



Efecto de subproductos de *Manihot esculenta* y *Zea mays* en alimentación de gallinas ponedoras

Effect of by-products of *Manihot esculenta* and *Zea mays* on the feeding of laying hens

Efeito dos subprodutos de *Manihot esculenta* e *Zea mays* na alimentação de galinhas poedeiras

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.304>

Emily Monserrate Avilés Vera emilyaviles@espam.edu.ec

Michell Dayanara Cañizares Parraga michell.canizares@espam.edu.ec

Wilson Agustín Laaz Loor wlaaz@espam.edu.ec

Vicente Alejandro Intriago Muñoz vicente.intriago@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica de Manabí “Manuel Félix López”.
Cuidad de Calceta, Ecuador

Artículo recibido 23 de julio 2024 / Arbitrado 28 de agosto 2024 / Publicado 20 de septiembre 2024

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el agregado de afrecho de yuca y tusa de maíz como fuentes de fibras insolubles en la alimentación de gallinas ponedoras y su efecto en los parámetros productivos y zootécnicos. La muestra utilizada fue de 300 gallinas Hy Line de 65 semanas de edad. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado distribuidos en seis tratamientos: T0 (testigo), T1 (1,5 % de afrecho de yuca), T2 (3 % de afrecho de yuca), T3 (1,5 % de tusa de maíz), T4 (3 % de tusa de maíz) y T5 (mezcla de 1,5 % de cada subproducto). Contaron con diez repeticiones y cinco aves por repetición. Se realizó el análisis de contenido de las fibras insolubles Fibra Ácido Detergente (FDA) y Fibra Detergente Neutra (FDN) y las variables productivas peso de las aves, consumo de alimento, porcentaje de producción, peso de huevos y conversión alimenticia. Los resultados muestran que la tusa de maíz tiene un mayor contenido (FDA) con 53,26% y (FDN) con 12,57%, con referencia a los parámetros productivos; el peso de huevos fue mayor para T3 en la semana 3 con 65,33+0,38, el consumo de alimento y la conversión alimenticia disminuyeron significativamente en semana 3 con 100,18+2,64 y semana 2 con 1,55+0,04 respectivamente, mientras que el peso de las gallinas y el porcentaje de producción no se vieron afectados por la inclusión de fibras. Se concluye que, la adición de fibras insolubles en la dieta de ponedoras ha demostrado disminuir tanto el consumo total de alimento como la conversión alimenticia, por lo que se constituye en una alternativa para reducir costos y obtener mayor rentabilidad.

Palabras clave: Fibra; Afrecho; Tusa; Dieta; Producción

ABSTRACT

The objective of the present research was to evaluate the addition of cassava bran and corn cob as sources of insoluble fibers in the feeding of laying hens and their effect on productive and zootechnical parameters. The sample used was 300 Hy Line hens of 65 weeks of age. A completely randomized design was applied distributed in six treatments: T0 (control), T1 (1.5% cassava bran), T2 (3% cassava bran), T3 (1.5% corn cob), T4 (3% corn cob) and T5 (mixture of 1.5% of each by-product). They had ten repetitions and five birds per repetition. The analysis of the content of the insoluble fibers Acid Detergent Fiber (ADF) and Neutral Detergent Fiber (NDF) and the productive variables weight of the birds, feed consumption, production percentage, egg weight and feed conversion were carried out. The results show that the corn cob has a higher content (ADF) with 53.26% and (NDF) with 12.57%, with reference to the productive parameters; the weight of eggs was higher for T3 in week 3 with 65.33+0.38, feed consumption and feed conversion decreased significantly in week 3 with 100.18+2.64 and week 2 with 1.55+0.04 respectively, while the weight of the hens and the percentage of production were not affected by the inclusion of fibers. It is concluded that the addition of insoluble fibers in the diet of laying hens has been shown to decrease both total feed consumption and feed conversion, so it constitutes an alternative to reduce costs and obtain greater profitability.

Key words: Dieta; Farelo; Fibra; Produção; Sabugo de milho

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a adição de farelo de mandioca e sabugo de milho como fontes de fibras insolúveis na alimentação de poedeiras e seu efeito sobre os parâmetros produtivos e zootécnicos. A amostra utilizada foi de 300 galinhas Hy Line de 65 semanas de idade. Um delineamento inteiramente casualizado foi aplicado distribuído em seis tratamentos: T0 (controle), T1 (1,5% de farelo de mandioca), T2 (3% de farelo de mandioca), T3 (1,5% de sabugo de milho), T4 (3% de sabugo de milho) e T5 (mistura de 1,5% de cada subproduto). Eles tiveram dez repetições e cinco aves por repetição. Foram realizadas a análise do teor de fibras insolúveis Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Fibra em Detergente Neutro (FDN) e as variáveis produtivas peso das aves, consumo de ração, porcentagem de produção, peso dos ovos e conversão alimentar. Os resultados mostram que o sabugo de milho possui maior teor de (FDA) com 53,26% e (FDN) com 12,57%, com referência aos parâmetros produtivos; o peso dos ovos foi maior para T3 na semana 3 com 65,33+0,38, o consumo de ração e a conversão alimentar diminuíram significativamente na semana 3 com 100,18+2,64 e na semana 2 com 1,55+0,04 respectivamente, enquanto o peso das galinhas e o percentual de produção não foram afetados pela inclusão de fibras. Conclui-se que a adição de fibras insolúveis na dieta de poedeiras demonstrou diminuir tanto o consumo total de ração quanto a conversão alimentar, constituindo-se assim em uma alternativa para reduzir custos e obter maior rentabilidade.

