

Inclusión de harina de yuca (*manihot esculenta*) en la alimentación de pollos Ross-308

Diego Andrés Rojas Macías¹, Vicente Alejandro Intriago Muñoz^{2*}

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

¹diego.rojas@espam.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0008-9057-4097>

^{2*}vicente.intriago@espam.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-5583-0672>

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de harina de afrecho y harina de follaje de yuca (*Manihot esculenta*) sobre el desempeño productivo de pollos de engorde Ross 308. La investigación se realizó durante seis semanas en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (Ecuador). Se utilizaron 400 pollitos distribuidos en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, cinco repeticiones y 20 aves por unidad experimental. El tratamiento control (T0) recibió una dieta convencional a base de maíz y soja, mientras que T1, T2 y T3 incluyeron un 10% de harina de yuca en diferentes proporciones de afrecho y follaje (5:5, 7:3 y 3:7, respectivamente), sustituyendo parcialmente el maíz y la pasta de soja. Se evaluaron semanalmente el peso corporal, la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia. Los datos fueron analizados mediante ANOVA de una vía y prueba de Tukey ($p < 0.05$), previa verificación de normalidad y homogeneidad de varianzas. Se observaron diferencias significativas únicamente durante la segunda semana para el peso corporal, la ganancia de peso y la conversión alimenticia ($p < 0.05$). No obstante, al finalizar el ensayo no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$) en el peso final, la ganancia de peso acumulada, el consumo acumulado de alimento ni la conversión alimenticia acumulada. Se concluye que la inclusión de hasta un 10% de harina de afrecho y de follaje de yuca constituye una alternativa nutricional viable para sustituir parcialmente el maíz y la pasta de soja, sin afectar el desempeño productivo de los pollos de engorde.

Palabras clave: Subproducto de yuca, Materia prima, Rendimiento productivo, Formulación, Ganancia de peso, Consumo, Conversión alimenticia

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of including cassava (*Manihot esculenta*) bran meal and leaf meal in the diet on the productive performance of Ross 308 broiler chickens. The experiment was conducted over six weeks at the Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador. A total of 400 one-day-old broiler chicks were randomly assigned to four dietary treatments with five replicates of 20 birds each. The control group (T0) received a conventional corn-soybean meal diet, whereas treatments T1, T2, and T3 included a total of 10% cassava by-products in different bran-to-leaf meal proportions (5:5, 7:3, and 3:7, respectively), partially replacing corn and soybean meal. Body weight, weight gain, feed intake, and feed conversion ratio were recorded weekly. Data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's multiple comparison test ($p < 0.05$) after verifying normality and homogeneity of variances. Significant differences among treatments were detected only during the second week for body weight, weight gain, and feed conversion ratio ($p < 0.05$). However, no significant differences ($p > 0.05$) were observed in final body weight, cumulative weight gain, cumulative feed intake, or overall feed conversion ratio at the end of the trial. These findings indicate that dietary inclusion of up to 10% cassava bran and leaf meal can partially replace conventional feed ingredients without adversely affecting broiler growth performance, representing a feasible alternative feed resource for sustainable poultry production.

Keywords: Cassava by-product, Raw material, Productive yield, Formulation, Weight gain, Consumption, Feed conversion

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inclusão de farelo de mandioca (*Manihot esculenta*) e farinha de folhagem no desempenho produtivo de frangos de corte Ross 308. A pesquisa foi conduzida durante seis semanas na Escola Politécnica Superior Agropecuária Manuel Félix López de Manabí (Ecuador). Quatrocentos pintinhos foram utilizados, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, cinco repetições e 20 aves por unidade experimental. O tratamento controle (T0) recebeu uma dieta convencional à base de milho e soja, enquanto T1, T2 e T3 incluíram 10% de farinha de mandioca em diferentes proporções de farelo e folhagem (5:5, 7:3 e 3:7, respectivamente), substituindo parcialmente o milho e o farelo de soja. Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar foram avaliados semanalmente. Os dados foram analisados por meio de ANOVA de uma via e teste de Tukey ($p < 0,05$), após verificação da normalidade e homogeneidade das variâncias. Diferenças significativas foram observadas

apenas durante a segunda semana para peso corporal, ganho de peso e taxa de conversão alimentar ($p < 0,05$). No entanto, ao final do experimento, não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$) em relação ao peso final, ganho de peso acumulado, consumo alimentar acumulado ou taxa de conversão alimentar acumulada. Conclui-se que a inclusão de até 10% de farelo de mandioca e folhagem de mandioca constitui uma alternativa nutricional viável para substituir parcialmente o milho e o farelo de soja, sem afetar o desempenho produtivo de frangos de corte.

Palavras-chave: Subproduto da mandioca, Matéria-prima, Rendimento produtivo, Formulação, Ganho de peso, Consumo, Conversão alimentar

INTRODUCCIÓN

La producción avícola es uno de los sectores más dinámicos en la industria pecuaria, destacándose como una fuente clave de proteína animal a nivel global (Dottavio et al., 2019). Su crecimiento se debe a la alta eficiencia productiva, avances tecnológicos y la creciente demanda de carne de pollo (Cevallos et al., 2023). Según Rugel y Emén (2020) dentro de este sector, los pollos Ross 308, son una de las líneas comerciales más utilizadas debido a su rápido crecimiento, excelente conversión alimenticia y calidad de carne, lo que los convierte en una opción preferida por los productores.

Uno de los principales retos de la industria avícola es la reducción de costos de producción, siendo la alimentación el factor económico más relevante. Para Betancourt et al. (2017) la dependencia de insumos tradicionales como el maíz y la soya ha generado volatilidad en los costos y preocupaciones ambientales, lo que ha impulsado la búsqueda de ingredientes alternativos. En este contexto la harina de yuca (*Manihot esculenta*) se presenta como una opción viable debido a su alto contenido energético, amplia disponibilidad en regiones tropicales y potencial para sustituir parcialmente a los ingredientes convencionales (Bernal et al., 2017).

