

# Comportamiento productivo y calidad de la carne en pollos de engorde utilizando trigo tropical (*Coix Lacryma Jobi*)

Productive behavior and quality of meat in broilers using tropical wheat (*Coix Lacryma Jobi*)

Óscar Patricio Núñez-Torres<sup>1\*</sup>, Jeaneth Guadalupe Pilatuña-Gualaceo<sup>1</sup>,  
Roberto Ismael Almeida-Secaira<sup>1</sup>

Cómo citar este artículo: Núñez-Torres, O. P., Pintaluña-Gualeco, J. G., y Almeida-Secaira, R. I., (2019). Comportamiento productivo y calidad de la carne en pollos de engorde utilizando trigo tropical (*Coix Lacryma Jobi*). *Revista Ciencias Agropecuarias*, 6(1), 35 – 50. DOI: 10.36436/24223484.315

<sup>1</sup> Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

\* Autor de correspondencia:  
op.nunez@uta.edu.ec

## Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de trigo tropical (*Coix Lacryma Jobi*), sobre los índices productivos y la calidad de la carne pollos de engorde Cobb 500 de 1 día, en la parroquia Veracruz perteneciente al cantón Puyo, provincia de Pastaza, Ecuador. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, el ensayo duró 42 días dispuestos en 4 tratamientos y 5 repeticiones, se manejaron tratamientos con diferentes niveles de inclusión (20 %, 30 %, 40 %) y un testigo (0 %). En la etapa inicial presentaron para Ganancia de Peso 382.1 g vs. T0 = 334.5 g, conversión alimenticia 1.04 vs. T0 = 1.17. Para la etapa de crecimiento se obtuvo una conversión alimenticia de 1.23 vs. T0 = 1.29 y en la etapa de engorde se obtuvo una ganancia de peso 1289.84 g vs. T1 = 1243.98 g, conversión alimenticia de 1.06 vs. T1 = 1.66, con mortalidad de 2 %

**Palabras clave:** producción avícola, calidad de carne, dieta alternativa, rentabilidad.

**Keywords:** Poultry production, Meat quality, Alternative diet, Profitability.

en la etapa de crecimiento y engorde. Se evaluaron los Índices de Eficiencia Europea e Ingalls-Ortiz obteniendo valores de 401.18 y 1.45, respectivamente. Para el rendimiento a la canal, T3 = 1864.2 g, comparando con los demás tratamientos. En las pruebas fisicoquímicas se obtuvieron mejores resultados con T2 con un pH = 6.02 vs. T3 = 5.84, color y capacidad de retención de agua 46.48 % vs. T1 = 23 %, y mejor rentabilidad con la T3. Concluyendo que una inclusión de 40 % de trigo tropical en las dietas de pollos de engorde ayuda a mejorar los parámetros zootécnicos, calidad de carne y rendimiento económico.

## Abstract

*The aim of the research was to test the effect of including tropical wheat (Coix Lacryma Jobi), on the productive indices and quality of the meat, 1-day Cobb 500 broilers, in the Veracruz Parish belonging to the Puyo canton, province of Pastaza, Ecuador, a randomized block design was used, the trial lasted 42 days arranged in 4 treatments and 5 repetitions, treatments with different inclusion levels (20%, 30%, 40%) and control (0%) were handled. In the initial stage presented for weight Gain 382.1 g vs. T0 = 334.5 g, feed conversion 1.04 vs. T0 = 1.17, for the growth stage a feed conversion of 1.23 vs. T0 = 1.29, and in the fattening stage the weight gain was 1289.84 g, vs. T1 = 1243.98 g, feed conversion of 1.06 vs. T1 = 1.66, with a mortality of 2 % in the stage of growth and fattening. The European and Ingalls-Ortiz Efficiency Indices were evaluated getting values of 401.18 and 1.45, respectively, for the yield to the carcass, T3 = 1864.2 g, compared with the other treatments. The physical-chemical tests got better results with T2 with a pH = 6.02 vs. T3 = 5.84, color and water retention capacity 46.48% vs. T1 = 23%, and better profitability with T3. Concluding the inclusion of 40% of tropical wheat in the diets of broilers helps to improve animal husbandry indexes, meat quality, and economic yield.*

## Introducción

Ortiz (7) menciona que la producción avícola en Ecuador, según estudios realizados por la CONAVE (Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador), en 2012 representó el 13 % del PIB (Producto Interno Bruto) agropecuario y el 4.6 %

del PEA (Población Económicamente Activa); por ello, la avicultura se ha convertido en una de las actividades pecuarias más importantes del país tanto por los ingresos económicos que genera, y a la vez por su importancia alimenticia y nutricional para el ser humano. Orellana (6) recalca la evolución del consumo per cápita de

carne de pollo en Ecuador mediante los censos realizados por la CONAVE en 2015, iniciando en 1990 con 7 kg/persona/año, en 2006 con 23 kg/persona/año y en 2015 con 35 kg/persona/año, debido a que los ecuatorianos consumen en su gran mayoría carne de pollo por su bajo costo en libras en comparación con otras carnes.

Investigaciones realizadas por la FAO (3) han demostrado su alto valor nutricional. Aparte menciona que la calidad de la carne se define generalmente en función a su calidad composicional (coeficiente magro-graso) y de factores de palatabilidad tales como: su aspecto, firmeza, jugosidad, textura, olor y sabor, mientras que la calidad nutritiva es objetiva; por otro lado, la calidad como producto comestible es percibida por el consumidor de forma subjetiva. Para determinar dichos parámetros se han desarrollado miles de pruebas tanto instrumentales como sensoriales.

Schonberger (13) menciona que, según información de la AFABA (Asociación de Fabricantes de Alimentos Balanceados), el sector avícola consume el 76 % del total de los alimentos balanceados producidos. Tradicionalmente el maíz constituye entre el 50 y 60 %, mientras que la torta de soya entre un 15 y 20 % de la composición del balanceado, lo que a su vez representa cerca del 69 % de los costos de producción, por lo cual la producción mensual de maíz y soya no abastece la demanda nacional y es necesario importar estas materias primas de otros países como son EE. UU., Bolivia y Argentina, incrementando así aún más los costos de producción de dicho sector.