Palavras-chave: Palavras; Palavras; Palavras; Palavras

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la producción de alimentos concentrados depende en gran medida de fuentes de origen foráneo, lo que genera una alta dependencia de materias primas importadas. Esta situación es preocupante, ya que el constante aumento de los precios de estas materias primas se ve exacerbado por la continua devaluación del bolívar. Como resultado, los costos de producción no solo se incrementan, sino que también afectan la sostenibilidad y la competitividad del sector agroalimentario. Esta dependencia externa plantea un desafío significativo para los productores locales, quienes deben buscar alternativas para diversificar sus fuentes de insumos y reducir su vulnerabilidad ante fluctuaciones económicas.

Por otra parte, el sector avícola, en Ecuador, ha crecido significativamente en las últimas décadas, convirtiéndose en una actividad clave de la economía nacional, con 13.7 millones de gallinas ponedoras. Esto se debe al crecimiento poblacional, lo que genera más demanda en el mercado según Palma (1) en el 2023, siendo la alimentación de las ponedoras esencial para su rendimiento. La alimentación representa entre el 70% y el 80% de los costos de producción de huevos (2), resalta la importancia de piensos de bajo costo y alta calidad.

En este sentido, la yuca (*Manihot esculenta*) se presenta como un ingrediente valioso en la

alimentación de gallinas ponedoras, gracias a su alto contenido en carbohidratos, principalmente almidón, lo que la convierte en una excelente fuente de energía. Su inclusión en la dieta puede alcanzar hasta un 40% del maíz sin comprometer el rendimiento productivo ni la calidad del huevo. Al incorporar este tubérculo, los productores pueden reducir costos de alimentación y disminuir la dependencia de materias primas importadas. Es fundamental formular una dieta balanceada que satisfaga todos los requerimientos nutricionales de las aves, asegurando así su salud y productividad (3). Además, el afrecho de la raíz de yuca, un subproducto de este tubérculo, posee varios atributos nutricionales que lo hacen adecuado para la alimentación de gallinas ponedoras. En primer lugar, es una fuente importante de energía debido a su alto contenido de almidón, lo que contribuye a aumentar la producción de huevos. Asimismo, presenta un bajo nivel de sustancias antinutricionales, lo que lo convierte en un alimento seguro para las aves. Su inclusión en la dieta también puede mejorar la pigmentación de la yema de huevo cuando se combina con otros ingredientes.

Otro subproducto, que ha ganado atención derivado del maíz es la tusa, la cual presenta cualidades nutricionales que la hacen útil en la alimentación de gallinas ponedoras. Aunque se considera de baja calidad nutricional, su

composición incluye aproximadamente un 3.74% de proteína y un 33% de fibra en base fresca, lo que la convierte en una fuente adecuada de fibra dietética. Este contenido de fibra es beneficioso para la salud digestiva de las aves, ayudando a regular el tránsito intestinal y mejorando la digestión. La tusa también contiene una cantidad significativa de celulosa, que puede favorecer la actividad microbiana en el sistema digestivo (4).

Investigar nuevas fuentes de fibra insoluble como el afrecho de yuca y la tusa de maíz es fundamental para satisfacer de manera económica y práctica la creciente demanda alimenticia de las gallinas ponedoras. Estos subproductos agroindustriales se encuentran disponibles en abundancia y a bajo costo, representando una alternativa viable y sostenible para la nutrición avícola. Diversos estudios han demostrado la utilidad de ambos en el adecuado desarrollo y producción de las aves (5–7). La inclusión de estos subproductos en las dietas de gallinas ponedoras puede mejorar la digestibilidad, reducir los costos de alimentación y contribuir a la seguridad alimentaria, al mismo tiempo que se aprovechan eficientemente los recursos disponibles. En este contexto, la investigación sobre el uso de afrecho de yuca y tusa de maíz en la alimentación avícola cobra especial relevancia, abriendo nuevas posibilidades para una producción más eficiente y sostenible.

Por tanto, el objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de ambos subproductos en la alimentación de gallinas ponedoras, evaluando su impacto en los parámetros productivos y zootécnicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó bajo un enfoque cuantitativo y de tipo experimental, en la granja ubicada Vía Quiroga-Pichincha, Cantón Bolívar, Provincia de Manabí. La investigación se llevó a cabo bajo un diseño experimental completamente aleatorizado. Para lo cual se utilizó una muestra de 300 gallinas ponedoras de 65 semanas de edad, que fueron asignadas al azar en un galpón estructurado por dos filas con dos pisos, donde se establecieron 60 jaulas con 5 gallinas cada una. Las dimensiones de cada jaula fueron de 61 cm de longitud por 46 cm de ancho. Fueron desarrollados cinco tratamientos y un grupo control, la unidad experimental fue una jaula y cada tratamiento tuvo con 10 repeticiones (10 jaulas).