Además, la diversificación de ingredientes en la dieta avícola no solo mitiga los riesgos asociados a la dependencia de insumos importados, sino que también fomenta el desarrollo local (Cuellar, 2025). El aprovechamiento de cultivos tradicionales como la yuca puede fortalecer la economía rural, generar nuevas oportunidades de empleo y reducir la huella de carbono asociada al transporte de materias primas (Bustamante, 2015). Sin embargo, Celis et al. (2019) refieren que, el uso enfrenta desafíos relacionados con la presencia de factores anti nutricionales como glucósidos cianogénicos, principalmente linamarina y lotaustralina, que requieren un procesamiento adecuado para su eliminación. En Ecuador, la demanda de carne de pollo ha crecido significativamente, lo que ha llevado al incremento de granjas avícolas y la necesidad de optimizar la alimentación para mejorar la rentabilidad (Avilés et al., 2024).

Estudios han demostrado que la yuca puede incorporarse en la dieta avícola sin afectar negativamente el rendimiento productivo, siempre que se maneje correctamente su procesamiento (Cárdenas, 2023). Además, su aprovechamiento como suplemento alimenticio permite reducir los desperdicios agrícolas y favorecen la sostenibilidad del sector (Bernardes y Rego, 2014). Uno de los suplementos alimenticios utilizados en las explotaciones avícolas es la yuca (*Manihot esculenta*); de acuerdo con Porta et al. (2020) la raíz de la yuca y sus derivados constituyen una de las más importantes fuentes de energía para la alimentación humana y pecuaria, la parte aérea de la planta, constituida por hojas, pecíolos, ramas y tallos es utilizada principalmente para la alimentación de bovinos, ovinos, cerdos y aves.

Según Vázquez (2013) una de las formas de suministrar el follaje de la planta de yuca es mediante un procesamiento para convertirlo en harinas dado la facilidad de adicionar el suplemento alimenticio por ser un producto de bajo costo, en tiempos de cosecha las hojas y tallos de las plantas se consideran desperdicios como productos de biorremediación, al no competir con la alimentación humana; por ello, los follajes que generalmente son desechos de producción, según el estudio, tienen un 24% de proteína, 7% de fibra y 1.5% de calcio en base seca.

Frente a las exigencias que tienen los productores, Flórez y Olaya (2023) describen que se debe acelerar sus producciones a través de experimentaciones poco convencionales y a bajo costo. El sector pecuario no se encuentra alejada de las exigencias antes descritas, la dependencia de sus materias primas y derivados, juegan un papel importante en la soberanía alimentaria de la población mundial (Rivero et al., 2023).

Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de harina de follaje y de afrecho de yuca en diferentes porcentajes de inclusión en la dieta de pollos Ross-308 y su impacto en el desempeño productivo. Este trabajo contribuye al desarrollo de estrategias eficientes y sostenibles para la industria avícola, beneficiando a los productores de pollos y a la economía del sector avícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el galpón que se encuentra establecido dentro de la carrera de Medicina Veterinaria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ubicada en la ciudad de Calceta, cantón

Bolívar, provincia de Manabí, sitio El limón, específicamente en áreas del hato bovino, entre las coordenadas 0°49'00.52' latitud, 80°10'53" longitud -y una altitud de 22 m.s.n.m. (Google maps, 2025).

MATERIAL EXPERIMENTAL

Se utilizarán 400 pollitos como al nacimiento línea Ross 308, los cuales se adquirieron de la planta incubadora de la ESPAM MFL, la investigación estuvo conformada por 4 tratamientos, en los que se utilizaron 100 pollos por cada uno, los cuales fueron divididos en 5 repeticiones, por lo tanto, se contó con 20 unidades experimentales conformadas por 20 pollos cada una.

Para dicho efecto, de acuerdo a revisiones realizadas se ha empleado desde 2.5 hasta 7.5% de harina de follaje de yuca (Trompiz et al., 2007), 10% de harina de follaje de yuca y 10% de harina de raíz de yuca (Zeledón, 2017). Con tales antecedentes se incluyó 10% en una combinación de harina de afrecho y harina de follaje de yuca en sustitución de maíz y pasta de soya para establecer los tratamientos, según la siguiente descripción:

Tratamiento 0: Balanceado estándar de maíz con soya.

Tratamiento 1: Balanceado con inclusión de 5% harina de afrecho y 5% de harina follaje *Manihot esculenta*

Tratamiento 2: Balanceado con inclusión de 7% harina afrecho y 3% harina de follaje *Manihot esculenta*

Tratamiento 3: Balanceado con inclusión de 3% harina afrecho y 7% harina de follaje *Manihot esculenta*

Estos tratamientos estuvieron distribuidos mediante un diseño completamente aleatorizado (DCA), por consiguiente, se describe a continuación la estructura de los tratamientos con sus repeticiones y la cantidad de pollos utilizados en cada uno de ellos:

Tabla 1. Distribución de los Tratamientos y sus repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones	Número de pollos por repetición	Número de pollos por tratamiento
T0	5	20	100
T1	5	20	100
T2	5	20	100
T3	5	20	100
Total			400

Como referencia se presenta la tabla de análisis bromatológico y componentes nutricionales que se encuentran en los insumos incluidos en este experimento.

Tabla 2. Análisis bromatológico referencial de afrecho y follaje de yuca.

