la media

³ICA: Índice de conversión alimenticia.

^{a,b} Letras diferentes como superíndice en las medias de cada columna, indican diferencias significativas a la prueba de comparación de medias de DLS ($P < 0.05$).

En cuanto a la retribución económica (Tabla 7), se consideró los ingresos por venta de ave y los egresos por el alimento y producto consumido, obteniendo el porcentaje de retribución de cada tratamiento, considerando al grupo control como 100%. Al analizar los ingresos brutos que se logran en los tratamientos por ave al final de los 42 días, a un precio fijo, se obtienen diferencias tomando como base el tratamiento DSA, obteniendo 1.44 % más en ingresos en el tratamiento DCAM y 1.59% más en el tratamiento DPB.

Tabla 7: Retribución económica y rentabilidad en pollos a los 42 días de edad

RUBRO	TRATAMIENTOS				Precio diferenciado	
	DSA	DAPC	DCAF	DPB	DCAF	DPB
CARNE POLLO						
Total peso vivo producida (Kg/ave)	3.108	3.001	3.152	3.157		
Precio de venta de peso vivo (S/Kg)	4.25	4.25	4.25	4.25	5.10	5.10
Ingreso bruto (S./ave)	13.21	12.75	13.40	13.42	16.08	16.10
ALIMENTO						
Total alimento consumido (kg/ave)	4.972	4.993	4.969	4.980	4.969	4.980
Costo de alimento (S./kg)	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
Costo total de alimento sin aditivo (S/ave)	7.01	7.04	7.01	7.02	7.01	7.02
Cantidad de producto adicionado(gr/Kg alimento)	0.000	0.005	0.020	0.002	0.020	0.002
Costo de producto aditivo x Kg (S/.)	0	14	68	110	68	110
Costo de producto adicionado (S/kg de alimento)	0.00	0.07	1.35	0.27	1.35	0.27
Costo alimento + aditivo (S/)	7.01	7.11	8.36	7.30	8.36	7.30
Otros costos de producción (S/ ave)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Costo total de producción (S/ ave)	10.02	10.11	11.36	10.30	11.36	10.30
RETRIBUCIÓN ECONÓMICA						
▪ Margen bruto (S./ ave)	3.19	2.64	2.03	3.12	4.71	5.80
▪ % de margen bruto del grupo control vs. grupo aditivos	100	83	64	98	148	182
▪ Diferencia porcentual del margen bruto con respecto grupo control		-17	-36	-2	48	82

¹Tratamientos experimentales: Dieta basal sin aditivos (DSA), Dieta basal con complejo de aditivos multifuncionales (DCAM); Dieta con antibiótico promotor de crecimiento (DAPC) y Dieta basal con probióticos (DPB).

Para observar rentabilidad se calculó el margen bruto que se obtuvo de la resta de los ingresos brutos por ave y los costos totales por ave, considerando un 70% que corresponde a la alimentación y 30% en los otros costos que se incurren en un proceso de producción de pollos, donde se obtuvo s/. 3.19 para la dieta sin aditivos, s/. 2.64 para el tratamiento suplementado con APC, s/. 2.03 para el tratamiento DCAM y s/. 3.12 para el grupo DPB,

por ave, observando una menor rentabilidad para los tratamientos suplementados con DAPC y DCAM.

En base a los resultados obtenidos a los 42 días, específicamente sobre la respuesta productiva de ganancia de peso y conversión alimenticia, donde los aditivos del DCAM y DPB lograron los mejores desempeños. Esta respuesta se podría explicar por diferentes mecanismos de acción que podrían atribuirse a los extractos vegetales y probióticos. En el caso de los extractos vegetales según diferentes estudios consideran que ejercen un efecto de estimular una mayor secreción de enzimas endógenas, lo que podría haber aumentado la actividad enzimática sobre los sustratos que conllevo a una mejora de la eficiencia de utilización de la energía y nutrientes para una más alta ganancia de peso como se ha demostrado.

En el caso del aditivo probiótico, según los estudios señalan que ejercen su acción por diferentes mecanismos, pero que principalmente conllevan a un balance de la microbiota del tracto gastro intestinal, lo que permite una óptima salud intestinal clave para la mejora de la eficiencia de utilización de energía y nutrientes.

