

Efecto de ZamoMeat en el desempeño productivo y características de la canal en pollos de engorde

**Edas Clemente Erazo Cuellar
José Carlos Sanabria Salazar**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efecto de ZamoMeat en el desempeño productivo y características de la canal en pollos de engorde

Proyecto Especial de Graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Edas Clemente Erazo Cuellar
José Carlos Sanabria Salazar

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Efecto de ZamoMeat en el desempeño productivo y características de la canal en pollos de engorde

Presentado por:

Edas Clemente Erazo Cuellar
José Carlos Sanabria Salazar

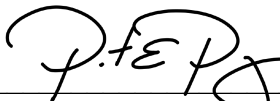
Aprobado:



Yordan Martinez, D.Sc.
Asesor Principal



Rogel Castillo, M.Sc.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria



Patricio E. Paz, Ph.D.
Asesor



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Vicepresidente y Decano Académico

Efecto de ZamoMeat en el desempeño productivo y características de la canal en pollos de engorde

Edas Clemente Erazo Cuellar
José Carlos Sanabria Salazar

Resumen. En la producción avícola como en cualquier producción animal, la alimentación representa los costos más altos, eso conlleva a buscar alternativas para disminuir costos y tener una producción más rentable. Los objetivos del estudio fueron evaluar dieta ZamoMeat con inclusión de selenio (0.2 mg/kg), achiote (1.5%) y semilla de lino (5%) en el desempeño productivo, fisiología digestiva y perfil de ácidos grasos en la pechuga de los pollos de engorde. Se utilizaron 320 pollos de engorde Ross 308[®] de ocho días de edad, en dos tratamientos experimentales, cuatro repeticiones por tratamiento durante 35 días de edad. Se tomó en cuenta los requerimientos nutricionales de la línea genética en estudio para realizar dos frecuencias alimentarias (8-18 días; 19-35 días). En el desempeño productivo de los pollos de engorde, la etapa de crecimiento de 9 a 18 días, la dieta ZamoMeat se encontraron diferencias significativas en el peso vivo ($P \leq 0.05$), siendo superior a la dieta control. El efecto de la dieta control y ZamoMeat indicó diferencias significativas en el peso relativo del corazón, proventrículo y molleja ($P \leq 0.05$). El peso relativo del corazón y proventrículo fue superior en aves alimentadas con la dieta control, en cambio el valor más alto del porcentaje de molleja fue mayor con el tratamiento ZamoMeat, además la mezcla enriqueció la pechuga con omega-3 y omega-6. Se recomienda emplear la mezcla dietética con ZamoMeat para mejorar la calidad nutricional de la pechuga de los pollos de engorde.

Palabras clave: Achiote, órganos digestivos, perfil de ácidos grasos, selenio, semilla de linaza.

Abstract. In poultry production as in any animal production, feeding represents the highest costs, which leads to looking for alternatives to reduce costs and have a more profitable production. The objectives of the study were to evaluate the ZamoMeat diet with the inclusion of Selenium (0.2 mg/kg), annatto (1.5%) and flax seed (5%) in the productive performance, digestive physiology, and fatty acid profile in the chicken breast. fattening. 320 Ross 308[®] broilers were used, fed in the growth stages of 9 to 18 days and the stage of 19 to 35 days. In the productive performance of broilers, the growth stage of 9 to 18 days the ZamoMeat diet presented significant differences in live weight ($P \leq 0.05$), the control diet being superior. The effect of the control and ZamoMeat diet only showed significant differences in the relative weight of the heart, proventriculus and gizzard ($P \leq 0.05$). The relative weight of the heart and proventriculus was higher in birds fed with the control diet, whereas the highest value of the percentage of gizzard was higher with the ZamoMeat treatment. Regarding the MFA, MFA only showed a significant difference in omega 3 and omega 6, being higher in the birds fed with ZamoMeat ($P \leq 0.05$), resulting from the nutritional content of the flaxseed.