El factor de variación investigado fue el porcentaje de inclusión de afrecho de yuca y tusa de maíz en la dieta de gallinas ponedoras. En la Tabla 1, se presenta una descripción de los tratamientos que incluyen subproductos de yuca y maíz, especificando su código y concentración. Se identifican cinco tratamientos y un grupo control: T0, que no incluye subproductos (grupo

control); T1 y T2, que incorporan afrecho de yuca en concentraciones del 1,5% y 3,0%, respectivamente; T3 y T4, que utilizan tusa en las mismas concentraciones; y T5, que combina

afrecho de yuca y tusa, ambos al 1,5%. Esta tabla es fundamental para analizar el impacto de diferentes concentraciones de estos subproductos en los tratamientos evaluados.

Tabla 1. Descripción de Tratamientos con inclusión de subproductos de yuca y maíz.

| Nº | Tratamientos | | Descripción | |
|----|--------------|------------------------|---------------|------|
| | Código | Subproductos | Concentración | |
| T0 | ST | Sin subproducto | 0% | |
| T1 | a1b1 | Afrecho de yuca | 1,5% | |
| T2 | a1b2 | Afrecho de yuca | 3,0% | |
| T3 | a2b1 | Tusa | 1,5% | |
| T4 | a2b2 | Tusa | 3,0% | |
| T5 | a1b1a2b1 | Afrecho de yuca + Tusa | 1,5% + | 1,5% |

A partir de la elaboración de las raciones, se muestrearon para determinar el porcentaje de Humedad, Fibra Ácido Detergente (FAD) o lignina y Fibra Neutro detergente (FDN) en el afrecho de yuca y tusa de maíz. Para lo cual se tomó una muestra de 200 gr en fundas de polietileno herméticamente cerradas, rotuladas y enviadas al

laboratorio de INIAP - Estación Experimental Santa Catalina para su respectivo procesamiento. Por medio del análisis de VAN SOEST, una vez procesada la muestra fueron obtenidos los resultados de referencia para la inclusión en la dieta y el cálculo adecuado de los nutrientes requeridos para la fase productiva de las gallinas Tabla 2.

Tabla 2. Descripción de Tratamientos con inclusión de subproductos de yuca y maíz.

| Insumo | Humedad % | FDA % | FDN % |
|-----------------|-----------|-------|-------|
| Afrecho de yuca | 16,55 | 14,88 | 2,22 |
| Tusa de maíz | 9,18 | 53,26 | 12,57 |

Una vez distribuidas las gallinas en cada tratamiento se tomó las variables a evaluar al inicio, posteriormente tuvieron una semana de adaptación, para después mantener las dietas con tratamientos durante tres semanas, donde se controló el peso de las gallinas, el consumo de

alimento por cada repetición y a partir de estos datos, se calculó el consumo medio diario (CMD) y el índice de conversión (IC), porcentaje de producción, peso de huevos.

Las gallinas fueron pesadas antes del suministro de alimento con la inclusión de las

fuentes de fibra y los niveles indicados para cada tratamiento, luego se midieron semanalmente para monitorear comportamiento de las gallinas identificadas para cada grupo que fueron pesadas para medir el impacto que causó el tratamiento. Inicialmente, las gallinas sometidas a este estudio consumieron alimento que normalmente se les suministraba para establecer el consumo inicial antes del experimento, después se les empezó brindar las fórmulas con la inclusión de fibras de acuerdo con cada tratamiento establecido para lo cual se les brindó una semana de adaptación y posteriormente durante tres semanas que duro la evaluación se registró a diario el consumo total por repetición tratamiento y también al final del estudio. Además, los huevos producidos en cada tratamiento fueron pesados en una gramera digital CAMBRY al inicio, durante las semanas de evaluación y al final de la experimentación. En la conversión alimenticia también se calculó al inicio, durante cada semana y al final de la etapa del experimento.

Al consumo de alimento (Consumo) durante las tres semanas de evaluación fue registrado el diario consumo total por tratamiento. Se utilizó la siguiente fórmula para la respectiva evaluación:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Alimentoofrecido} - \text{alimento rechazado}}{\text{númerodeaves}}$$

Fue medido el porcentaje de producción a través de la siguiente formula:

$$\% \text{Producción} = \frac{\text{Huevoscolectados}}{\text{númerodeaves}} \times 100$$

La conversión (CA) alimenticia se obtuvo a partir de la relación entre el consumo de alimento g y el peso de los huevos producidos g, mediante la aplicación de la fórmula que se detalla a continuación.

$$CA = \frac{\text{Consumoalimento g}}{\text{Pesodehuevos g}}$$

Los resultados se analizaron a través de un análisis de varianza simple, previa comprobación del ajuste de los datos a la distribución normal y comprobación de la homogeneidad de la varianza entre los grupos experimentales. Para lo cual se emplearon las pruebas de Kolmogorov y Smirnov y la prueba de Crokan respectivamente. Además, se empleó la prueba de comparación de medias Tukey al 5%, para determinar la magnitud de las diferencias entre las medias de cada tratamiento y grupo control. Se estableció en todos los casos como nivel de significación para $p \leq 0.05$. Se utilizó el paquete estadístico Infostat versión 2020.

RESULTADOS

De acuerdo con los resultados reportados desde el laboratorio el contenido de humedad, fibra detergente ácida (FDA) y la fibra detergente neutra (FDN) presenta variaciones entre las dos fuentes evaluadas, de tal manera que se encontró el afrecho de yuca con 16.55% de humedad 14.88% (FDA) y 2.22 (FDN), mientras que la tuza de maíz presentó humedad en niveles inferior 9.18% y valores más elevados de FDA y FDN, con 53,26 y 12,57 respectivamente.