Parámetro	Afrecho de Yuca	Harina de Follaje de Yuca
Proteína cruda (%)	5.50	16.0
Fibra cruda (%)	16.54	17.69
Humedad (%)	12.0	10.0
Extracto etéreo (%)	0.80	0.68
Cenizas (%)	6.9	8.07
Energía metabolizable (kcal/kg)	2700	2300

Fuente: López et al., 2003, Morgan y Cloet, 2016

El afrecho y follaje de yuca se adquirieron en el mercado mayorista de la ciudad de Santo Domingo, para su secado se utilizó un horno andino a gas para disminuir la cantidad de humedad para así poder molerla, las cantidades al realizar las mezclas no excedieron el 10% pesando conforme a las respectivas cantidades según cada tratamiento, una vez secado el afrecho y follaje de la yuca este fue molido con un molino industrial dentro del Taller de harinas de la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), se obtuvo con granulometría de 2mm para obtener la harina de ambos ingredientes. Posteriormente se pesó cada uno de los insumos para proceder a mezclarlos, una vez establecidas los porcentajes en los diferentes tratamientos se procedió a realizar la inclusión en el alimento balanceado estándar retirando cantidades de maíz y de soya, añadiendo en su lugar harina obtenida del afrecho y follaje de yuca de la siguiente manera:

Tabla 3. Formulación de alimento para la fase inicial, según los tratamientos

MATERIA PRIMA- INGREDIENTES	% INCLUSIÓN: FASE INICIAL			
	T0	T1	T2	T3
Maíz molido	53.00	48.00	48.00	48.00
Pasta de soya	29.00	24.00	24.00	24.00
Aceite de Palma	2.00	2.00	2.00	2.00
Carbonato de calcio fino	1.26	1.26	1.26	1.26
Fosfato bi calcifico fino	0.96	0.96	0.96	0.96
Palmiste	4.60	4.60	4.60	4.60
Afrecho de trigo	7.50	7.50	7.50	7.50
Núcleo vitaminas y minerales pollo inicio	1.28	1.28	1.28	1.28
Sal marina	0.40	0.40	0.40	0.40
Harina de afrecho de yuca	0	5.00	7.00	3.00
Harina de Follaje de yuca	0	5.00	3.00	7.00
TOTAL	100	100	100	100

Tabla 4. Formulación de alimento para la fase crecimiento, según los tratamientos

MATERIA PRIMA- INGREDIENTES	% INCLUSIÓN: FASE CRECIMIENTO			
	T0	T1	T2	T3
Maíz molido	56.00	51.00	51.00	51.00
Pasta de soya	26.00	21.00	21.00	21.00
Aceite de Palma	2.00	2.00	2.00	2.00
Carbonato de calcio fino	1.26	1.26	1.26	1.26
Fosfato bi calcifico fino	0.96	0.96	0.96	0.96
Palmiste	4.60	4.60	4.60	4.60
Afrecho de trigo	7.50	7.50	7.50	7.50
Núcleo vitaminas y minerales pollo inicio	1.28	1.28	1.28	1.28
Sal marina	0.40	0.40	0.40	0.40
Harina de afrecho de yuca	0	5.00	7.00	3.00
Harina de Follaje de yuca	0	5.00	3.00	7.00
TOTAL	100	100	100	100

Tabla 5. Formulación de alimento para la fase engorde, según los tratamientos

MATERIA PRIMA- INGREDIENTES	% INCLUSIÓN: FASE ENGORDE			
	T0	T1	T2	T3
Maíz molido	60.00	55.00	55.00	55.00
Pasta de soya	22.00	17.00	17.00	17.00
Aceite de Palma	2.00	2.00	2.00	2.00
Carbonato de calcio fino	1.26	1.26	1.26	1.26
Fosfato bi calcifico fino	0.96	0.96	0.96	0.96
Palmiste	4.60	4.60	4.60	4.60
Afrecho de trigo	7.50	7.50	7.50	7.50
Núcleo vitaminas y minerales pollo inicio	1.28	1.28	1.28	1.28
Sal marina	0.40	0.40	0.40	0.40
Harina de afrecho de yuca	0	5.00	7.00	3.00
Harina de Follaje de yuca	0	5.00	3.00	7.00
TOTAL	100	100	100	100

El procesamiento de formulación, mezcla y preparación de las raciones alimenticias se lo realizó en el Taller de harinas de la carrera de Agroindustrias de la ESPAM MF, donde se realizó el pesaje de los insumos a incluir en la dieta según los tratamientos establecidos para cada una de las fases productivas de los pollos

Suministro de los tratamientos

El lapso de tiempo en el que se realizó la crianza de los pollos fue de seis semanas, dentro de las cuales, en la primera semana de la fase inicial todos los pollitos recibieron el mismo balanceado estándar de maíz y soya. El alimento con la inclusión se les proporcionó desde la segunda semana, para su adaptación y se evaluó el peso en cada una de sus fases y por cada semana del estudio.

De esta forma se registró los datos en el proceso de crianza y engorde de los pollos por etapas, en las cuales se evaluarán las siguientes variables productivas el consumo de alimento (Ca), ganancia de peso (GP) y el índice de conversión alimenticia (CA). Posteriormente del estudio se realizó una comparativa entre los tratamientos para determinar cuál de los niveles de inclusión de harina de (*Manihot esculenta*) es más influyente en el consumo y favorece los rendimientos de los pollos al finalizar la crianza en el día 42.

Manejo y Distribución de los pollos

El galpón destinado para la crianza de los pollos Ross-308 está construido con una estructura mixta, lo cual representa una condición sostenible y adecuada para climas tropicales. Este galpón consta con dimensiones de 12 metros de largo por 4 metros de ancho, Los pollitos fueron alojados en el galpón con una densidad de 10 pollos por metro cuadrado, hasta el final del experimento, se les proporcionó temperatura de recepción de 33°C y luego se fue reduciendo hasta lograr 22 a 23°C hasta el final de la crianza.