Key words: Annatto, digestive organs, fatty acid profile, flax seed, selenium.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. LITERATURA CITADA	14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Ingredientes y aportes para pollos de engorde (8-18 días).....	4
2. Ingredientes y aportes para pollos de engorde (19-35 días).....	5
3. Efecto de ZamoMeat en el desempeño productivo de pollos de engorde	7
4. Efecto de ZamoMeat en las porciones comestibles y grasa abdominal de pollos de engorde (35 días).....	8
5. Efecto de ZamoMeat en el peso relativo de las vísceras y órganos digestivos y morfometría intestinal de pollos de engorde (35 días).....	9
6. Efecto de ZamoMeat en el peso relativo de los órganos linfoides de pollos de engorde.....	10
7. Efecto de ZamoMeat en el perfil de ácidos grasos en la pechuga de pollos de engorde.....	11

1. INTRODUCCIÓN

La producción de pollos de engorde ha ido incrementando en los últimos años, debido a la creciente población que influye proporcionalmente con la demanda de alimentos nutritivos, saludables y asequibles. El país mayor productor de carne avícola es Estados Unidos seguido por China, Brasil y la Federación de Rusia. La principal fuente proteica a nivel mundial es la carne avícola ya que contiene proteínas de alta calidad y alto valor nutritivo (FAO 2020). Para suplir la demanda de carne de aves, es importante contar con sistemas de producción eficientes, tomando en cuenta la importancia de la calidad y el valor nutricional en las dietas, que propicien la expresión genética de los pollos de engorde a su máximo desempeño productivo. Además, se debe contar con instalaciones adecuadas en materiales y diseño, que minimicen riesgos de enfermedades causado por factores ambientales. Proveer a las aves agua de calidad y sobre todo un buen manejo en su etapa de crecimiento y desarrollo (García *et al.* 2010).

En cuanto a los costos de producción en los pollos de engorde uno de los más importantes es el alimento, por lo tanto, las raciones deben formularse de una manera adecuada y que contengan un balance correcto en energía, proteína, minerales y ácidos grasos esenciales para, de esta manera, alcanzar el potencial genético del ave (Domínguez Negrete 2019). Actualmente, las granjas de producción de pollos de engorde buscan nuevas alternativas innovadoras para la producción, aprovechando las bondades de los recursos en su entorno. La producción avícola se encuentra en la etapa de transición del sistema de producción convencional a un sistema de producción sostenible, con el propósito de mejorar la calidad del producto y un uso racional de los recursos.

En la industria avícola el uso de la semilla de achiote *Bixa orellana* se ha centrado en la alimentación para mantener la productividad y mejorar la pigmentación de la yema de huevo, piel de pollo y el color de la carne (García *et al.* 2010). Esta semilla provee múltiples beneficios debido a los pigmentos bixina y norbixina (carotenoides) que son de gran utilidad en la industria de los alimentos, además contienen saponinas, compuestos fenólicos, aceites fijos, terpenoides, tocotrienoles y flavonoides (Shilpi *et al.* 2006). “La eficiencia de contener tocotrienoles potentes antioxidante con la habilidad inhibir la peroxidación de los lípidos, producir especies reactivas al oxígeno y la expresión de proteínas de choque térmico” (López-Bellido Garrido y López Bellido 2013).

Un oligoelemento importante para todos los animales es el Se, siendo un componente esencial del sistema antioxidante, es de gran importancia en la nutrición animal, obteniendo beneficios para la salud y calidad del producto (McCartney 2007). Según López-Bellido Garrido y López Bellido (2013), desde el punto de vista bioquímico, el Se forma parte esencial del metabolismo del ser humano y los animales, de esta manera aumenta la productividad y eficiencia de los animales mediante una mejor nutrición.

Las investigaciones más recientes en avicultura buscan alternativas naturales para el manejo y nutrición animal, tomando en cuenta el factor económico al momento de preparar una mezcla balanceada, debido a que la alimentación representa uno de los valores más importantes en cuanto a los costos de producción (Arbor Acres 2009). En la preparación de un alimento balanceado y funcional es importante conocer cada uno de los ingredientes de la dieta, siempre tomando en

cuenta los requerimientos nutricionales, de esta manera proporcionar los nutrientes que el ave digiere y necesita para las funciones productivas (Ravindran 2009).

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la dieta ZamoMeat con inclusión de Selenio (0.2 mg/kg), achiote (1.5%) y semilla de lino (5%) en el desempeño productivo, fisiología digestiva y perfil de ácidos grasos en la pechuga de los pollos de engorde.

2. MATERIALES Y METODOS

Sitio experimental

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, con una altitud de 800 msnm, temperatura anual de 22.8 °C y precipitación anual de 1,100 mm.

Animales, tratamientos y aves

Para la investigación se utilizaron 320 pollos de engorde Ross 308[®] de ocho días de edad, en dos tratamientos experimentales, cuatro repeticiones por tratamiento durante 35 días de edad. Se tomó en cuenta los requerimientos nutricionales de la línea genética en estudio para realizar dos frecuencias alimentarias (8-18 días y 19-35 días).