Los estudios también indican que los extractos vegetales modulan el balance de la microbiota del tracto gastro intestinal, lo que podría ser un mecanismo de acción del complejo del aditivo multifuncional (DCAM), además contenía probióticos y enzimas que pudieron facilitar el aprovechamiento de los nutrientes. Por otro lado, considerando que la ganancia de peso es el crecimiento del ave y este evento fisiológico demanda una alta intensidad metabólica, lo que conlleva frecuentemente a un estrés fisiológico con balance negativo de su capacidad antioxidante, por lo que se presume que los extractos vegetales pudieron ejercer actividad antioxidante a nivel del tracto gastro intestinal e hígado y que mejoró el soporte antioxidante para sostener una mayor ganancia de peso.

Adicionalmente la combinación de aditivos en un solo complejo posiblemente no logró un efecto sinérgico deseado, observándose respuesta similar con respecto a los probióticos, sin embargo, al contener extracto de plantas la dieta DCAM posiblemente, también pudo actuar mejorando la calidad de la carne o mejorando el sistema inmune (Aristides *et al.*, 2012; Ahsan *et al.*, 2018), sin embargo, factores relacionados al sistema inmune o calidad de carne no fueron evaluados en este estudio.

En estudios realizados por Ahsan *et al.* (2018) se encontró que, la suplementación de probióticos, fue efectiva solo en la fase inicial y no en fase final, así, se evidenció aumento de peso promedio en pollos de engorde y menor ICA a los 21 días de edad, así los probióticos al ser suplementados en las primeras etapas de vida, lograrían una buena eficiencia, esta condición promueve exclusión competitiva, alentando el equilibrio entre microorganismos benéficos. Por otro lado, Rocha *et al.* (2010) no observaron diferencias significativas en la conversión alimenticia en los pollos de engorde de 1 a 21 días de edad, suplementados individualmente con APC, probióticos y prebióticos, con respecto al grupo control, pero si hubo diferencias significativas en el índice de conversión alimenticia a favor del uso de los probióticos y prebióticos desde los 22 a 43 días de edad. Del mismo modo, Fascina *et al.* (2017) evaluaron los efectos de la suplementación de fitogénicos de manera individual o en combinación con ácidos orgánicos, no encontrando diferencias significativas con respecto a las aves sin aditivos y las suplementadas con APC. Sin embargo, Amad *et al.* (2011) indicaron que las aves alimentadas con fitogénicos presentaron menor consumo y un incremento en la ganancia de peso con respecto a las aves control, atribuyendo estos resultados a la mayor digestibilidad de nutrientes. Así, la eficacia del uso de aditivos alternativos a los APC en la alimentación de pollos de

engorde, depende de muchos factores, incluida la composición del aditivo, dosis, de, la administración, composición de la dieta, edad de las aves, entre otros (Cross *et al.*, 2007).

Al analizar los costos totales de producción, se aprecia que el costo adicional del APC en el alimento es significativamente menor que los costos del tratamiento DCAM y DPB.

Así mismo, el porcentaje de margen del grupo control vs los otros tratamientos, se basó en considerar el margen bruto del grupo control como referente del 100 % de rentabilidad bruta x pollo. Para el caso, cuando se consideró al grupo DSA como 100%, en los tratamientos con DAPC, DCAM y DPB se obtuvieron las rentabilidades de 83, 64 y 98% respectivamente, indicando menor ingreso por venta de las aves; sin embargo, la actual tendencia a optar por lo natural, nos permite incrementar el precio de venta al ser un pollo alimentado sin aditivos químicos, es por ello que consideramos un incremento del 20% en el precio de venta por Kg de pollo para los tratamientos con aditivos multifuncionales y probióticos, manteniendo el precio de venta anterior para el grupo control y el tratamiento con aditivo químico.

En conclusión, se observa que existe un mayor margen por Kg de pollo y eficiencia económica; siendo superior al grupo control en 48% para los aditivos multifuncionales y del 82% con respecto a los aditivos probióticos dado el costo diferencial en el precio de ambos aditivos

Así mismo se observa que el uso de aditivos químicos por su costo y al no tener diferencial de precios a la venta disminuye en 17% el margen de rentabilidad.