A los pollos se les administró el alimento manualmente a diario utilizando comederos aéreos, de igual manera el agua en bebederos automáticos, revisando siempre que los mismos se encuentren en estado óptimo para su uso, además durante la primera semana de vida se les aplicó la vacunación correspondiente a las recomendaciones de enfermedades prevalentes en la zona para Newcastle y Gumboro con su respectiva revacunación en la segunda semana.

Antes de iniciar con los tratamientos se realizó un reconocimiento de los animales y se registró el peso inicial, además la ganancia de peso semanal en cada fase por tratamiento y sus repeticiones, así mismo al finalizar con el experimento. Se realizó manejo de 24 horas luz donde los primeros 5 días se empleó focos infrarrojos para mantener la temperatura deseada y luego durante el resto de la crianza por las noches se utilizó focos de luz clara para luminosidad.

Toma de datos para las variables en estudio

Se realizó el monitoreo y control del peso de los pollos y el consumo de alimento por cada repetición y a partir de estos registros, se obtuvo el consumo de alimento (Ca), ganancia de peso (GP) y el índice de conversión alimenticia (CA).

La ganancia de peso resultó de la resta de peso actual respecto al peso de la semana anterior o peso inicial, por lo que se comparó peso inicial con peso final, para conocer cuanto peso ha sido incorporado al pollo de engorde. Para el cálculo de esta Ganancia de Peso, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso (GP)} = \text{Peso actual} - \text{Peso inicial}$$

Se utilizó la siguiente fórmula para la respectiva evaluación del consumo de alimento en el cual se utilizarán valores correspondientes a el alimento que se administra menos el alimento que rechazan dividido para la cantidad de pollos:

$$\text{Consumo alimento kg} = \frac{\text{Cantidad de alimento ofrecido kg} - \text{alimento rechazado kg}}{\text{número de pollos}}$$

Este proceso se realizó con el fin de conocer el grado de aceptación de la dieta al incluir harina de afrecho y follaje de yuca, utilizando valores como el consumo de alimento y la ganancia de peso de los pollos, estos datos sirvieron para establecer el valor de conversión alimenticia utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Conversion Alimenticia} = \frac{\text{Consumo alimento kg}}{\text{Ganancia de peso de pollos en kg}}$$

Este dato sirvió al final de la experimentación para decidir cuál de los tratamientos es el mejor, y así que se pueda aprovechar al máximo esto subproductos como nueva fuente de alimentación en producción pecuaria.

En cuanto al instrumento de medición de peso de los pollos y del alimento se utilizó una balanza digital marca BP con límite de 40 kg, para el monitoreo regular de la cantidad de alimento suministrado y del peso de los pollos, siendo estos indicadores claves de su desempeño productivo.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos para las variables productivas (consumo de alimento, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia) fueron sometidos a pruebas estadísticas para verificar los supuestos. Se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Además, se aplicó la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para comprobar que las varianzas entre los tratamientos son homogéneas.

Una vez verificados estos supuestos, se procedió a realizar ANOVA de una vía, o su correspondiente no paramétrica Kruskal Wallis con el objetivo de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En caso de encontrar diferencias significativas ($p < 0.05$), se aplicó la prueba de Tukey para la comparación múltiple de medias entre los tratamientos. Todas estas pruebas se realizaron en el paquete estadístico InfoStat versión 2020.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados provenientes de la evaluación de parámetros productivos en pollos de engorde Ross 308, por efecto de la inclusión de harina de afrecho y de follaje de yuca (*Manihot esculenta*) en la dieta por lo que se detallan de acuerdo a las evaluaciones realizadas con base al objetivo propuesto para esta investigación.

PESO DE LOS POLLOS POR INCLUSIÓN DE HARINA DE YUCA (*Manihot esculenta*) EN LA ALIMENTACIÓN

Los resultados muestran que el peso corporal de los pollos incrementó progresivamente durante las seis semanas experimentales en todos los tratamientos, reflejando un crecimiento normal de las aves. Durante la primera semana no se observaron diferencias entre tratamientos ($p=0.0706$), lo cual indica que la inclusión de harina de afrecho y follaje de yuca no afectó el peso en la etapa inicial durante la crianza de los pollos.

En la segunda semana se encontraron diferencias significativas ($p=0.0143$), donde el tratamiento T3 presentó el mayor peso vivo (472.21 g), seguido por T2 (470.86 g), mientras que T0 registró el menor peso (467.18 g). Sin embargo, esta tendencia no fue consistente ya que desde la tercera hasta la sexta semana ($p>0.05$) las diferencias de peso no fueron significativas entre los tratamientos, con registros de pesos finales entre 2873.17 y 2900.57 g, dichos valores demuestran que la inclusión de harina de yuca no comprometió el crecimiento de los pollos de engorde. Las diferencias encontradas únicamente durante la segunda semana probablemente responden al proceso de adaptación fisiológica del tracto digestivo frente a la incorporación del nuevo ingrediente alimenticio. Posteriormente, la ausencia de diferencias estadísticas demuestra que la harina de afrecho y de follaje de yuca fue aprovechada eficientemente por las aves que se adaptaron de manera eficiente a las dietas experimentales.