Herrera y (4). En el comportamiento productivo de 144 pollos de ceba (72 por sexo, con 1 día de edad y 50 g de peso) que se alimentaron con balanceado comercial (grupo control) y la sustitución de una parte del maíz y soya por harina de semillas tostadas de gandul (*Cajanus*

*cajan*) (6 %), los tres tratamientos experimentales fueron: T1, 120 °C por 12 min; T2: 130 °C por 15 min; y T3: 140 °C por 18 min, concluyendo que al análisis estadístico ( $P > 0,05$ ), el mejor tratamiento fue T1 con un consumo total de materia seca (7744.90 g), ganancia media diaria de peso vivo acumulada (62.79 g), peso vivo final por animal (3566.43 g) y la mejor eficiencia en el uso de la proteína y la energía. No hubo diferencias en la conversión de alimentos y todas las dietas cubrieron los requerimientos nutricionales, demostrando que es posible mejorar el comportamiento productivo de pollos de ceba en inicio y crecimiento-ceba, con la sustitución del 6 % de la soya y el maíz de la ración por harina de semillas tostadas de *Cajanus cajan*.

Barragán (1) midió el rendimiento de la canal de pollos de engorde, adicionando a la dieta germinado de Triticale (*Triticosecale wittmack*) así como evaluó el rendimiento de las partes seccionadas principales y secundarias. En dicho experimento utilizó 100 pollos de un día de edad. El programa de alimentación fue en dos fases: iniciación que comprendió del día 0 al 28, y la etapa de finalización que fue del día 29 al 42; los primeros 7 días se dio únicamente balanceado comercial y la adición de germinado de Triticale al alimento comercial fue a partir del día 7 al 42 de edad. Los tratamientos fueron: T1 = alimento comercial y T2 = sustitución de germinado de Triticale al alimento comercial en un 5 %. Los resultados obtenidos para todas las variables analizadas mostraron que T1 fue el mejor presentando valores para rendimiento en canal con 80.37 %, para rendimiento en pechuga con 30.44 %, mientras que para rendimiento en pierna y muslo T2 fue el mejor con 27.55 % y para rendimiento en ala T1 con 10.06 %. Por último para rendimiento en menudencia T2 con 12.56 %. En este contexto se plantea como alternativa la formulación de concentrados a base de productos no convencionales que permitan

mejorar el rendimiento productivo de las aves y minorar los costos de producción, por lo que el uso de trigo tropical se presenta como solución a este problema. Por lo tanto, se ha visto la necesidad de modernizar e intensificar el campo de la avicultura para aumentar su productividad y eficacia, por ello se pretende buscar nuevas formas de alimentación y el aprovechamiento de los recursos propios de la zona. Las semillas como es el caso del trigo tropical (*Coix lacryma jobi*), el cual crece de forma abundante y su cultivo no requiere de manejo técnico, además de tener un alto valor nutricional es rico en carbohidratos y proteína. Sin embargo, el desconocimiento sobre su valor nutricional ha llevado a los campesinos a la utilización de dicha semilla de forma rústica e inapropiada en la alimentación de las aves. La hipótesis del ensayo fue el uso de trigo tropical (*Coix lacryma jobi*) que influye sobre los índices productivos y la calidad de la carne en pollos de engorde. El objetivo de la investigación es evaluar el trigo tropical (*Coix lacryma jobi*) sobre los índices productivos y calidad de la carne en pollos de engorde.

## Materiales y métodos

El presente trabajo investigativo se realizó en la parroquia Veracruz perteneciente al cantón Puyo, provincia de Pastaza, la cual está ubicada a 7 km de la ciudad de Puyo. Presenta condiciones geográficas tales como: altitud 925 m s. n. m., latitud 1° 29' 01" S, longitud 78° 00' 09" O, temperatura media: 18° C a 24° C, clima cálido húmedo. Los factores de estudio en la administración de diferentes dietas elaboradas a base de trigo tropical para pollos de engorde con diferentes niveles de inclusión y una dieta control están distribuidos de la siguiente manera:

- T0: 0 % de trigo tropical (*Coix lacryma - jobi*).
- T1: 20 % de trigo tropical (*Coix lacryma - jobi*).

- T2: 30 % de trigo tropical (*Coix lacryma - jobi*).
- T3: 40 % de trigo tropical (*Coix lacryma - jobi*).

Se utilizaron 200 pollos de engorde línea Cobb 500 de un día de edad, además se administraron vacunas como: Bronquitis, Newcastle y Gumboro, se formuló una dieta a base de: trigo tropical, maíz, afrecho, aminoácidos, carbonato, fosfato, etc. Las 5 repeticiones y los 4 tratamientos grupos se ubicaron en 20 cubículos de 1 m<sup>2</sup>, utilizando un área total de 28 m<sup>2</sup>. El número de animales por unidad experimental en cada cubículo fue de 10. El experimento se desarrolló con el diseño de bloques completamente al azar. Se analizaron cuatro tratamientos con cinco repeticiones cada uno. Tres de los tratamientos recibieron una inclusión de trigo tropical al 20, 30 y 40 %, respectivamente, más un tratamiento testigo con 0 % de trigo tropical.

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) con comparación de medias en diferentes niveles de significancia Tukey. Los animales registraron un peso promedio de 48.8 g, divididos en 4 grupos con 50 pollos cada uno, se ubicaron en 20 cubículos de 1 m<sup>2</sup>, utilizando un área total de 28 m<sup>2</sup>, y el número de animales por unidad experimental fue de 10. El experimento se desarrolló con el diseño de bloques completamente al azar. Se analizaron cuatro tratamientos con cinco repeticiones cada uno. Tres de los tratamientos recibieron una inclusión de trigo tropical al 20, 30 y 40 %, respectivamente, más un tratamiento testigo con 0 % de trigo tropical.