CONCLUSIONES

Los aditivos no tuvieron efectos sobre el desempeño de las aves a los 10 días de edad.

El peso promedio y ganancia de peso no se afectó por el uso de aditivos a los 20 días de edad. Los probióticos disminuyeron el consumo de alimento y mejoraron la uniformidad.

El complejo de aditivos multifuncionales y los probióticos mejoraron la conversión alimenticia en los pollos a los 20 días de edad.

A los 42 días, el APC favoreció mayor ganancia de peso y mayor consumo de alimento.

La suplementación de aditivos multifuncionales y probióticos mejoró el ICA y la uniformidad. La inclusión de probióticos mejoró los índices productivos, teniendo mejor retribución económica en comparación con los otros tratamientos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Científica del Sur, por brindar las instalaciones de la Unidad Experimental de Aves para realizar el presente estudio.

REFERENCIAS

- Ahsan, U., Kuter, E., Raza, I., Köksal, B. H., Cengiz, Ö., Yıldız, M., ... & Sevim, Ö. (2018). Dietary supplementation of different levels of phytogetic feed additive in broiler diets: the dynamics of growth performance, caecal microbiota, and intestinal morphometry. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 20(4), 737-746. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v20n4/1516-635X-rbca-20-04-00737.pdf>
- Amad, A. A., Männer, K., Wendler, K. R., Neumann, K., & Zentek, J. (2011). Effects of a phytogetic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*, 90(12), 2811-2816. Disponible en: <https://www.journals.elsevier.com/poultry-science>
- Aristides, L. G. A., Paião, F. G., Murate, L. S., Oba, A., & Shimokomaki, M. (2012). The effects of biotic additives on growth performance and meat qualities in broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 11(9), 599. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/e77d/eadedc09f248fe0cd926a4bf2dc1e7ffcea9.pdf>

- Borrell, J. (2005). Beneficios del uso de pronutrientes en veterinaria. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias XIV*. Disponible en: <http://biblioteca.racve.es/Anales%20RACVE%20%2014.pdf>
- Cancho Grande , B., Garcia falcon, M., & Simal Gándara , J. (2000). El uso de los antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(1), 39-47. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11358120009487647>
- Clavijo, V., & Flórez, M. J. V. (2018). The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: a review. *Poultry science*, 97(3),1006-1021. Disponible en: <https://www.journals.elsevier.com/poultry-science>.
- Ding, J., Dai, R., Yang , L., He, C., Xu, K., Liu, S., & Zhao , W. (2017). Inheritance and establishment of gut microbiota in chickens. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1967. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.01967/full>
- Errecalde, J. (2004). *Uso de antimicrobianos en animales de consumo*. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-y5468s.pdf>
- Gabriel, I., Lessire, M., Mallet, S., & Guillot , J. (2006). *Microflora del tracto digestivo, factores críticos y consecuencias para las aves*. University de Tours , Station Resserches avicoles, INRA, , France. Disponible en: <http://www.mundoveterinario.net/nue>
- Gimeno, G. (2005). Pro-nutrientes: alternativa a los antibióticos. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-2. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/03-pronutrientes.pdf
- Gutiérrez, L., Montoya, O., & Vélez, J. (2013). Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Producción + Limpia*, 8(1), 135-146. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v8n1/v8n1a10.pdf>
- Moore, R. (2016). Necrotic enteritis predisposing factors in broiler chickens. *Avian Pathology*, 45(3), 275-281. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03079457.2016.1150587>
- Morales-Koelliker, D., & Vélez-Ruiz, J. (2013). *Prebióticos su importancia en la salud humana y propiedades funcionales*. Universidad de las Américas, Puebla, Puebla, México.
- Rosen, G. (2004). How many broiler feeding tests are required to elaborate working models for the prediction of nutritional effects or pronutrientes in praxis?

Brazilian Poultry Science, 45(1), S8-9. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00071660410>

Torres, C & Zarazaga, M. (2002). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales. ¿Vamos por el buen camino? *Gaceta Sanitaria*;16(2):109-12.

Wang, Y., Sun, J., Zhong, H., Li, N., Xu, H., Zhu, Q., & Liu, Y. (2017). Effect of probiotics on the meat flavour and gut microbiota of chicken. *Scientific reports*, 7(1), 6400.