El alimento balanceado se formuló para satisfacer los requerimientos de la línea genética basados principalmente en maíz y soya. Los tratamientos dietéticos en una dieta basal y la inclusión de una mezcla llamada ZamoMeat rica en selenio, semilla de lino y achiote.

Condiciones experimentales

Cada repetición estuvo constituida por un corral con cama de viruta de madera y 10 aves/m². El alimento y el agua se suministró *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos de niple, respectivamente. La temperatura y la ventilación dentro del galpón se controló mediante criadoras de gas, manejo de cortinas y ventiladores. La nave se desinfectó según las normas de calidad medioambientales. No se utilizó medicamentos, ni atención veterinaria terapéutica durante toda la etapa experimental. Las aves se vacunaron contra Newcastle, Gumboro y bronquitis (primer día).

Desempeño productivo

En cada fase experimental (crecimiento y finalización) se determinaron los indicadores del desempeño productivo de los pollos de engorde. La viabilidad se determinó por los animales vivos entre los existentes al inicio del experimento. Se calculó la conversión alimenticia como la cantidad de alimento ingerido para una ganancia de 1 g de peso vivo (PV). El peso inicial y el final de cada etapa se realizó de forma individual, en una balanza industrial Mettler Toledo[®] IND226 con precisión ± 1.00 g, respectivamente. El consumo de alimento acumulado (CA), se calculó diariamente mediante el método de oferta y rechazo.

Cuadro 1. Ingredientes y aportes para pollos de engorde (8 - 18 días).

Ingredientes	Tratamientos experimentales	
	Control	ZamoMeat
Harina de maíz de descarte (10.59 %)	64.63	62.80
Harina de soya (46.83%)	27.15	24.85
Semilla de lino	0.00	5.00
Premezcla de minerales y vitaminas	0.50	0.50
Cloruro de sodio	0.50	0.50
Aceite de palma africana	3.25	2.70
Colina	0.05	0.05
DL-Metionina	0.31	0.30
L-Treonina	0.12	0.16
L-Lisina	0.34	0.35
Carbonato de calcio	1.53	1.30
Biofos	1.40	1.42
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12
Lbzyme X50 [®]	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05
Total	100	100
Selenio (mg/kg)		0.2
Achiote (%)		1.50
<i>Aportes (%)</i>		
Energía metabolizable (kcal/kg MS)	3,025	3,025
Proteína cruda	20.00	20.00
FDN	15.95	16.15
Fibra cruda	3.06	3.34
Ca	0.84	0.84
P disponible	0.42	0.42
Lisina	1.12	1.12
Metionina+cistina	0.85	0.85
Treonina	0.73	0.73
Triptófano	0.18	0.18

Cuadro 2. Ingredientes y aportes para pollos de engorde (19 - 35 días).

Ingredientes	Tratamientos experimentales	
	Control	ZamoMeat
Harina de maíz de descarte (10.59 %)	66.34	65.58
Harina de soya (46.83%)	25.59	22.42
Semolina de arroz (SA)	0.00	0.00
Semilla de lino	0.00	5.00
Premezcla de minerales y vitaminas	0.50	0.50
Cloruro de sodio	0.35	0.35
Aceite de palma africana	4.00	2.85
Colina	0.05	0.05
DL-Metionina	0.23	0.23
L-Treonina	0.06	0.08
L-Lisina	0.26	0.30
Carbonato de calcio	1.20	1.17
Biofos	1.20	1.25
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12
Lbzyme X50 [®]	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05
Total	100	100
Selenio (mg/kg)		0.2
Achiote (%)		1.5
<i>Aportes (%)</i>		
Energía metabolizable (kcal/kg MS)	3,100	3,100
Proteína cruda	19.00	19.00
FND	14.31	16.38
Fibra cruda	2.79	3.33
Ca	0.76	0.76
P disponible	0.38	0.38
Lisina	1.02	1.02
Metionina+cistina	0.76	0.76
Treonina	0.66	0.66
Triptófano	0.17	0.17

Peso relativo de las porciones comestibles y órganos linfoides

A los 35 días de edad se sacrificaron por el método desangrado en la vena yugular 10 aves/tratamiento en ayunas por seis horas. Para determinar el peso relativo de la canal y vísceras, se realizó un pesaje de los pollos de ceba antes del sacrificio en una balanza digital “Truweigh™ Blaze digital scale” BL-100-01-BK con precisión ± 0.1 g. Después del sacrificio se pesó la canal, vísceras comestibles (hígado, corazón y molleja), pechuga, hígado, grasa abdominal, bolsa de Fabricio, timo, bazo, intestino delgado y ciegos.