### Conversión alimenticia

Define la relación que existe entre el alimento que consume con el peso que gana, se puede calcular de forma diaria, semanal al saque o

acumulada. Se determina con la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Peso vivo del animal}}$$

Interpretación:

Cuanto menor sea la conversión, más eficiente es el ave.

### Ganancia de peso, g

$$GP(\text{lote}) = \text{Peso Final} - \text{peso Inicial}$$

Determina cuántos gramos o kilogramos gana el animal o el lote en un tiempo establecido. Se puede calcular de forma semanal o al saque.

### Mortalidad, %

Define el porcentaje de animales vivos al final del ciclo de producción, que puedan ser sacrificados.

$$M = \frac{\text{Aves muertas}}{\text{Aves iniciales}} * 100$$

### Índice de Eficiencia Europea

Se utiliza para medir y comparar la eficiencia obtenida en explotaciones de pollos de engorde, dado que indicadores productivos tales como peso, conversión y mortalidad varían en función de algunos factores (entre estos la edad). Este valor unifica todos los anteriores y los conjuga para determinar un valor absoluto relativo a los indicadores de producción, de manera que se convierta en una fuente de comparación.

La fórmula utilizada para hacer el cálculo fue la siguiente:

$$IEE = \frac{\text{Viabilidad (\%)} * \text{Peso promedio al sacrificio}}{\text{Edad en días} * \text{Conversion alimenticia}} * 100$$

### Índice de Ingalls-Ortiz

Este índice constituye un complemento de los costos contables ya que permite calcular de manera rápida la utilidad desde un punto de vista económico, a su vez permite comparar la eficiencia económica entre diferentes lotes de una misma explotación. Para calcular el IOR se necesita dividir el ingreso bruto entre el costo del alimento consumido y desperdiciado agregando un factor de ajuste (FA), el cual estima los otros datos de la producción.

La fórmula utilizada para hacer el cálculo es la siguiente:

$$IOR = \text{Ingreso Total (IT)} / \text{Costos de Producción (CP)}$$

Para analizar esta variable se llevó a cabo el faenamiento de 5 aves por tratamiento, 1 por repetición, y se pesó cada ave antes del sacrificio.

- Rendimiento en canal caliente, g  
El peso de la canal caliente se obtuvo después del sacrificio, desplume y separación de los componentes viscerales como son: corazón, cuello, hígado, molleja y patas.
- Rendimiento en canal fría, g  
Es el peso que se obtuvo tras refrigeración a una temperatura de 4 °C por 24 horas.
- Canal caliente, %  
El peso de la canal caliente se dividió para el peso vivo al sacrificio y se multiplicó por 100.
- Canal fría, %  
Es el peso de la canal después de ser sometido a congelación por 24 horas, dividido para el peso vivo al sacrificio y multiplicado por 100.

## Rendimiento en partes seccionadas, %

- Rendimiento en pechuga, %

Se realizó la extracción del músculo de la pechuga libre del hueso de la clavícula, y costillas.

- Rendimiento pierna-muslo, %

Desde la articulación coxofemoral o de la cadera con el fémur, la articulación de la rodilla, (femorotibiorrotuliana) hasta la unión con la articulación tibiotalariana.

- Rendimiento en ala, %

Desde la articulación escapulo-humeral hasta las falanges.

- Rendimiento en menudencias, %

Se pesó el corazón, la molleja y el hígado.

- Rendimiento en carcañal, %

Es la parte que corresponde al resto de la canal donde se incluye rabadilla, pescuezo y espinazo. Para determinar el rendimiento por piezas se utilizó la siguiente fórmula:

Para cada tratamiento se efectuó el análisis de varianza (ANOVA) y las pruebas de significancia Tukey al 5 %, para observar diferencias estadísticas entre los tratamientos. La ganancia de peso se procedió a determinar por etapas para lo cual se tomó el peso de las aves del día 1 de edad, registrando los datos en gramos (g). Al finalizar la etapa inicial se tomó el primer pesaje que comprende hasta el día 14, el segundo pesaje que incluye la etapa de crecimiento se realizó hasta el día 28 y por último el tercer pesaje se hizo el día 42 que comprende la etapa de engorde. La ganancia de peso así como la conversión alimenticia también se determinaron por etapas, y para ello se utilizó la base de datos de ganancia de peso y consumo de alimento.

## Resultados

En la etapa inicial (1-14 días), la ganancia de peso evidenció diferencias altamente significativas ( $P = 0.0001$ ) entre los tratamientos. Se registran rangos de significancia y fue mejor T3 (382.1 g), seguido por T2 (356.7 g), T1 (346.24 g) y T0 (334.5 g), respectivamente. En cuanto a la conversión alimenticia muestra diferencias estadísticas altamente significativas ( $P = 0.0001$ ), entre los tratamientos se observó una mejor conversión alimenticia para T3 (1.04), seguido de T1 (1.1), no difieren entre sí T2 (1.13), difiriendo de T0 (1.17). En cuanto al porcentaje de mortalidad en esta etapa, todos los tratamientos presentaron 0 % de mortalidad (Tabla 1).

En relación con la variable ganancia de peso en la etapa de crecimiento (15-28 días), indica que no existe diferencias estadísticas ( $P = 0.2883$ ) entre los tratamientos. La prueba de Tukey registra un solo rango de significancia, obteniendo resultados para T2 (1088.78 g), T1 (1085.56 g), T3 (1081.76 g) y T0 (1080.30 g), siendo estadísticamente iguales. Con respecto a esta variable muestra diferencias estadísticas altamente significativas ( $P = 0.0001$ ) entre las medias de los tratamientos. Mediante la prueba de Tukey se registran tres rangos de significancia obteniendo una mejor conversión alimenticia para T3 (1.23), difiriendo de T2 (1.26) que comparte significancia con T1 (1.27), mientras que T3 (1.29) difiere estadísticamente de los demás tratamientos. Las causas de muerte fueron por presencia de enfermedades víricas como el Newcastle y Gumboro, obteniendo valores para T3 (2 %), y para T1, T2 y T0 (4 %), respectivamente (Tabla 1).