En relación al peso promedio de gallinas ponedoras en función de la inclusión de fibras insolubles, en la Tabla 3, se muestra los resultados obtenidos, evaluando su efecto a lo largo de tres

semanas. En la primera semana, el tratamiento T0 muestra un peso promedio de 2,15 kg, mientras que T1 y T2 tienen valores similares, siendo T2 el más bajo con 2,06 kg. A lo largo de las semanas, los pesos tienden a ser consistentes; sin embargo, se observa una ligera disminución en T2. El análisis estadístico indica p-valores superiores a 0,3 para todas las semanas, lo que sugiere que no hay diferencias significativas en los pesos entre los tratamientos. La desviación estándar (D.E.) también se presenta, reflejando la variabilidad en los datos, con un error estándar (E.E.) promedio de 0,03 a 0,04 kg. Esto indica que la inclusión de fibras insolubles no afecta significativamente el peso de las gallinas.

Tabla 3. Peso de gallinas de gallinas ponedora por efecto de la inclusión de fibras insolubles.

| Tratamiento | Peso Promedio de gallinas (Kg) + - D.E. | | |
|-------------|---|------------|------------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 |
| T0 | 2,15+-0,12 | 2,14+-0,11 | 2,17+-0,13 |
| T1 | 2,13+-0,13 | 2,12+-0,12 | 2,16+-0,11 |
| T2 | 2,06+-0,10 | 2,04+-0,09 | 2,09+-0,10 |
| T3 | 2,11+-0,11 | 2,10+-0,08 | 2,13+-0,06 |
| T4 | 2,11+-0,10 | 2,07+-0,08 | 2,1+-0,10 |
| T5 | 2,11+-0,12 | 2,08+-0,14 | 2,1+-0,09 |
| p-valor | 0,6171 | 0,3447 | 0,3112 |
| E. E | 0,04 | 0,03 | 0,03 |

La Tabla 4, presenta el consumo de alimento en gallinas ponedoras en relación con la inclusión de fibras insolubles en su dieta, evaluado a lo largo de tres semanas. En la primera semana, el tratamiento T1 tiene el mayor consumo con

119,07 g, mientras que T4 presenta el menor con 113,87 g. Sin embargo, en la segunda semana, el consumo disminuye notablemente en todos los tratamientos, siendo T4 el más bajo con 100,2 g. En la tercera semana, se observa una ligera

recuperación en algunos tratamientos, pero T4 sigue siendo el más bajo. Los p-valores indican diferencias significativas en las semanas dos y tres (<0,0001 y 0,0004 respectivamente), mientras

que en la primera semana no hay diferencias significativas. Esto sugiere que la inclusión de fibras insolubles afecta el consumo de alimento de manera variable a lo largo del tiempo.

Tabla 4. Consumo de alimento en ponedoras por efecto de la inclusión de fibras insolubles en la dieta.

| Tratamiento | Consumo de alimento (g/ave/día) + - D. E. | | |
|-------------|---|----------------|----------------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 |
| T0 | 116,16+6,54 | 107,71+3,60 a | 104,76+1,82 a |
| T1 | 119,07+6,75 | 104,07+2,00 b | 102,54+1,70 ab |
| T2 | 116,21+6,59 | 101,46+3,82 bc | 102,73+2,32 ab |
| T3 | 117,51+7,35 | 103,67+1,73 bc | 103,79+1,41 a |
| T4 | 113,87+5,97 | 100,2+2,64 c | 100,18+2,64 b |
| T5 | 118,48+4,50 | 102,76+1,84 bc | 102,14+2,48 ab |
| p-valor | 0,4991 | <0,0001 | 0,0004 |
| E. E | 2,01 | 0,87 | 0,67 |

Medias con letras común en las columnas no son significativamente diferentes (p > 0,05).

La Tabla 5, muestra el peso promedio de los huevos de gallinas ponedoras en función de la inclusión de fibras insolubles en su dieta, evaluado durante tres semanas. En la primera semana, el grupo control T0 tiene el mayor peso promedio con 64,89 g, seguido por T3 con 64,67 g. Sin embargo, en la segunda semana, T1 muestra una disminución notable, alcanzando solo 62,92 g, lo

que lo convierte en el más bajo de esa semana. En la tercera semana, T3 se destaca nuevamente con un peso promedio de 65,33 g. Los p-valores indican diferencias significativas en todas las semanas analizadas (0,0411, 0,0036 y 0,0001), sugiriendo que la inclusión de fibras insolubles influye en el peso de los huevos.

Tabla 5. Peso de huevos en ponedoras por inclusión de fibras insolubles en la dieta.

| Tratamiento | Peso Promedio de huevos (g) + - D. E. | | |
|-------------|---------------------------------------|---------------|---------------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 |
| T0 | 64,89+1,04 a | 64,43+1,77 a | 64,92+0,55 ab |
| T1 | 64,04+0,89 ab | 62,92+1,50 b | 63,94+1,00 c |
| T2 | 63,63+1,26 b | 63,89+1,08 ab | 63,89+1,10 c |
| T3 | 64,67+1,00 ab | 64,95+0,67 a | 65,33+0,38 a |
| T4 | 64,27+0,50 ab | 64,33+0,33 ab | 64,49+0,42 ab |
| T5 | 64,39+0,35 ab | 64,4+0,26 a | 64,39+0,24 bc |
| p-valor | 0,0411 | 0,0036 | 0,0001 |
| E.E | 0,28 | 0,35 | 0,22 |

Medias con letras común en las columnas no son significativamente diferentes (p > 0,05).