Perfil de ácidos grasos de la pechuga

Se tomaron 0.5 g de las tres muestras de pechugas previamente seleccionadas. Se utilizó hexano como solvente y se reguló la temperatura a 47 °C. El tiempo de extracción fue aproximadamente de cuatro horas (AOAC 1995). Para eliminar el éter etílico anhídrido residual en las muestras, se utilizó una campana, con temperatura regulada a 38 °C. Por último, las muestras se colocaron en una campana de extracción de solventes en hornillas a 38 °C. Los ácidos grasos en forma de metil esterres se separaron en una columna capilar HP-23 cis\trans (60 m × 250 µm ID × 0,25 µm espesor de película) mediante un cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de flama (FID).

Análisis estadísticos

Los datos se procesaron mediante la prueba t de Student desapareada, según diseño completamente aleatorizado (DCA). Previamente, se verificó la normalidad de los datos por la prueba de Kolmogorov-Smirnov (1951) y la uniformidad de la varianza por la prueba de Bartlett (1937). Para los daños corporales se utilizó una comparación de proporciones. Se usó el software estadístico SPSS versión 23.0.1.2014.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desempeño productivo de los pollos de engorde Ross 308[®] con la dieta control y ZamoMeat durante la primera etapa de crecimiento, 9 a 18 días presentaron diferencias significativas en el peso vivo ($P \leq 0.05$). El peso vivo de las aves alimentadas con la dieta control fue superior en contraste con la dieta ZamoMeat. Sin embargo, para los parámetros evaluados consumo de alimentos y conversión alimenticia no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$). En la etapa comprendida entre 19 y 35 días no se observaron diferencias significativas en el peso vivo, consumo de alimento y conversión alimenticia en los pollos de engorde ($P > 0.05$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de ZamoMeat en el desempeño productivo de pollos de engorde

Items	Tratamientos		EE±	Valor de P
	Control	ZamoMeat		
<i>9-18 días</i>				
Peso vivo (g)	562.16	518.93	12.544	<0.029
Consumo de alimento (g)	508.03	470.33	18.788	0.206
Conversión alimenticia	1.36	1.31	0.123	0.778
Viabilidad (%)	100.00	99.00	0.408	0.134
<i>19-35 días</i>				
Peso vivo (g)	1,900.00	1,817.11	34.572	0.111
Consumo de alimento (g)	2,244.59	2,176.70	45.797	0.730
Conversión alimenticia	1.68	1.68	0.029	0.965
Viabilidad (%)	98.50	99.00	1.275	0.791
<i>0-35 días</i>				
Consumo de alimento (g)	2,752.62	2,647.00	59.834	0.258
Conversión alimenticia	2.16	2.18	0.033	0.765
Viabilidad (%)	99.25	99.00	0.604	0.780

En el Cuadro 3 se observa el efecto de ZamoMeat en el desempeño productivo de pollos de engorde hasta los 35 días, donde únicamente el peso vivo durante la etapa de crecimiento de 9 a 18 días mostros diferencias significativas ya que el peso con la dieta ZamoMeat fue menor, esto se pudo deber a que en una investigación realizada por Gallinger (2010), establece que la semilla de lino posee mucílagos y sustancias que afectan el desempeño de las aves porque aumentan la velocidad del tracto intestinal y producen una disminución en el aprovechamiento de los nutrientes, lo cual concuerda con los datos obtenidos en esta investigación.

Según Woods *et al.* (2020), quienes en su investigación evaluaron el efecto de selenio en dietas de pollos de engorde de 0 a 35 días, donde igual que estos resultados no encontraron diferencias significativas en el peso vivo, consumo de alimento y conversión alimenticia de los pollos. Además, esto concuerda con Shan y Davis (1994), quienes afirmaron que el selenio suplementario no indicó un efecto sobre el crecimiento de los pollos.

Una investigación realizada por Ajuyah *et al.* (1991), quienes informaron que los alimentos que contienen las semillas oleaginosas como la semilla de lino en diferentes porcentajes no produjo un efecto significativo en el peso vivo de las aves.

Los resultados concuerdan con Ríos Bermeo (2018), quien en su investigación evaluó el efecto de la inclusión de tres niveles de achiote *Bixa orellana* en las dietas de pollos de engorde sin encontrar diferencias significativas en el peso vivo, consumo de alimento y conversión alimenticia de las aves.