**Tabla 1. Resumen de las variables analizadas etapa acumulada.**

Índices evaluados	Niveles de <i>Coix lacryma jobi</i>				Valor P
	0 %	20 %	30 %	40 %	
<b>Etapa inicial (1-14 días)</b>					
Peso inicial, g	47.46	47.86	47.86	47.86	
Peso final, g	381.96	394.1	404.56	429.56	
Consumo. Alimento, g	527.2	530.0	530.2	529.6	0.9946
Ganancia peso, g	334.5 <sup>d</sup>	346.24 <sup>c</sup>	356.7 <sup>b</sup>	382.1 <sup>a</sup>	0.0001
Conversión alimenticia	1.17 <sup>c</sup>	1.13 <sup>b</sup>	1.1 <sup>b</sup>	1.04 <sup>a</sup>	0.0001
Mortalidad, %	0	0	0	0	
<b>Etapa de crecimiento (1-28 días)</b>					
Peso inicial, g	381.96	394.1	404.56	429.56	
Peso final, g	1462.26	1479.66	1493.38	1511.32	
Consumo. Alimento, g	1879.6 <sup>a</sup>	1881.6 <sup>a</sup>	1884.6 <sup>a</sup>	1860.0 <sup>b</sup>	0.0065
Ganancia peso, g	1080.3	1085.56	1088.78	1081.76	0.2883
Conversión alimenticia	1.29 <sup>c</sup>	1.27 <sup>b</sup>	1.26 <sup>b</sup>	1.23 <sup>a</sup>	0.0001
Mortalidad, %	4	4	4	2	
<b>Etapa de engorde (29-42 días)</b>					
Peso inicial, g	1462.26	1479.66	1493.38	1511.32	
Peso final, g	2712.48	2723.64	2757.46	2801.16	
Consumo. Alimento, g	4470.6	4473.64	4475.46	4481.4	0.4456
Ganancia peso, g	1250.22 <sup>bc</sup>	1243.98 <sup>c</sup>	1264.08 <sup>b</sup>	1289.84 <sup>a</sup>	0.0001
Conversión alimenticia	1.65 <sup>bc</sup>	1.66 <sup>c</sup>	1.62 <sup>ab</sup>	1.6 <sup>a</sup>	0.0002
Mortalidad, %	2	0	2	2	
IOR	1.28c	1.35b	1.39b	1.45 <sup>a</sup>	
IEE	367.93c	376.36b	380.66b	401.18 <sup>a</sup>	
a, b, c, d Medidas con letras diferentes en las filas difieren significativamente. (P < 0,05). T0: 0 % trigo tropical; T1: 20 % trigo tropical; T2: 30 % trigo tropical; T3: 40 % trigo tropical.					

Para la variable ganancia de peso en la **etapa de engorde** (29-42 días), muestra diferencias estadísticas altamente significativas (P = 0.0001) entre las medias de los tratamientos. Mediante prueba de Tukey se registran tres rangos de significancia, y es mejor T3 (1289.84 g), seguido por T2 (1264.08 g), que comparte un mínimo nivel de significancia con T0 (1250.22 g); por

otro lado, T1 (1243.98 g), difiere de T2 y T3, el cual comparte nivel de significancia con T0. Para conversión alimenticia muestra diferencias estadísticas altamente significativas ( $P = 0.0001$ ) entre los tratamientos. La prueba de Tukey registra tres rangos de significancia obteniendo una mejor conversión alimenticia con T3 (1.6) que comparte cierto grado de significancia con T2 (1.62), el cual comparte un mínimo nivel de significancia con T0 (1.65), mientras que T1 (1.66) difiere estadísticamente de los demás excepto de T0. Al observar la regresión cuadrática podemos deducir que mientras más alto es el nivel de inclusión de *C. lacryma jobi*, menor es la conversión alimenticia. Para el análisis de esta variable se tomó en cuenta las aves muertas con relación a las aves vivas obteniendo resultados para T3, T2 y T0 (2 %), respectivamente, y para T1 (0 %), como lo muestra la Tabla 1.

En cuanto a los valores obtenidos para el Índice de Eficiencia Europea, mientras que ADEVA señala que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $P = 0.0001$ ) entre los

tratamientos, lo que quiere decir que influye de manera positiva sobre los índices zootécnicos la adición de *C. lacryma jobi* en la dieta. La prueba de Tukey registra tres rangos de significancia, en la cual el valor más alto corresponde a T3 (401.18) seguido por T2 (380.66) que comparte significancia con T1 (376.36), y por último T0 (367.93) que difiere estadísticamente de los demás.

Los valores que conciernen a los costos directos e indirectos y el costo total requerido para calcular el Índice de Ingalls-Ortiz (IOR), se muestra en la Tabla 2. Los costos de inversión en la alimentación y el cálculo del factor corregido de cada tratamiento para calcular el (IOR), se detalla a continuación. Se demuestra que el tratamiento T3 obtuvo un mejor rendimiento, esto se debe a la baja mortalidad registrada en este tratamiento, así como también a la ganancia de peso adquirida durante la investigación; por lo tanto, se obtuvo mayor número de aves vendidas con mayor peso al momento de la venta (Tabla 1).