Tabla 6. Peso de pollos (g) media $\pm$ DE o mediana (RI) por efecto de inclusión harina de afrecho y de follaje de yuca (*Manihot esculenta*)

Tratamientos	Peso (g) semana 1	Peso (g) semana 2	Peso (g) semana 3	Peso (g) semana 4	Peso (g) semana 5	Peso (g) semana 6
T0	180.29 $\pm$ 1.00	467.18 (2.97)c	923.08 (57.55)	1495.49 (89.50)	2170.00 (127.16)	2873.17 (163.93)
T1	180.46 $\pm$ 1.79	469.21 (1.46)bc	930.22 (7.22)	1494.77 (3.96)	2187.48 (4.58)	2900.57 (3.85)
T2	178.77 $\pm$ 0.26	470.86 (3.18)ab	928.21 (14.56)	1503.29 (6.65)	2191.21 (19.99)	2890.01 (12.83)
T3	180.47 $\pm$ 0.68	472.21 (1.13)a	928.32 (4.79)	1496.04 (7.27)	2178.66 (14.48)	2886.55 (38.25)
E.E.	0.49	1.48	4.11	12.23	18.36	23.11
p-valor	0.0706	0.0143	0.4947	0.5365	0.3294	0.7163

Medias o medianas con letras distintas en las columnas indican diferencias significativas

GANANCIA DE PESO DE LOS POLLOS POR INCLUSIÓN DE HARINA DE YUCA (*Manihot esculenta*) EN LA ALIMENTACIÓN

La ganancia de peso semanal presentó un comportamiento creciente en todos los tratamientos. Durante la primera semana no existieron diferencias estadísticas ($p=0.0668$). En la segunda semana sí se observaron diferencias significativas ($p=0.0116$), siendo T2 el tratamiento con mayor ganancia de peso (292.34 g), seguido de T3 (291.35 g), mientras que el tratamiento control obtuvo la menor respuesta (286.00 g). Desde la tercera semana hasta la sexta semana, así como en la ganancia acumulada ($p=0.7163$), no existieron diferencias entre tratamientos, donde se obtuvo valores finales entre 2831 y 2859 g.

El mayor incremento observado en T2 durante la segunda semana puede estar relacionado con una mejor utilización energética de la dieta durante la fase inicial; sin embargo, este efecto fue transitorio y no produjo ventajas al finalizar el ensayo. Desde el punto de vista productivo, estos resultados sugieren que el empleo de harina de afrecho y de follaje de yuca permite mantener tasas normales de crecimiento, lo que representa una alternativa interesante para reducir costos de alimentación en regiones donde este cultivo es abundante.

Tabla 7. Ganancia de peso de pollos (g) media $\pm$ DE o mediana (RI) por efecto de inclusión harina de afrecho y de follaje de yuca (*Manihot esculenta*)

Tratamientos	Ganancia de peso (g) semana 1	Ganancia de peso (g) semana 2	Ganancia de peso (g) semana 3	Ganancia de peso (g) semana 4	Ganancia de peso (g) semana 5	Ganancia de peso (g) semana 6	Ganancia de peso (g) acumulada
T0	138.41 $\pm$ 1.00	286.00 (3.91)c	455.90 (35.25)	591.23 (128.98)	671.85 $\pm$ 58.69	713.08 $\pm$ 45.81	2831.34 (163.92)
T1	138.46 $\pm$ 1.94	287.21 (1.79)bc	460.80 (8.68)	565.04 (10.13)	691.84 $\pm$ 9.88	715.90 $\pm$ 12.48	2858.58 (4.52)
T2	136.70 $\pm$ 0.49	292.34 (3.49)a	457.35 (13.00)	572.49 (10.16)	674.08 $\pm$ 26.50	715.93 $\pm$ 38.47	2847.55 (11.68)
T3	138.51 $\pm$ 0.55	291.35 (1.34)ab	455.90 (6.19)	568.06 (2.51)	681.76 $\pm$ 11.29	720.84 $\pm$ 26.94	2844.69 (38.27)
E.E.	0.52	1.56	3.46	10.90	14.78	14.93	23.10
p-valor	0.0668	0.0116	0.3537	0.6125	0.7735	0.9862	0.7163

Medias o medianas con letras distintas en las columnas indican diferencias significativas

CONSUMO DE ALIMENTO DE LOS POLLOS POR INCLUSIÓN DE HARINA DE YUCA (*Manihot esculenta*) EN LA ALIMENTACIÓN

El consumo de alimento aumentó progresivamente durante todo el experimento. No se encontraron diferencias entre tratamientos durante ninguna de las semanas evaluadas, tampoco en el consumo acumulado ($p > 0.05$). El consumo acumulado osciló entre 4548 y 4656 g, siendo el tratamiento control el que presentó el mayor consumo y T1 el menor valor de consumo de alimento.

Tabla 8. Consumo de alimento de pollos (g) mediana (RI) por efecto de inclusión harina de afrecho y de follaje de yuca (*Manihot esculenta*)

Tratamientos	Consumo de alimento (g) semana 1	Consumo de alimento (g) semana 2	Consumo de alimento (g) semana 3	Consumo de alimento (g) semana 4	Consumo de alimento (g) semana 5	Consumo de alimento (g) semana 6	Consumo de alimento (g) acumulado
T0	183.35 (3.00)	414.40 (16.52)	738.85 (21.23)	982.94 (50.95)	1089.11 (48.68)	1246.53 (9.71)	4656.30 (167.12)
T1	187.30 (3.20)	413.40 (1.60)	731.84 (2.64)	931.03 (4.30)	1036.79 (0.63)	1248.52 (2.86)	4548.48 (12.56)
T2	187.90 (3.70)	413.40 (0.00)	739.40 (7.97)	935.21 (1.06)	1037.32 (4.47)	1238.94 (9.88)	4552.56 (11.23)
T3	184.90 (3.75)	413.40 (1.65)	738.77 (3.09)	935.05 (2.06)	1036.78 (0.88)	1247.57 (5.28)	4579.84 (44.81)
E.E.	0.47	1.45	2.67	5.93	6.64	2.29	14.63
p-valor	0.2112	0.5916	0.2683	0.1540	0.0663	0.1153	0.1498

CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS POLLOS POR INCLUSIÓN DE HARINA DE YUCA (*Manihot esculenta*) EN LA ALIMENTACIÓN

La conversión alimenticia presentó diferencias significativas únicamente durante la segunda semana ($p = 0.0184$). en este caso T2 y T3 obtuvieron mejores índices de conversión (1.41 y 1.42), mientras que el tratamiento control presentó el valor menos eficiente (1.45). Durante las semanas restantes y en la conversión alimenticia acumulada ($p = 0.4017$) no se detectaron diferencias significativas, para lo cual se registran valores finales entre 1.59 y 1.66.