Para esta variable no se cumplió con el supuesto de normalidad de distribución de los datos, por tanto, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la comparación de los valores de la aplicación de los tratamientos durante las semanas de evaluación.

El porcentaje de producción en las gallinas después de la inclusión de fuentes de fibras (afrecho de yuca y tusa de maíz) y al realizar la comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de producción a través de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis se demuestra que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) para los índices encontrados en cada tratamiento, por tanto, se establece que el porcentaje de producción de huevos no se ve afectado según el nivel de inclusión de fuentes de fibras insolubles en la dieta para ponedoras de 57 semanas de edad.

La Tabla 6, presenta el índice de producción (porcentaje) de gallinas ponedoras en relación con la inclusión de fibras insolubles en su dieta, evaluado durante tres semanas. En la primera semana, el tratamiento T5 tiene el mayor índice de producción con 76%, mientras que T2 y T3 presentan el menor con 68%. En la segunda semana, T0, T1 y T2 tienen un índice de 64%, siendo T5 el más alto con 70%. En la tercera semana, T1, T3, T4 y T5 alcanzan un 72% de producción, siendo T0 y T2 los más bajos con 64%. Los p-valores indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna de las semanas (0,8895, 0,9305 y 0,7541). Lo cual sugiere que la inclusión de fibras insolubles no afecta significativamente el porcentaje de producción de huevos en las gallinas ponedoras.

Tabla 6. Porcentaje de producción en ponedoras por inclusión de fibras insoluble en la dieta.

| Tratamiento | Índice de producción (%) + - D. E. | | |
|-------------|------------------------------------|-----------|-----------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 |
| T0 | 74+-46,47 | 68+-46,87 | 64+-26,33 |
| T1 | 72+-13,98 | 68+-10,33 | 74+-13,50 |
| T2 | 68+-16,87 | 64+-12,65 | 64+-12,65 |
| T3 | 72+-13,98 | 64+-15,78 | 72+-13,98 |
| T4 | 70+-17,00 | 64+-15,78 | 72+-19,32 |
| T5 | 76+-18,38 | 70+-19,44 | 72+-19,32 |
| p-valor | 0,8895 | 0,9305 | 0,7541 |
| E.E | 5,12 | 4,88 | 5,74 |

La Tabla 7, presenta la conversión alimenticia en gallinas ponedoras, evaluando el efecto de la inclusión de fibras insolubles en su dieta a lo largo de tres semanas. En la primera semana, el grupo control T0 muestra una conversión de 1,79 g, mientras que T4 tiene la conversión más baja con 1,77 g. En la segunda semana, se observa una disminución general en las conversiones, siendo T4 nuevamente el más

eficiente con 1,55 g, mientras que T1 presenta el valor más alto con 1,64 g. En la tercera semana, T0 y T4 muestran conversiones similares (1,52 g y 1,53 g respectivamente). Los p-valores indican diferencias significativas solo en la segunda semana (0,0026), sugiriendo que la inclusión de fibras insolubles puede influir en la conversión alimenticia en ciertos momentos del ciclo productivo.

Tabla 7. Conversión alimenticia en ponedoras por efecto de la inclusión de fibras insolubles en la dieta.

| Tratamiento | Conversión de alimento (g alimento/peso huevo g) + - D. E. | | |
|-------------|--|--------------|-----------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 |
| T0 | 1,79 | 1,58+0,03 ab | 1,52+0,07 |
| T1 | 1,86 | 1,64+0,04 c | 1,54+0,06 |
| T2 | 1,83 | 1,61+0,05 bc | 1,58+0,09 |
| T3 | 1,82 | 1,59+0,03 ab | 1,56+0,08 |
| T4 | 1,77 | 1,55+0,04 a | 1,53+0,12 |
| T5 | 1,84 | 1,59+0,04 ab | 1,59+0,04 |
| p-valor | 0,4468 | 0,0026 | 0,3664 |
| E.E | 0,03 | 0,01 | 0,03 |

DISCUSIÓN

A diferencia de lo que reportan Bussolo (8), quienes indican que el afrecho de yuca contiene un 86% de fibra insoluble, lo que lo convierte en un ingrediente valioso para las dietas, Rosales (9) ofrece un análisis más detallado de su composición. Según su estudio, el afrecho de yuca presenta un 87.2% de materia seca, 2.72% de proteína, 6.12% de fibra y 3.58% de ceniza. En comparación, la harina de coronta de maíz muestra un contenido de 84.7% de materia seca, 2.64% de

proteína, 30.00% de fibra y 1.41% de ceniza. Estos datos sugieren que, aunque ambos subproductos son utilizados en la alimentación animal, su perfil nutricional varía significativamente. La alta proporción de fibra en el afrecho de yuca puede ser beneficiosa para mejorar la digestión en animales monogástricos, mientras que la harina de maíz se destaca por su mayor contenido proteico y energético, lo que la hace adecuada para diferentes formulaciones dietéticas.