**Tabla 2. Análisis económico de los tratamientos sobre la producción avícola por tratamiento.**

Índice evaluado	T0	T1	T2	T3
Costo por tratamiento, \$	130.56	119.02	114.39	107.86
Costo por kg alimento, \$	0.52	0.48	0.45	0.43
Diferencia entre testigo y t. tropical, \$		11.54	16.17	22.7
Costo por kg de canal producido, \$	1.88	1.78	1.73	1.65
Índice de Ingalls-Ortiz	1.28	1.35	1.39	1.45

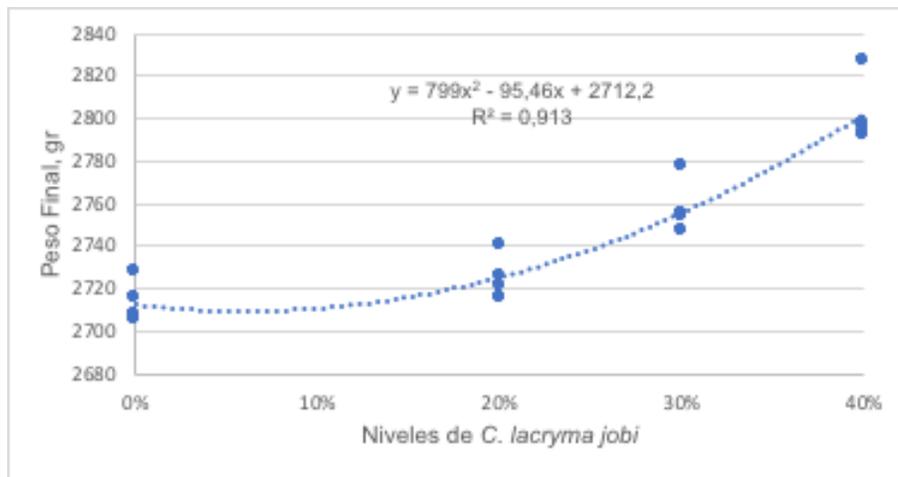
T0: 0 % trigo tropical; T1: 20 % trigo tropical; T2: 30 % trigo tropical; T3: 40 % trigo tropical.

Una vez analizado el Índice de Ingalls-Ortiz (IOR) se puede comparar con el Índice de Eficiencia Europea (IEE) y se pueden sacar las siguientes interpretaciones: teniendo en cuenta que el

IOR es netamente económico, mientras que el IEE mide el índice zootécnico podemos concluir que un IEE alto no garantiza que el IOR sea alto o, por el contrario, un IOR alto no significa

que el IEE sea alto. Sin embargo, observamos que nuestros resultados van a la par y esto se debe a la ganancia de peso adquirida por cada tratamiento, lo que a su vez repercute en costos tanto de producción como en costos de ingresos finales.

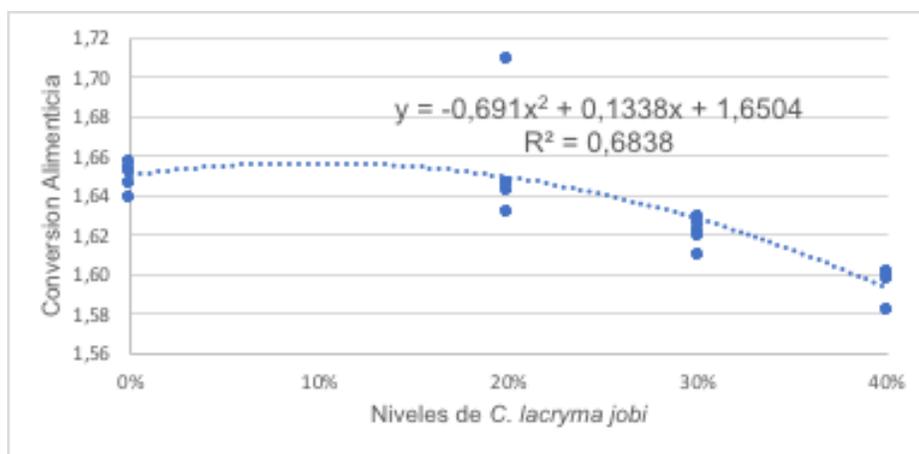
Además, todas las variables evaluadas durante cada etapa: inicial, crecimiento y engorde, al analizarlos en una línea de regresión cuadrática, se deduce que mientras más alto es el nivel de inclusión de *Coix lacryma jobi*, mayor ganancia de peso se obtiene (Figura 1).



**Figura 1.** Línea de regresión para peso final con el efecto de los diferentes niveles de *Coix Lacryma Jobi* en la fase de engorde.

Mediante el análisis de regresión, se observa el comportamiento de los datos para la variable conversión alimenticia, la cual indica que cuanto

mayor sea la inclusión del trigo, la conversión alimenticia disminuye progresivamente (Figura 2).



**Figura 2.** Línea de regresión para conversión alimenticia con el efecto de los diferentes niveles de *Coix Lacryma Jobi* en la fase de engorde.

Los valores para peso vivo al sacrificio, peso y porcentaje de rendimiento de la canal caliente y fría, no muestran diferencias estadísticas significativas ( $P = 0.0001$ ) entre los tratamientos en lo que respecta al peso y porcentaje de la canal fría. No existen diferencias estadísticas ( $P = 0.5205$ ) entre los tratamientos, registrando valores para T3 (2142 g), T2 (32 068 g), T1 (2056 g), y por último T0 (2064 g). Para el peso de la canal fría existieron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P = 0.0001$ ) entre las medias de los tratamientos. Mediante prueba de Tukey se registran tres rangos de significancia obteniendo el mejor peso T3 (1864.20 g) no presentan diferencias entre tratamientos T2 (1832.40 g), T1 (1729.60 g) y difiere de T3, T2 y T0 (1598.60 g), que se diferencia estadísticamente de todos los tratamientos.