La mejora observada en la segunda semana sugiere la utilización ligeramente más eficiente del alimento en los tratamientos con inclusión de harina de yuca; sin embargo, esta ventaja no se mantuvo durante el resto del periodo

experimental. La ausencia de diferencias en la conversión acumulada confirma que la incorporación de harina de afrecho y de follaje de yuca no reduce la eficiencia productiva de los pollos de engorde.

Tabla 9. Conversión alimenticia de pollos (g/g) media $\pm$ DE o mediana (RI) por efecto de inclusión harina de afrecho y de follaje de yuca (*Manihot esculenta*)

Tratamientos	Conversión alimenticia (g/g) semana 1	Conversión alimenticia (g/g) semana 2	Conversión alimenticia (g/g) semana 3	Conversión alimenticia (g/g) semana 4	Conversión alimenticia (g/g) semana 5	Conversión alimenticia (g/g) semana 6	Conversión alimenticia (g/g) acumulada
T0	1.33 $\pm$ 0.02	1.45 (0.04)b	1.60 (0.18)	1.58 (0.42)	1.61 (0.18)	1.75 $\pm$ 0.11	1.66 (0.14)
T1	1.35 $\pm$ 0.03	1.44 (0.01)ab	1.58 (0.02)	1.64 (0.03)	1.50 (0.02)	1.75 $\pm$ 0.03	1.59 (0.00)
T2	1.37 $\pm$ 0.02	1.41 (0.01)a	1.62 (0.03)	1.63 (0.03)	1.53 (0.05)	1.74 $\pm$ 0.10	1.60 (0.00)
T3	1.34 $\pm$ 0.01	1.42 (0.01)a	1.61 (0.01)	1.65 (0.01)	1.53 (0.01)	1.74 $\pm$ 0.05	1.60 (0.01)
E.E.	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	0.04	0.02
p-valor	0.1149	0.0184	0.1089	0.6859	0.1001	0.9960	0.4017

Medias o medianas con letras distintas en las columnas indican diferencias significativas

DISCUSIÓN

El comportamiento observado indica que la inclusión de harina de yuca constituye una alternativa nutricional viable como fuente parcial de energía, sin afectar el desarrollo corporal de los pollos. Además, los pesos finales superiores a 2800 g evidencian que las dietas suministraron nutrientes adecuados y suficientes para expresar el potencial genético de crecimiento durante el proceso de crianza. Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Morgan y Choct (2016), quienes indican que la sustitución parcial del maíz por productos derivados de yuca no modifica significativamente el peso final cuando las dietas mantienen un adecuado equilibrio energético y proteico.

Asimismo, Heuzé et al. (2023) señalan que la harina de raíz y los subproductos de yuca constituyen ingredientes energéticos con buena aceptabilidad en aves, permitiendo mantener tasas normales de crecimiento siempre que se controlen los niveles de factores anti nutricionales mediante procesos adecuados de secado. De igual manera, Ravindran (2022) menciona que pequeñas diferencias observadas durante las primeras etapas del crecimiento suelen desaparecer al finalizar el ciclo productivo debido a la capacidad de crecimiento compensatorio característica de los pollos de engorde.

Por otra parte, los resultados obtenidos son consistentes con los reportados por Bakare et al. (2020), quienes observaron que la inclusión de harina de hojas de yuca no redujo significativamente el peso final cuando las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas. De forma similar, Yang et al. (2024) concluyeron que niveles moderados de harina de raíz (15%) mantuvieron pesos corporales comparables al tratamiento control, mientras que inclusiones superiores afectaron el crecimiento. Estos hallazgos respaldan la ausencia de diferencias en las semanas finales de este estudio e indican un adecuado aprovechamiento nutricional de la harina de afrecho y de follaje de yuca.

La ausencia de diferencias en la ganancia de peso acumulada confirma que la harina de afrecho y de follaje de yuca puede sustituir parcialmente ingredientes convencionales como el maíz y soya, sin afectar el desempeño productivo. Los resultados son consistentes a los obtenidos por Alagbe (2023), quien reportó que la incorporación moderada de harina de hojas de yuca no afecta la ganancia de peso acumulada de pollos de engorde cuando las dietas son formuladas para satisfacer los requerimientos nutricionales.

De la misma forma, Heuzé et al. (2023) indican que la yuca posee alta digestibilidad del almidón, permitiendo mantener tasas de crecimiento comparables a las obtenidas con dietas tradicionales basadas en maíz. Por otra parte, los datos concuerdan con Morgan y Choct (2016) quienes concluyen que las diferencias observadas durante las primeras semanas generalmente desaparecen conforme avanza el periodo de engorde. La similitud en la ganancia acumulada puede explicarse por la alta digestibilidad del almidón de la yuca cuando el ingrediente ha sido correctamente procesado. Ahiwe et al. (2020) encontraron que la incorporación de harina de hojas de yuca, complementada con enzimas, permitió mantener ganancias de peso similares al control. Del mismo modo, Olayemi et al. (2025) reportaron que el procesamiento de la harina de raíz y hojas reduce el efecto de los factores anti nutricionales y mejora el desempeño productivo.

Desde una perspectiva práctica, mantener un consumo estable representa una ventaja, ya que garantiza un adecuado aporte de nutrientes sin comprometer el comportamiento alimenticio y rendimiento general de los pollos. Estos resultados coinciden con Alagbe (2023), quien reportó que la inclusión moderada de harina de yuca no modifica significativamente la palatabilidad ni el consumo voluntario de alimento. De igual forma, Heuzé et al. (2023) señalan que los productos

derivados de yuca poseen elevada aceptación por parte de las aves cuando son adecuadamente procesados para disminuir el contenido de glucósidos cianogénicos.