En este sentido, la composición nutricional de los derivados o subproductos de la yuca se verá diferenciada por las condiciones de la zona, la variedad, el manejo o tipo de seca, etc., por esta razón se asume la diferencia encontrada en este estudio con los datos reportados por Bernal (5), donde indican para la harina de yuca humedad de 12.34%, fibra detergente neutra de 5.35% y fibra detergente ácido 1.18%, por otra parte Marmolejo (10), al realizar el análisis nutricional de afrecho reportan 0.48% en proteína cruda y 13.1 de fibra.

Los resultados obtenidos en este estudio difieren notablemente de los hallazgos reportados por Bernal (5). En su investigación, estos autores afirman que las gallinas ponedoras que fueron suplementadas con un 15% de harina de yuca lograron alcanzar el mayor peso corporal en comparación con otros grupos de tratamiento. Este contraste sugiere que la inclusión de harina de yuca en la dieta avícola puede tener un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de las aves. La diferencia en los resultados podría deberse a varios factores, como la composición nutricional específica de la harina utilizada, las condiciones experimentales o incluso la raza de las gallinas. Además, es posible que otros componentes de la dieta o el manejo del alojamiento hayan influido en el rendimiento de las aves. Estos hallazgos resaltan la importancia

de realizar más investigaciones para comprender mejor cómo diferentes ingredientes alimenticios afectan el crecimiento y la producción en gallinas ponedoras.

De manera similar, los datos obtenidos en este estudio concuerdan con los hallazgos de Lon-Wo (11), quienes demostraron una mayor eficiencia nutritiva y metabólica en gallinas ponedoras alimentadas con dietas diferenciadas. En su investigación, las aves mantuvieron un buen ritmo de producción y ganaron peso vivo, lo que sugiere que la estrategia de alimentación utilizada fue efectiva. Sin embargo, al evaluar el suministro de ensilaje de *Tithonia diversifolia*, solo o mezclado con afrecho de yuca, en la dieta de pollos de engorde. Mientras, Betancourt (12), no encontraron un efecto significativo sobre el peso vivo de las aves a los 56 días de edad. Esta discrepancia en los resultados podría deberse a diferencias en la composición de las dietas, el potencial de crecimiento de las razas utilizadas o las condiciones ambientales del estudio. Es importante destacar que la inclusión de subproductos agroindustriales en la alimentación avícola puede tener efectos variables dependiendo de la especie, la edad y el nivel de inclusión.

Por otra parte, Yordan (13), llevaron a cabo un estudio con un total de 240 pollitas de la raza White Leghorn, en el cual evaluaron el efecto de

añadir polvo de hojas y retoños de *Anacardium occidentale* (AO) en sus dietas. Los resultados obtenidos mostraron que la inclusión de un 0,5% de polvo de AO en la alimentación de las aves tuvo un impacto positivo y significativo en varios parámetros de crecimiento. En particular, se observó una mejora notable en el peso vivo final de las pollitas, así como en el peso de los órganos relacionados con el sistema inmunológico, lo que sugiere un fortalecimiento de la salud general de las aves. Además, se constató una mejora en la salud intestinal, lo que es crucial para la absorción adecuada de nutrientes y el bienestar general. Es importante destacar que no se registraron efectos adversos en el peso relativo de las vísceras, lo que indica que la inclusión de AO no afectó negativamente la salud interna de las aves. Estos hallazgos subrayan el potencial beneficioso del uso de subproductos vegetales en la nutrición avícola.

Los datos reportados en estos estudios son comparables a los hallazgos de Yokhana (14), quienes evaluaron dos grupos de gallinas de 19 semanas de edad: uno con inclusión de fibra insoluble y otro sin ella. En su investigación, no encontraron diferencias significativas entre ambos grupos. Sin embargo, las gallinas alimentadas con la dieta que incluía fibra insoluble mostraron una mayor actividad de la proteasa general pancreática (GP) y un mayor peso relativo de la molleja en comparación con el grupo de control, lo que

sugiere una mejora en la función digestiva. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Guzmán (15), quienes indicaron que las gallinas alimentadas con una dieta alta en energía durante la fase de postura presentaron un menor consumo de alimento ($p < 0,001$) y una mejor conversión alimenticia ($p < 0,01$) en comparación con aquellas alimentadas con una dieta baja en energía. A pesar de esta reducción en el consumo, no se observó un impacto negativo en la producción ni en el peso del huevo.

Por otro lado, Sanmiguel-Plazas (16), mencionan que es esencial que las dietas estimulen el incremento del tamaño del tracto digestivo, aumentando los niveles de fibra y utilizando alimentos con una granulometría de alrededor de 1.0 a 1.2 mm a partir de la quinta semana de edad. Además, sugiere que el consumo diario de alimento debe ser, al menos, de 95 g e idealmente 100 g para las gallinas, lo cual concuerda con los datos obtenidos en este estudio. Esta recomendación es crucial para asegurar un desarrollo óptimo del sistema digestivo, lo que puede influir positivamente en la eficiencia alimentaria y el rendimiento productivo a largo plazo.

Los resultados mostrados sobre el peso de las gallinas indican que, al incluir fuentes con un mayor porcentaje de fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN), como es la tusa de maíz, se reduce la cantidad de alimento consumido

sin afectar el peso promedio de las aves. Esto es consistente con los hallazgos de Betancourt (12), quienes observaron que al utilizar hojas de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) mezcladas con afrecho de yuca en pollos, también se redujo el alimento consumido.