Al analizar ADEVA, para esta variable existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $P = 0.0001$ ), entre los tratamientos. Mediante la prueba de Tukey se registran tres rangos de significancia obteniendo mejor porcentaje en T2 (65.99 %), compartiendo cierto grado de significancia con T1 (64.65 %), T3 (63.75 %) comparte un bajo nivel de significancia con T1, mientras que T0 (59.89 %) difiere estadísticamente de los demás tratamientos. Con relación a esta variable ADEVA, indica que no existe diferencias estadísticas ( $P = 0.1588$ ) entre los tratamientos. La prueba de Tukey no registra rangos de significancia para el valor porcentual de la canal caliente con valores tales como T0 (77.26 %), T2 (76.83 %), T1 (74.36 %), y por último T3 (73.20 %) siendo estadísticamente iguales todos los tratamientos.

En los valores del rendimiento de las diferentes partes seccionadas del pollo (Tabla 4), se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos. De acuerdo con ADEVA, existen diferencias significativas estadísticamente ( $P = 0.03242$ ) entre los tratamientos. Mediante

la prueba de Tukey se registran dos rangos de significancia: T3 (32.34 %) que comparten cierto grado de significancia con T1 (31.54 %) y T2 (30.27 %), mientras que T0 (27.87 %), comparte un nivel bajo de significancia con T1 y T2, pero difiere de T3. En relación con esta variable ADEVA, muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $P = 0.0017$ ) entre los tratamientos. La prueba de Tukey registra dos rangos de significancia siendo mejor T3 (30.76 %), que difiere de T2 (26.72 %), T1 (26.54 %) y T0 (25.87 %), que a su vez comparte significancia entre ellos.

Con respecto al rendimiento en ADEVA, registra diferencias estadísticas altamente significativas ( $P = 0.0028$ ) entre los tratamientos. La prueba de Tukey registra dos rangos de significancia, siendo mejor T3 (8.59 %), que comparte cierto nivel de significancia con T2 (8.25 %), mientras que T1 (7.85 %), comparte significancia con T0 (7.85 %) y mínimo nivel de significancia con T2. Con respecto al rendimiento en esta variable ADEVA, muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $P = 0.0032$ ) entre los tratamientos. La prueba de Tukey registra dos rangos de significancia y es mejor T3 (35.02) que comparte cierto grado de significancia con T2 (33 %), T1 (30.93 %) y T0 (29.84 %). En relación con el análisis para esta variable ADEVA, muestra que hay diferencias estadísticas altamente significativas ( $P = 0.0004$ ) entre los tratamientos. La prueba de Tukey registra dos rangos de significancia, siendo mejor T3 (4.61 %) seguido por T2 (4.08 %) que comparte un leve nivel de significancia con T1 (4.07 %) y T0 (3.8 %).

Los resultados obtenidos tanto en relación con la canal caliente y fría (Tabla 3) y rendimiento por piezas seccionadas (Tabla 4) indican que el mejor tratamiento fue T3 (ala, pechuga, menudencias, pierna-muslo y carcañal) presentando un mayor porcentaje en cada variable evaluada.

**Tabla 3. Valores de peso al sacrificio, canales y rendimiento de las canales en porcentaje.**

Parámetro	T0	T1	T2	T3	CV %	EEM	Valor P
PVS, g	2671.25 <sup>b</sup>	2676 <sup>b</sup>	2780.75 <sup>b</sup>	2923.5 <sup>a</sup>	2.03	28.02	0.0001
PCC, g	2064	2056	2068	2142	4.84	45.04	0.5205
PCF, g	1598.6 <sup>c</sup>	1729.6 <sup>b</sup>	1832.4 <sup>a</sup>	1864.2 <sup>a</sup>	3.06	24.07	0.0001
CC, %	77.26	76.83	74.36	73.26	4.1	1.38	0.1588
CF, %	59.89 <sup>c</sup>	64.65 <sup>a,b</sup>	65.99 <sup>a</sup>	63.75 <sup>b</sup>	12.73	3.96	0.0001

<sup>a, b, c, d</sup> Medidas con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P < 0.05). PVS: peso vivo al sacrificio; PCC: peso canal caliente; PCF: peso canal fría; CC: canal caliente; CF: canal fría; CV: coeficiente de variación; EEM: error estándar de la media; T0: 0 % trigo tropical; T1: 20 % trigo tropical; T2: 30 % trigo tropical; T3: 40 % trigo tropical.

**Tabla 4. Rendimiento productivo de las partes seleccionadas de pollo.**

Parámetro	T0	T1	T2	T3	CV %	EEM	Valor P
Pechuga, %	27.87 <sup>b</sup>	31.54 <sup>ab</sup>	30.27 <sup>ab</sup>	32.34 <sup>a</sup>	7.46	1.02	0.0342
Pierna-muslo, %	25.6 <sup>b</sup>	26.54 <sup>b</sup>	26.72 <sup>b</sup>	30.76 <sup>a</sup>	6.57	0.81	0.0017
Ala, %	7.85 <sup>b</sup>	7.85 <sup>b</sup>	8.25 <sup>ab</sup>	8.59 <sup>a</sup>	3.68	0.13	0.0028
Carcañal, %	29.84 <sup>ab</sup>	30.93 <sup>ab</sup>	33.0 <sup>ab</sup>	35.02 <sup>a</sup>	6.02	0.87	0.0032
Menudencias, %	3.8 <sup>b</sup>	4.07 <sup>b</sup>	4.08 <sup>b</sup>	4.61 <sup>a</sup>	5.57	0.1	0.0004

<sup>a, b, c, d</sup> Medidas con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P < 0.05). T0: 0 % trigo tropical; T1: 20 % trigo tropical; T2: 30 % trigo tropical; T3: 40 % trigo tropical. CV = coeficiente de variación; EEM = error medio.