La ausencia de diferencias estadísticas en el consumo coincide con Bakare et al. (2020), quienes observaron que la aceptabilidad de las dietas con harina de hojas de yuca permaneció adecuada cuando los niveles de inclusión fueron moderados. Asimismo, Esiegwu y Nwaba (2024) reportaron que la inclusión de hasta 10% de harina de hojas no alteró significativamente el consumo voluntario, lo que indica una buena palatabilidad del ingrediente. Además, Ravindran (2022) indica que el consumo de alimento depende principalmente de la concentración energética de la dieta; cuando ésta permanece constante, el consumo suele mantenerse similar entre tratamientos, lo cual sugiere un equilibrio energético adecuado en las dietas evaluadas con inclusión de harina de afrecho y de follaje de yuca.

Desde un punto de vista de la conversión alimenticia los resultados resultan relevantes porque demuestran que es posible sustituir parcialmente ingredientes tradicionales sin afectar la productividad final del sistema de producción. Los valores concuerdan con Morgan y Choct (2016), quienes reportan que la sustitución parcial del maíz por productos derivados de yuca no altera significativamente la eficiencia alimenticia cuando las dietas mantienen un adecuado balance de aminoácidos. Asimismo, Heuzé et al. (2023) destacan que la digestibilidad del almidón de la yuca favorece una utilización eficiente de la energía metabolizable, permitiendo conversiones alimenticias similares a las obtenidas con dietas convencionales. En concordancia, Alagbe (2023) encontró que la conversión alimenticia permanece estable cuando los niveles de inclusión de harina de hojas de yuca no exceden los límites recomendados.

La ausencia de diferencias en la conversión alimenticia acumulada coincide con Yang et al. (2024), quienes encontraron que una inclusión del 15% de harina de raíz de yuca mantuvo una eficiencia alimenticia comparable al tratamiento control. De igual manera, Ahiwe et al. (2020) demostraron que la suplementación enzimática favorece la utilización de la harina de hojas de yuca, contribuyendo a mantener la conversión alimenticia. Estos resultados respaldan que la harina de afrecho y follaje de yuca puede sustituir parcialmente ingredientes convencionales sin comprometer la eficiencia productiva.

CONCLUSIONES

La inclusión de harina de afrecho y de follaje de yuca (*Manihot esculenta*) hasta 10% en la alimentación de pollos de engorde no afectó significativamente el desempeño productivo durante el periodo experimental, ya que no se observaron diferencias ($p > 0.05$) en el peso corporal final, la ganancia de peso acumulada, el consumo acumulado de alimento ni la conversión alimenticia acumulada entre los tratamientos evaluados. Estos resultados demuestran que este ingrediente puede incorporarse en la dieta sin comprometer el crecimiento ni la eficiencia productiva de los pollos.

Durante la segunda semana de evaluación se registraron diferencias significativas en el peso corporal, la ganancia de peso y la conversión alimenticia, dichas diferencias fueron transitorias y no se mantuvieron en las semanas posteriores. Esto indica que los pollos presentaron una adecuada adaptación fisiológica a las dietas con harina de afrecho y de follaje de yuca, alcanzando al final del ciclo productivo un desempeño similar al del tratamiento control.

La estabilidad observada en el consumo de alimento y en los indicadores productivos evidencia que la harina de afrecho y de follaje de yuca constituye una alternativa nutricional viable para sustituir parcialmente ingredientes convencionales en la alimentación de pollos de engorde. Su utilización representa una opción con potencial para diversificar las materias primas empleadas en la formulación de dietas, especialmente en regiones donde la yuca es un cultivo ampliamente disponible, favoreciendo sistemas de producción avícola más sostenibles y con menor dependencia de insumos tradicionales.

La inclusión de harina de afrecho 7% y de follaje de yuca (*Manihot esculenta*) 3%, puede emplearse como ingrediente para incorporar en la alimentación de pollos de engorde sin afectar los principales indicadores de desempeño productivo. En consecuencia, este recurso constituye una alternativa técnicamente viable para reducir la dependencia de materias primas convencionales, siempre que las dietas se formulen para satisfacer los requerimientos nutricionales de las aves y el procesamiento del ingrediente garantice una adecuada calidad nutricional.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses para la publicación de este artículo.