El porcentaje de viabilidad fue excelente en ambos tratamientos. Esto coincide con Soria (2014), quien indica que en la crianza de aves se puede tener una mortalidad en un rango de 2 a 5%. Aunque no se encontraron diferencias significativas en este parámetro de desempeño productivo se encuentra en el rango establecido.

Las porciones comestibles: canal, pechuga y pierna en conjunto con la grasa abdominal no presentaron diferencias significativas en el día 35 cuando se realizó el sacrificio de los pollos de engorde ($P > 0.05$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de ZamoMeat en las porciones comestibles y grasa abdominal de pollos de engorde (35 días).

Items (%)	Tratamientos		EE±	Valor de P
	Control	ZamoMeat		
Canal	68.26	66.45	1.023	0.228
Pechuga	31.80	30.33	0.862	0.240
Pierna	14.42	15.14	0.361	0.175
Grasa abdominal	1.33	1.18	0.140	0.443

En el Cuadro 4 se observa el efecto de ZamoMeat en las porciones comestibles como canal pechuga, pierna y grasa abdominal de pollos de engorde, donde no se encontraron diferencias significativas entre las dietas. Una investigación realizada por Taylor-Pickard (2020), afirma que los animales de crecimiento rápido requieren una gran cantidad de antioxidantes para poder garantizar mejores resultados, ya que los tejidos musculares contienen muchas células y su actividad metabólica es más elevada. Por lo cual se podría mencionar que la inclusión de antioxidantes en la dieta debería ser mayor para obtener valores significativos en los rendimientos de la canal y partes comestibles de los pollos de engorde. Khatun *et al.* (2017), informan que las dietas ricas en grasas saturadas aumentan la eficiencia alimentaria, cantidad de grasa abdominal y rendimiento en la canal, sin embargo, en nuestra investigación no se encontraron diferencias significativas ya que los dos tratamientos utilizados cuentan con cantidades similares de grasas saturadas.

En el Cuadro 5 se observa el efecto de la dieta control y ZamoMeat en el peso relativo de las vísceras, órganos digestivos y morfometría intestinal de los pollos de engorde, donde el corazón, proventrículo y molleja presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. El peso relativo del corazón y proventrículo fue superior en aves alimentadas con la dieta control, en

cambio el valor más alto del porcentaje de molleja fue mayor con el tratamiento ZamoMeat. En cuanto al peso relativo del hígado, páncreas, intestino delgado y ciegos presentaron valores similares ($P > 0.05$). Además de que el peso relativo del intestino delgado y ciegos no presentaron diferencias significativas al igual que en la morfometría intestinal (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de ZamoMeat en el peso relativo de las vísceras, órganos digestivos y morfometría intestinal de pollos de engorde (35 días).

Items (%)	Tratamientos		EE±	Valor de P
	Control	ZamoMeat		
Hígado (%)	2.12	2.00	0.097	0.378
Corazón (%)	0.481	0.336	0.025	0.001
Pancreas (%)	0.25	0.188	0.021	0.067
Proventrículo (%)	0.51	0.30	0.045	0.003
Molleja (%)	1.74	2.05	0.105	0.050
Intestino Delgado (%)	5.12	5.60	0.199	0.106
Ciegos (%)	0.76	0.85	0.060	0.304
Intestino delgado (cm)	19.40	20.30	1.180	0.950
Ciegos (cm)	2.08	2.09	0.044	0.596

En el Cuadro 5 se observa el peso relativo de los órganos de los pollos de engorde a los 35 días de producción. Se encontraron diferencias significativas en el peso relativo del corazón, proventrículo y molleja. Una investigación realizada por Svihus (2014), menciona que las aves cuentan con dos compartimientos, molleja y proventrículo, que juegan un rol importante en la digestión de los alimentos, ya que el proventrículo desempeña la función glandular, como la secreción de ácido clorhídrico y pepsinógeno, cumpliendo la función de preparar el alimento antes de que lleguen a la molleja. Estos dos compartimientos van de la mano, cuando el trabajo de uno es mayor el del otro es menor, el peso relativo del proventrículo con la dieta control es mayor debido a que en este órgano ocurre la mayor degradación del alimento ya que cuenta con una menor cantidad de semillas y por consecuente el peso de la molleja con dieta control fue menor debido a que realizó un menor trabajo, lo cual concuerda con Amerah *et al.* (2009) y Svihus *et al.* (2013), quienes afirman que el uso de aditivos en la dieta como aceites provenientes de semillas, demuestran que tiene relación con el crecimiento del sistema digestivo.