La Tabla 5 presenta los valores de las pruebas fisicoquímicas en las cuales se encontraron diferencias significativas (P < 0.05) entre los tratamientos para el pH, lo que quiere decir que existen diferencias al adicionar en la dieta *C. lacryma jobi*. Al analizar el pH ANAVA, muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas (P = 0.0001) entre los tratamientos. Mediante la prueba de Tukey se registran tres rangos de significancia, presentando valores

normales para pH en T2 (6.02), seguido por T0 (5.92) que difiere de T1 (5.86) que comparte un mínimo nivel de significancia con T3 (5.84). Con relación al análisis de esta variable ADEVA, muestra que no hay diferencias estadísticas (P = 0.2198) entre los tratamientos. Mediante la prueba de Tukey se registra un rango de significancia, obteniendo valores para T2 (46.48 %), T0 (34.38 %), T3 (24.74 %) y T1 (23 %), siendo iguales todos los tratamientos.

**Tabla 5. Pruebas fisicoquímicas de la carne de pollo.**

Parámetro	T0	T1	T2	T3	CV (%)	EEM	Valor P
pH	5.92 <sup>b</sup>	5.86 <sup>c</sup>	6.02 <sup>a</sup>	5.84 <sup>c</sup>	0.19	0.01	0.0001
CRA, %	34.38 <sup>a</sup>	23 <sup>a</sup>	46.48 <sup>a</sup>	24.74 <sup>a</sup>	58.57	8.42	0.2198

<sup>a, b, c, d</sup> Medidas con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P < 0.05). T0: 0 % trigo tropical; T1: 20 % trigo tropical; T2: 30 % trigo tropical; T3: 40 % trigo tropical. CV = coeficiente de variación; EEM = error medio.

En la Tabla 6 se indican los valores del análisis del color de carne del pollo. Con respecto a esta variable ADEVA, muestra que existe diferencias estadísticas altamente significativas (P = 0.0001) entre los tratamientos. Mediante prueba de Tukey se registran tres rangos de significancia, obteniendo menos luminosidad en T3 (88), que comparte cierto grado de significancia con T1 (89), el cual comparte un leve nivel de significancia con T2 (90), este a su vez comparte nivel de significancia con T0 (90.8). Para esta variable ADEVA, presenta que existen diferencias estadísticas altamente significativas (P = 0.0001) entre las medias de los tratamientos. Mediante

prueba de Tukey se registran cuatro rangos de significancia encontrando mayor cantidad de mioglobina en T3 (19), seguido por T2 (14), T1 (5) y T0 (0), difiriendo uno del otro. Al analizar esta variable ADEVA, indica que hay diferencias estadísticas altamente significativas (P = 0.0001) entre las medias de los tratamientos. Mediante prueba de Tukey se registran tres rangos de significancia, presentando mayor pigmentación de color amarillo en T3 (42) seguido por T2 (39) que comparte un mínimo nivel de significancia con T1 (39) y T0 (30) que difiere de todos los tratamientos.

**Tabla 6. Análisis del color de la carne de pollo.**

Parámetro	T0	T1	T2	T3	CV %	EEM	Valor P
L*	90.80 <sup>a</sup>	89 <sup>bc</sup>	90.00 <sup>ab</sup>	88 <sup>c</sup>	0.77	0.31	0.0001
a*	0 <sup>d</sup>	5.00 <sup>c</sup>	14.00 <sup>b</sup>	19.00 <sup>a</sup>	9.20	0.39	0.0001
b*	30.00 <sup>c</sup>	39.00 <sup>b</sup>	39.00 <sup>b</sup>	42.00 <sup>a</sup>	3.30	0.55	0.0001

<sup>a, b, c, d</sup> Medidas con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P < 0.05). T0: 0 % trigo tropical; T1: 20 % trigo tropical; T2: 30 % trigo tropical; T3: 40 % trigo tropical. CV = coeficiente de variación; EEM = error medio.

## Discusión

Los resultados obtenidos para ganancia de peso en etapa inicial y engorde se dieron posiblemente a que las semillas de *C. lacryma jobi* son ricas

en leucina e histidina, que ayudan al organismo a mejorar la digestión y así obtener una buena conversión alimenticia y por ende una ganancia de peso (10). Estos datos son corroborados por Castillo (2) quien obtuvo resultados similares al

sustituir de forma parcial al maíz por harina de lágrima de Job utilizando dos niveles de inclusión T1 = 25 % y T2 = 50 %, más una dieta control T0, concluyendo que T2 = 50 % mostró valores absolutos ligeramente superiores en todas las variables evaluadas, debiéndose probablemente a sus características nutricionales como proteínas, cenizas y en especial menor contenido de grasa.

Reinoso *et al.* (11) difieren cuando investigaron el uso de semillas de lágrima de Job (*Coix lacryma jobi*) en pollos de engorde utilizando tres tratamientos: T1 = balanceado avimentos, T2 = balanceado avimentos + 10 % de semillas, T3 = balanceado avimentos + 20 % de semillas, concluyendo que la dieta control T1 (3037.5 g) fue mejor difiriendo estadísticamente de T3 (3030 g). Los valores para conversión alimenticia se mantuvieron dentro del rango establecido para esta especie, debido a que *C. lacryma jobi* es rico en histidina que ayuda al organismo a la producción de jugos gástricos para mejorar la digestión y obtener un buen aprovechamiento de los nutrientes (10). Por otro lado, Ottoboni *et al.* (8) mencionan que *C. lacryma jobi* contiene ácido glutámico, el cual ayuda al desarrollo.

Se presenta un menor índice de mortalidad en dietas con 20 y 40 % de inclusión de *C. lacryma jobi*, datos que son corroborados por Reinoso *et al.* (11), quienes obtuvieron presencia de mortalidad al incluir en la dieta *C. lacryma jobi*, presentando valores para T2 (3.3 %), seguido por T3 (2.65 %).

Por otra parte, Ottoboni *et al.* (8) mencionan que *C. lacryma jobi* contiene ácido glutámico por lo que ayuda a una mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia; aparte tiene la función de ser un precursor para la síntesis de un metabolito llamado glutatión, el cual funciona como un antioxidante eliminando radicales libres y evitando el daño muscular, lo que garantiza

un aumento de masa muscular. Además, Tanaka y Takatsuto (14) indican que el *C. lacryma jobi* contiene una sustancia llamada estigmasterol que reduce el colesterol en el plasma, e inhibe el colesterol intestinal y hepático garantizando una carne libre de colesterol malo.