Por otra parte, el estudio realizado por Yordan (13), con 240 pollitas White Leghorn, se demostró que la adición del 1,5% y 2,5% de polvo de hojas y retoños de *Anacardium occidentale* (AO) en sus dietas aumentó el consumo de alimento; sin embargo, esto deprimió algunos indicadores productivos. No obstante, al añadir solo un 0,5% de AO, se observaron mejoras en el peso vivo final y la salud intestinal, sin efectos adversos en el peso relativo de las vísceras.

Asimismo, Martínez-Cardona (17), realizaron una investigación sobre parámetros productivos en gallinas ponedoras alimentadas con maíz y harina de plantas forrajeras, indicando que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos en la evaluación del peso del huevo por semana. De manera similar, Gutiérrez-Vázquez (18), afirmaron que al evaluar diferentes sistemas de alimentación hipocalóricas e hiperfibrosas para ponedoras en fase de muda no se afectó el peso del huevo. Por otro lado, Corrales (19), señalaron que la utilización de batata naranja y harina de batata influye positivamente en varios aspectos del huevo, incluyendo su peso, tamaño, temperatura,

pH, color de la yema y espesor de la cáscara. En particular, la adición del 10% de batata fresca en la dieta causó un efecto positivo en el peso del huevo debido a su contenido significativo de fibra insoluble.

Datos similares fueron reportados por Bernal (5), quienes concluyeron que la inclusión tanto de harina de yuca como de plátano no afectó los índices productivos ni el crecimiento en pollitas ponedoras Lohmann Brown. Estos resultados coinciden con lo indicado por Zacarías (20), quienes señalaron que no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de postura al incluir fibras en gallinas ponedoras. Esta consistencia entre diferentes estudios sugiere que ciertos ingredientes fibrosos pueden ser utilizados eficazmente sin impactar negativamente sobre los rendimientos productivos. Estos resultados han sido confirmados en otras especies por Romero (21), en cerdos.

Es fundamental considerar la inclusión adecuada de fibras desde el levante en las pollitas; Méndez (4), recomienda utilizar niveles del 3.5% entre las semanas 5 a 11 y del 3.5% a 4.5% entre las semanas 12 a 18. Sin embargo, es importante destacar que la producción del huevo no se vio afectada al evaluar esquemas alimenticios altos en fibras y bajos en calorías durante el proceso inducido de muda según Gutiérrez-Vázquez (18). Esto indica que es posible manejar eficazmente las

dietas para optimizar tanto el crecimiento como los ciclos reproductivos. Se ha demostrado que sustituir completamente el maíz por harina de raíz de yuca durante el pico de postura permite a las gallinas ponedoras alcanzar su máximo potencial productivo (20).

En este contexto, se obtuvieron valores más bajos para conversión alimenticia que los reportados por Zacarías (20), quienes registraron índices masales entre 1.98 y 2.00 utilizando afrecho de yuca y aceite de palma como parte del régimen alimenticio para ponedoras. Por último, Guzmán (15), indicaron que las gallinas alimentadas con dietas altas en energía durante la fase crítica mostraron un menor consumo total ($P < 0,001$) junto a una mejor conversión alimenticia ($P < 0,01$), sin afectar negativamente ni la producción ni el peso del huevo comparado con aquellas alimentadas con dietas bajas en energía. Estos hallazgos son importantes para optimizar las estrategias nutricionales utilizadas en avicultura moderna.

CONCLUSIONES

La tusa de maíz se caracteriza por contener una mayor cantidad de fibras detergente ácida (FDA) y detergente neutro (FDN) en comparación con el afrecho de yuca. A pesar de esta diferencia en el contenido de fibra, ambos subproductos pueden ser utilizados eficazmente

como fuentes de fibra en la dieta de gallinas ponedoras, mostrando efectos favorables en diversos parámetros productivos. La inclusión de fuentes de fibra insoluble en la alimentación de las gallinas ponedoras ha demostrado disminuir tanto el consumo total de alimento como la conversión alimenticia. Esta reducción en el consumo puede resultar beneficiosa, ya que permite optimizar los costos de producción al disminuir la cantidad de alimento necesario para mantener la producción. Además, al mejorar la eficiencia alimentaria, se puede obtener una mayor rentabilidad para los productores avícolas. Por lo tanto, considerar la inclusión de estos subproductos en las formulaciones dietéticas representa una estrategia viable para mejorar la sostenibilidad y rentabilidad del sistema avícola.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Palma-Avellán A, Sabando-Mendoza E. Producción y consumo avícola en Manabí. Una comparación interna entre demanda y consumo. 593 Digit Publ CEIT. 2023;8(3):777-93. https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/1822
2. Fumagalli. R. Eficiencia de las gallinas ponedoras Hy-Line® W-80 bajo diferentes requerimientos nutricionales. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2022; 2022. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7423>