Según Klasing (1999), la función principal de la molleja es pulverizar y moler los alimentos para reducir su tamaño y aumentar su superficie. El peso de la molleja con la dieta ZamoMeat fue mayor, esto se debió a la mayor cantidad de semillas que esta dieta contiene obligando a que genere un mayor trabajo de trituración. La inclusión de ciertos componentes en las dietas asegura un mayor crecimiento de algunos órganos y esto depende de la función de cada uno de ellos.

Según Calder (2004), el omega 3 tiene la capacidad de reducir el nivel de lipoproteínas en el plasma, por lo que previene enfermedades cardiovasculares. El peso relativo del corazón con la dieta ZamoMeat fue menor debido a la cantidad de omega 3 que esta dieta cuenta generando menores problemas cardiovasculares y de esta manera reducir la presión cardíaca por consecuente el corazón efectuara un menor trabajo.

Cuadro 6. Efecto de ZamoMeat en el peso relativo de los órganos linfoides de pollos de engorde.

Items (%)	Tratamientos		EE±	Valor de P
	Control	ZamoMeat		
Bolsa de Fabricio (%)	0.08	0.08	0.012	0.823
Timo (%)	0.19	0.13	0.022	0.082
Bazo (%)	1.70	1.30	0.102	0.012

Un estudio realizado por Hernández Badilla (1998) el peso del ave está ligado con el peso de los órganos linfoides. El bazo es el órgano linfoide secundario del sistema inmunológico de las aves, lo que cumple funciones importantes en la resistencia a enfermedades, filtración de la sangre y producción de anticuerpos (Kannan *et al.* 2015). El peso relativo del bazo del tratamiento ZamoMeat fue menor debido a que esta dieta contiene mayor contenido de omega 3 y según Gallinger (2010), los ácidos grasos poliinsaturados n-3 son esenciales para el normal crecimiento y desarrollo de seres humanos y animales, juegan un rol importante en la prevención y el manejo de enfermedades.

Un estudio realizado por Lagawany y Elnesr (2019), indican que los ácidos grasos omega 3 tienen propiedades anti-inflamatorias o reductoras de la inflamación relacionadas con problemas de salud. Por consecuente, dando como resultado un animal más sano, de esta manera se redujo la exposición de enfermedades, generando un menor trabajo del bazo. En un estudio realizado por Hernández Badilla (1998), en la cual por medio del índice morfométrico mostró que los órganos linfoides tienden a cambiar su peso en relación con el tiempo y específicamente influido por el ambiente al que fue sometido el ave.

En el Cuadro 7 se observa el efecto de ZamoMeat en el perfil de ácidos grasos en la pechuga de pollos de engorde. La dieta control y ZamoMeat no presentó diferencias significativas en los ácidos grasos saturados (AGS) de la pechuga de los pollos de engorde ($P > 0.05$). Con respecto a los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) únicamente mostró diferencias significativas en omega-3 (C18:3n3), siendo superior en las aves alimentadas con ZamoMeat ($P \leq 0.05$). Los pollos de engorde alimentadas con ZamoMeat mostraron mayor presencia de Ácidos Grasos Poliinsaturados AGPI en comparación al control ($P \leq 0.05$). La relación de AGS/AGPI y la relación de omega 6/omega 3 fueron estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$).

De acuerdo con González *et al.* (2008), quienes afirmaron que la carne de pollo debe tener un menor contenido de colesterol y de grasas saturadas, y una mayor concentración de grasas poliinsaturadas como el omega 3. Lo que se ve reflejado en este estudio con la dieta ZamoMeat que incremento el contenido de omega 3, reduciendo la relación de omega 6/omega 3 a 2.15, siendo mejor en comparación a la dieta control con una relación de 11.02 de omega 6/omega 3, se debió a que el tratamiento de ZamoMeat contaba con la inclusión de semilla de lino y según Gallinger (2010), quien observo que la semilla de lino, es un alimento con alto grado de ácidos grasos n-3. Este indicador de ácidos grasos en la pechuga de los pollos de engorde se fundamenta con la relación de AGS/AGPI obteniendo los mejores resultados con la dieta ZamoMeat. Lo cual concuerdan con un experimento de Ajuyah *et al.* (1991), quienes afirmaron que las dietas con la inclusión de semilla de lino dieron como resultado un enriquecimiento sustancial de los tejidos y la canal de ácidos grasos n-3, en los pollos de engorde.