Ruiz *et al.* (12) indican que un bajo nivel de pH causa desnaturalización de las proteínas sarcoplásmicas, provocando un descenso en la capacidad de retención de agua; como consecuencia de ello causa impacto en la absorción de los rayos de luz debido a la presencia de agua extracelular, por ende se absorben menos los reflejos de luz provocando que haya más luz reflejada, lo cual originan un color pálido como ocurrió en esta investigación con los tratamientos T1 y T3 que presentan un pH bajo, y por ende un color pálido de la carne. La relación entre pH y CRA (Tabla 5) muestra que en los tratamientos T2 y T0 obtuvo valores similares a los de Qiao *et al.* (9) quienes mencionan que una carne normal debe tener un pH de 5.96 y una CRA de 43.77 %. En el tratamiento T3 (40 %) de inclusión obtuvo un mejor rendimiento económico, esto se debe a la baja mortalidad registrada en este tratamiento, así como a la ganancia de peso adquirida durante la investigación, por lo tanto se obtuvo un mayor número de aves vendidas con mayor peso al momento de la venta (Tabla 1). Resultados similares (2) mencionan que el costo-beneficio de las raciones experimentales estudiadas mostró que el tratamiento con sustitución con harina de lágrima de Job al 25 % presentó la mejor ganancia neta, seguido del tratamiento con sustitución de lágrima de Job al 50 %.

## Conclusiones

Para los índices zootécnicos los mejores resultados se obtuvieron con un 40 % de inclusión de trigo tropical, mejorando la ganancia

de peso y conversión alimenticia, además de reducir los niveles de mortalidad en relación con los demás tratamientos, corroborando estos resultados a través del análisis de Índice de Eficiencia Europea, el cual se encontró dentro del rango establecido lo que nos indica que el tratamiento es viable.

Con respecto a la calidad de la carne en cuanto a pH, capacidad de retención de agua y color se obtuvieron mejores resultados con una inclusión del 30 % presentando una carne de calidad debido a que todos estos parámetros están dentro del rango normal, además de presentar una correlación adecuada entre ellos. En cuanto a rendimiento en canal fría, el mejor

resultado se obtuvo con un 20 %, mientras que para rendimiento en partes seccionadas el 40 % presentó valores altamente significativos en relación con los demás tratamientos.

En el análisis de rentabilidad se encontró una mayor ganancia en los pollos alimentados con 40 % de *C. lacryma jobi*, reduciendo los costos totales de producción a \$217.18 versus la dieta control de \$239.88. Además el costo para producir el kilo de peso vivo con un 40 % es de \$1.65 mientras que para la dieta control es de \$1.88, para una diferencia de \$0.23 por kilo de peso vivo, que en grandes explotaciones causa mucho impacto económico.

## Referencias

1. Barragán I. Rendimiento de la canal de pollos de engorda adicionado a la dieta germinado de Triticale (*Triticosecale wittmack*) hidropónico. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Saltillo, Coahuila (México). 2005.
2. Castillo A. Sustitución parcial de maíz por harina de lágrima de Job (*Coix lacryma jobi*) en la dieta de pollos en Pucallpa. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ucayal, Pucallpa (Perú). 2011.
3. FAO. División de Producción y Sanidad Animal. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>
4. Herrera GSM, Díaz CA, Macías VJ, Solís BT, Muñoz RG. Comportamiento productivo de pollos que se alimentaron con granos tostados de *Cajanus cajan*. Arch. Zoot. 2016;65(250):235-239. <https://doi.org/10.21071/az.v65i250.494>
5. Más EG, Molinari OG. Guía ilustrada de yerbas comunes en Puerto Rico. 2006. Disponible en: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs141p2\\_036968.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs141p2_036968.pdf)
6. Orellana J. El gremio avícola nacional, sus acciones, incidencias de las mismas y la necesidad del fortalecimiento gremial. Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador “CONAVE”, Quito. 2007.
7. Ortiz A. Factores que influyen la asociatividad en las pymes del sector avícola. 2016. Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/xmlui/handle/10469/9247>
8. Ottoboni LM, Leite A, Targon MLN, Crozier A, Arruda P. Characterization of the storage protein in seed of *Coix lacryma-jobi* var. Adlay. J. Agric. and Food. Chem. 1990;38(3):631-635. <https://doi.org/10.1021/jf00093a010>
9. Qiao M, Fletcher L, Smith DP, Northcutt JK. The effect of broiler breast meat color on pH, water-holding capacity, and emulsification capacity. Poul. Sci. 2001;80(5):676-680. <https://doi.org/10.1093/ps/80.5.676>

10. Raulin J, Adrian J, Rerat A. Composition and feeding value of Job's tears grass oadlay (*Coix lacryma jobi*). Arch. Venezol. Nut. 1955;6(1):3-21.
11. Reinoso C, Del Rocío J, Tipán O, Margoth R. Evaluación de las semillas de "lágrimas de job" (*Coix lacryma-jobi*) para la alimentación de pollos parrilleros en la granja experimental "bioalimentar" en el sector Pasa, provincia Tungurahua. Tesis, Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. 2010. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2881>
12. Ruiz D, Álvarez R, Villalba D, Cubiló, D. Características de la canal y de la carne de pollos ecológicos criados en sistemas de producción y edad de sacrificio diferentes. 2018. Disponible en: [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/ruiz.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/ruiz.pdf)
13. Schonberger F. Análisis del mercado de maíz para el sector avícola del Ecuador. Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito (Ecuador). 2011. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/9334>
14. Tanaka T, Takatsuto S. Sterols in the seeds of job's tears (*Coix lacryma-jobi* var. *ma-yuen*). J. Oleo. Sci. 2001;50(12):957-960. <https://doi.org/10.5650/jos.50.957>