3. Yang R, Khalid A, Khalid F, Ye M, Li Y, Zhan K, et al. Effect of fermented corn by-products on production performance, blood biochemistry, and egg quality indices of laying hens. *J Anim Sci*. 2022;100(5):skac130. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35417556/>
4. Méndez G, Ríos de Álvarez L, de Combellas J, Colmenares O, Álvarez Z. Uso de tusa de maíz en dietas que contienen gallinaza sobre el comportamiento productivo de ovinos en crecimiento. *Zootec Trop*. 2004;22(1):15-28. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692004000100002
5. Bernal W, Mantilla J, Alvarado W. Efecto de la alimentación con harina de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano (*Musa paradisiaca*) en crecimiento de gallinas ponedoras Lohmann Brown. *Rev Investig En Cienc Biotecnol Anim*. 2017;1(1). <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/ricba/article/view/177>
6. Ndego A, Ezedom T, Egbune E, Tonukari N. Biochemical characterization of solid state fermented maize cob (*Zea mays*) using *Rhizopus oligosporus* and its application in poultry feed production. *Int J Recycl Org Waste Agric IJROWA*. 2023;12(2):235-46. <https://oicpress.com/international-journal-of-recycling-of-organic-waste-in-agriculture/article/biochemical-characterization-of-solid-state-fermented-maize-cob-zea-mays-using-rhizopus-oligosporus-and-its-application-in-poultry-feed-production/>
7. Buitrago A, Cepeda M, Castrillo C. Aprovechamiento de subproductos agroindustriales de la cadena productiva de la yuca (*Manihot esculenta*): Una revisión. *Limentech Cienc Tecnol Aliment*. 2022; 20(1). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/alimen/article/view/1658>
8. Bussolo de Souza C, Roeselers G, Troost F, Jonkers D, Koenen M, Venema K. Prebiotic effects of cassava bagasse in TNO's in vitro model of the colon in lean versus obese microbiota. *J Funct Foods*. 2014; 11:210-20. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S175646461400303X>
9. Rosales-Conde J, Tang T. Composición química y digestibilidad de insumos alimentarios de la zona de Ucayali. *Folia Amaz*. 1996;8(2):13-27. <http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foliaamazonica/article/view/318>
10. Marmolejo L, Pérez A, Torres P, Cajigas A, Cruz CH. Utilization of the solid wastes generated in small scale cassava starch production. 2008;20(7). <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd20/7/marm20104.htm>
11. Lon-Wo E, Cárdenas M. Impacto económico y ambiental de una alimentación diferenciada para las gallinas ponedoras. *Rev Cuba Cienc Agríc*. 2003;37(4):415-9. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193018056011.pdf>
12. Betancourt J, E Lan, J Gac. Suministro de Ensilaje de *Tithonia diversifolia* sólo o mezclado con afrecho de yuca en la dieta de pollos de engorde. *Trop Subtrop Agroecosystems*. 2017;20(2):203-13. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93952506005.pdf>
13. Martínez A, Martínez Y, Olmos S, Siza I, Betancur H. Efecto nutracéutico del *Anacardium occidentale* en dietas de pollitas ponedoras de reemplazo. *Rev MVZ Córdoba*. 2012;3125-32. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682012000300005
14. Yokhana J, Parkinson G, Frankel T. Effect of insoluble fiber supplementation applied at different ages on digestive organ weight and digestive enzymes of layer-strain poultry. *Poult Sci*. marzo de 2016;95(3):550-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26574026/>
15. Guzmán P, Saldaña B, Bouali O, Cámara L, Mateos GG. Effect of level of fiber of the rearing phase diets on egg production, digestive tract traits, and body measurements of brown egg-laying hens fed diets differing in energy concentration. *Poult Sci*. 1 de agosto de 2016;95(8):1836-47. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119316396>
16. Sanmiguel-Plazas R, Mejía-Rojas G, Lozano-Covaleda L, Castañeda-Serrano R. Evaluación de diferentes granulometrías de calcio en la alimentación de gallinas ponedoras. *Cienc Agric*. 2016;13(2):67-72. <https://www.redalyc.org/journal/5600/560062851007/html/>

- 17.** Martínez-Cardona D. Evaluación de parámetros productivos y económicos en gallinas Lohmann Brown alimentadas con maíz (*Zea mays*) y harina de plantas forrajeras como Morera (*Morus alba*) y Botón de oro (*Tithonia diversifolia*). 2020. <https://repositorio.uco.edu.co/jspui/handle/20.500.13064/1799>
- 18.** Gutiérrez-Vázquez E, Ordaz-Ochoa G, Val-Arreola D, Pérez-Sánchez R, Juárez-Caratachea A, Gutiérrez-Vázquez E, et al. Evaluación de dietas hipocalóricase hiperfibrosas sobre la muda inducida en gallinas en postura. *Abanico Vet.* 2021;11. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2448-61322021000100113&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- 19.** Corrales M, Luna D, Yurgaki B, Moreno J. Evaluación del uso de la batata (*Ipomea batata*) Agrosavia Aurora sobre la calidad del huevo en gallinas ponedoras. *LOGINN Investig Científica Tecnológica.* 2022;6(2). <https://revistas.sena.edu.co/index.php/LOG/article/view/4966>
- 20.** Zacarias J, Valdivié M, Bicudo S. Sustitución de maíz y aceite de soya por harina de yuca y aceite de palma africana en dietas para gallinas ponedoras. *Rev Cuba Cienc Agríc.* 2012;46(2):175-80. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193024447010.pdf>
- 21.** Romero de Armas R, Alcívar Acosta E, Alpizar Muni J. Afrecho de yuca como sustituto parcial del maíz en la alimentación de cerdos de engorde. *La Técnica.* 2017; 2017:54-61. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6230432>