REFERENCIAS

1. Ahiwe, E. U., Omede, A. A., Abdallh, M. B., & Iji, P. A. (2020). Impact of commercial feed dilution with copra meal or cassava leaf meal and enzyme supplementation on broiler performance. *Poultry Science*, 99(11), 5867–5873. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.028>
2. Alagbe, J. O. (2023). Performance, nutrient digestibility and health status of broiler chickens fed cassava leaf meal-based diets: A review. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 8(2), 45–57.
3. Avilés, E., Cañizares, M., Laaz, W. y Intriago, V. (2024). Efecto de subproductos de Manihot esculenta y Zea mays en alimentación de gallinas ponedoras. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 8 (24), 800-814. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.304>
4. Bakare, A. G., Cawaki, P., Ledua, I., Kour, G., Jimenez, V., Sharma, A., & Tamani, E. (2020). Acceptability, growth performance and nutritional status of chickens fed cassava leaf meal (CLM)-based diets. *Tropical Animal Health and Production*, 52(5), 2481–2489. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02274-x>
5. Bernal, W., Mantilla, J. y Alvarado, W. (2017). Efecto de la alimentación con harina de yuca (Manihot esculenta) y plátano (Musa paradisiaca) en crecimiento de gallinas ponedoras Lohman Brown. *Revista RICBA*, 1 (1), 53-59. DOI: 10.25127/ricba.201701.007
6. Bernardes, T. y Rego, A. (2014). Estudio sobre las prácticas de producción y utilización de ensilaje en las explotaciones lecheras brasileñas. *J Dairy Sci*, 97 (3), 1852-61. DOI:10.3168/jds.2013-7181
7. Betancourt, J., Núñez, E., Luz, A., Castaño, J. y Gastón, A. (2017). Suministro de ensilaje de Tithonia diversifolia sólo o mezclado con afrecho de yuca en la dieta de pollos de engorde. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(2), 203-213. <https://doi.org/10.56369/tsaes.2213>
8. Bustamante, E. (2015). *Optimización de diseños de granjas avícolas de pollos*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia], Valencia, España. <https://doi.org/10.4995/thesis/10251/59450>
9. Cárdenas, L. (2023). Vigilancia Tecnológica: identificación de usos potenciales de la yuca (Manihot esculenta). *Departamento de Inteligencia y Divulgación Científica y Tecnológica*. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.vigilanciaticologica.2023.1>
10. Celis, W., Mathios, M., Cáceres, J. y Aguilar, J. (2019). Rendimiento productivo de pollos parrilleros alimentados con harina de yuca (Manihot esculenta) como reemplazo del maíz. *Revista de Investigación Veterinaria de Perú*, 30(2), 676-681. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000200016&lng=es&nrm=iso&tlng=es
11. Cevallos, R., Peña, I. y Díaz, J. (2023). Modelo econométrico de la demanda de carne de pollo en el cantón Olmedo Manabí-Ecuador. *ECA Sinergia*, 14 (1), 7-18. <https://doi.org/10.33936/ecasinergia.v14i1.4100>
12. Cuellar, J. (2025). Nutrición avícola: el papel de los sistemas de suministro de alimentos y su impacto en la producción sostenible. *Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/nutricion-avicola-el-papel-de-los-sistemas-de-suministro-de-alimentos-y-su-impacto-en-la-produccion-sostenible/#:~:text=El%20manejo%20eficiente%20de%20la,la%20salud%20de%20las%20aves>
13. Dottavio, A., Romera, B., Canet, Z. y Masso, R. (2019). Interacción genotipo-manejo de la alimentación en la producción de pollos campero. *Revista Veterinaria*, 30 (1). <https://doi.org/10.30972/vet.3013898>
14. Esiegwu, A. C., & Nwaba, A. (2024). Response of broiler finisher chickens to dietary intake of cassava leaf meal. *Journal of Community & Communication Research*.
15. Flórez, D. y Olaya, K. (2023). Inclusión de harina de Bactris gasipaes en la dieta de pollos de engorde. *Revista Rivar*, 10 (30). <https://doi.org/10.35588/rivar.v10i30.4972>
16. Heuzé, V., Tran, G., Bastianelli, D., Lebas, F., & Lessire, M. (2023). Cassava (Manihot esculenta). Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/527>
17. López, N., Chicco, C. y Godoy, S. (2003). VALOR NUTRITIVO DEL AFRECHO Y GERMEN DESGRASADO DE MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS. *Zootecnia Tropical*. v.21 n.3. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692003000300001&lng=es&nrm=iso
18. Morgan, N y Cloet, M. (2016). Yuca: Composición nutricional y valor nutritivo en dietas avícolas. *Nutrición animal*. Volumen 2, Número 4, páginas 253-261. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.010>
19. Olayemi, W. A., Williams, G. A., Oso, A. O., & Omofunmilola, E. O. (2025). Impact of processing methods and amino acid supplementation of cassava root-leaf meal on performance and caeca microflora of broiler chicks. *Ciência Animal Brasileira*, 26
20. Porta, M., Burgos, A., Castelán, M. y Hack, C. (2020). Uso forrajero del follaje de mandioca: un cambio de paradigma productivo para un cultivo tradicional del NEA. *Revista Agrotecnia*, (29), 50-54. <https://doi.org/10.30972/agr.0294520>
21. Ravindran, V. (2022). Feed enzymes and poultry nutrition. *CAB International*.
22. Rivero, I., García, O., García, T. y Acevedo, I. (2023). Formulación de un alimento para pollos en su etapa inicial con inclusión de yuca (Manihot esculenta Crantz) y Moringa (Oleifera Lam.). *Revista Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 2 (21), 65-85. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10390117>



23. Rosas, X., Meneses, I., Becerra, E. y Vásquez, A. (2013). Posición de la estaca y su efecto sobre el rendimiento de raíz de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Veracruz, México. *Revista Biológico Agropecuaria*, 1 (2), 104-111. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v1i2.236>
24. Rugel, D. y Emén, M. (2020). Inclusión de harina de Moringa oleífera en dietas para pollos de engorde. *Revista Veterinaria*, 31 (1). <https://doi.org/10.30972/vet.3114637>
25. Trompiz J., Gómez, A., Rincón, H., Ventura, M., Bohórquez, N. y García, A. (2007). Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Científica. (Maracaibo)*, v.17 n.2. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000200007&lng=es&tlng=es.
26. Vázquez, H. (2013). *Estudio energético y de explotación de diferentes conjuntos de Labranzas para el cultivo de yuca (Manihot esculenta, Crantz) en un Fluvisol*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid], Madrid, España. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.2>
27. Yang, Y., Lei, F., Zhang, Z., Liu, L., Li, Q., & Guo, A. (2024). Effects of cassava root meal on the growth performance, apparent nutrient digestibility, organ and intestinal indices, and slaughter performance of yellow-feathered broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 56, 274. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04135-3>
28. Zeledón, E. (2017). *Evaluación de diferentes niveles de inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (Manihot esculenta crantz), en la alimentación de pollos de engorde*. Maestría Tesis, Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3534/#:~:text=Se%20utilizaron%2010%20aves%20de,peso%20final%20de%20las%20aves>.