Cuadro 7. Efecto de ZamoMeat en el perfil de ácidos grasos en la pechuga de pollos de engorde.

Items (%)	Tratamientos		EE±	Valor de P
	Control	ZamoMeat		
C14:0	1.35	1.08	0.106	0.151
C16:0	23.54	22.31	2.053	0.694
C18:0	6.00	6.58	0.743	0.614
AGS	30.89	29.96	2.777	0.826
C16:1n9	5.24	4.56	0.408	0.308
C18:1n9	33.20	29.30	2.180	0.274
C18:1n11	3.85	3.48	0.316	0.451
C22:1n13	0.72	0.74	0.075	0.883
AGMI	43.01	38.08	2.887	0.161
C18:2n6	15.95	17.48	3.055	0.741
C18:3n3	1.45	8.08	0.394	0.001
C20:3n6	1.07	1.24	0.197	0.567
AGPI	18.46	26.08	1.430	0.016
AGS/AGPI	1.68	1.15	0.098	0.018
Omega 6/omega 3	11.02	2.15	0.974	0.003
Ácidos grasos trans	0.00	0.00		

Es importante considerar que las dietas deben mejorar la concentración de nutrientes en la carne, satisfacer la preferencia del consumidor, conservar el ambiente, mantener la salud del ave y garantizar un producto inocuo para el consumidor González *et al.* (2008). Debido a la semilla de lino, ZamoMeat incrementó el contenido de omega 3 en la pechuga de los pollos de engorde haciendo de este un producto saludable para el consumo humano. Los resultados obtenidos del aumento del ácido graso C18:3n-3 con la dieta ZamoMeat concuerda con Betancourt y Díaz (2009), quienes afirmaron que el ácido α -linolénico (C18:3n-3), cuyo contenido se incrementó de acuerdo con el aumento del nivel de inclusión de linaza en la dieta de las aves.

4. CONCLUSIONES

- El uso de la dieta ZamoMeat en pollos de engorde no influyó significativamente en el desempeño productivo.
- El peso relativo de la molleja incrementó con la inclusión de la dieta ZamoMeat y el peso relativo del corazón disminuyó, en cuanto a las porciones comestibles y grasa abdominal no se mostraron diferencias debido a los tratamientos.
- La inclusión dietética con ZamoMeat enriqueció la pechuga con omega 3.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar otras mezclas funcionales en las dietas de pollos de engorde en la etapa productiva.
- Determinar la actividad inmunológica de los pollos de engorde cuando se incluye ZamoMeat.
- Replicar el experimento utilizando diferentes líneas genéticas avícolas.

6. LITERATURA CITADA

- Ajuyah AO, Lee KH, Hardin RT, Sim JS. 1991. Changes in the yield and in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. *Poultry Science*. 70(11): 2304-2314. <https://doi.org/10.3382/ps.0702304>
- Amerah AM, Ravindran V, Lentle RG. 2009. Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *British Poultry Science*. 50(3): 366–375. doi: 10.1080/00071660902865901.
- Arbor Acres. 2009. Guía de manejo del pollo de engorde. EEUU: Aviagen; [consultado el 03 de oct. de 2020]. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf
- Betancourt L, Díaz G. 2009. Enriquecimiento de huevos con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación con semilla de lino (*Linum usitatissimum*) en la dieta. *Revista MVZ Córdoba*. 14(1): 1602-1610. doi: 10.21897/rmvz.369
- Calder P. C. 2004. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. *Clinical Science*. 107(1): 1-11. doi: 10.1042/CS20040119.
- Domínguez Negrete LA. 2019. Papel de los antioxidantes frente a el estrés oxidativo y el síndrome ascítico en pollos de engorda. [Tesis]. Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro-México. 60 p.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2020. Producción avícola. Italia: FAO; [consultado el 03 de oct. de 2020]. <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>
- Gallinger C. 2010. Omega-3 en pollos. *Revista RIA*. 15(1) :12-10.
- García EA, Molino AB, Gonçalves HC, Junqueira OM, Pelícia K, Osera RH, Duarte KF. 2010. Ground annatto seeds (*Bixa orellana L.*) in sorghum-based commercial layer diets and their effects on performance, egg quality and yolk pigmentation. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 12: 259-264. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2010000400007>
- López-Bellido Garrido FJ, López-Bellido L. 2013. Selenio y salud; valores de referencia y situación actual de la población española. *Nutrición Hospitalaria*. 28(5): 1396–406. doi: 10.3305/nh.2013.28.5.6634
- González AJM, Huerta BM, Miranda RLA Cadena MA, Martínez AJA, Crespo LG. 2008. La carne de pollo nutricionalmente enriquecida: genera valor agregado y rentable. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma Chapingo.
- Hernández Badilla MA. 1998. Caracterización del desarrollo de la bolsa de Fabricio, timo y bazo en aves tipo Leghorn, libres de patógenos específicos (LPE). [Tesis de pregrado]. Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile. 40 p.
- Kannan TA, Geetha R, Ushakumari S, Dhinakarraj G, Vairamuthu S. 2015. Electron microscopic studies of spleen in chicken (*Gallus domesticus*). *International Journal of Advanced Veterinary Science and Technology*. 4(1): 160-165. doi: 10.23953/cloud.ijavst.180

- Khatun J, Loh TC, Akit H, Foo HL, Mohamad R. 2017. Fatty acid composition, fat deposition, lipogenic gene expression, and performance of a broiler-fed diet supplemented with different oil sources. *Animal Science Journal*. 88(9): 1406 - 1413. doi: 10.1111/asj.12775.
- Klasing KC. 1999. Avian gastrointestinal anatomy and physiology. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 8(2): 42-50. [https://doi.org/10.1016/S1055-937X\(99\)80036-X](https://doi.org/10.1016/S1055-937X(99)80036-X)
- Lagawany M, Elnesr S. 2019. Ácidos grasos omega-3 y omega-6 en la nutrición avícola efecto sobre el rendimiento de la producción y la salud. España: nutriNews; [actualizado el 04 de oct. de 2019; consultado el 21 de oct. de 2020]. <https://nutricionanimal.info/acidos-grasos-omega-3-y-omega-6-en-nutricion-avicola/>
- McCartney E. 2007. Selenio un nutriente esencial para humanos y aves. *Selecciones Avícolas*. 91-96.
- Ravindran V. 2009. Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; [consultado el 07 de oct. de 2020]. <http://www.fao.org/3/a-http://www.fao.org/3/a-al706s.pdf>
- Ríos Bermeo SN. 2018. Evaluación del pigmentante natural *Bixa orellana* L. (Achiote) en la dieta de pollos de engorde en el cantón Morona. [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 83 p.
- Shan AS, Davis RH. 1994. Effect of dietary phytate on growth and selenium status of chicks fed selenite or selenomethionine. *Poultry Science*. 35(5): 725- 741. doi: 10.1080/00071669408417738.
- Shilpi JA, Taufiq-Ur-Rahman Md, Uddin SJ, Alam MdS, Sadhu SK, Seidel V. 2006. Preliminary pharmacological screening of *Bixa orellana* L. *Journal of Ethnopharmacology*. 108(2): 264-271. doi: 10.1016/j.jep.2006.05.008.
- Soria A. 2014. The handling of cattle pre slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behavior Science*. 28(1-2): 171 – 186. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(90\)90052-F](https://doi.org/10.1016/0168-1591(90)90052-F)
- Svihus B, Choct M, Classen H. 2013. Function and nutritional roles of the avian caeca. *World's Poultry Science Journal*. 69(02): 249- 258. doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933913000287>
- Svihus B. 2014. Function of the digestive sistem. *Poultry Science*. 23(2): 306-314. <https://doi.org/10.3382/japr.2014-00937>
- Taylor-Pickard J. 2020. El selenio orgánico, una opción para mejorar la calidad de la carne de pollo. EEUU: Alltech; [consultado el 18 de sept. de 2020]. [https://alltechspain.blogspot.com/2015/06/el-selenio-organico-una-opcion-para.html#:~:text=A%C3%B1adir%20el%20antioxidante%20selenio%20a,de%20calidad%20de%20la%20carne.&text=El%20oligoelemento%20selenio%20\(Se\)%20es,integridad%20de%20las%20membranas%20celulares.](https://alltechspain.blogspot.com/2015/06/el-selenio-organico-una-opcion-para.html#:~:text=A%C3%B1adir%20el%20antioxidante%20selenio%20a,de%20calidad%20de%20la%20carne.&text=El%20oligoelemento%20selenio%20(Se)%20es,integridad%20de%20las%20membranas%20celulares.)

Woods SL, Sobolewka S, Rose SP, Whiting IM, Blanchard A, Ionescu C, Bravo D, Pirgozliev V. 2020. Effect of feeding different sources of selenium on growth performance and antioxidant status of broilers. *Poultry Science*. 61(3): 274-280. doi: 10.1080/00071668.2020.1716301