

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación

**Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en el desempeño
productivo de pollitas ponedoras**

Estudiantes

César Adrián Vega Tumbaco

José Pedro Montalván Hernández

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.

Patricio E. Paz, Ph.D

Honduras, junio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ROGEL CASTILLO

Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	12
Sitio de Estudio.	12
Condiciones Geo-Climáticas.....	12
Animales, Diseño Experimental y Tratamientos.....	12
Condiciones Experimentales.....	12
Indicadores Productivos.....	15
Análisis Estadísticos	16
Resultados y Discusión.....	17
Peso Vivo.....	17
Consumo de Alimento	18
Ganancia de Peso.....	19
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	21
Viabilidad	22
Uniformidad.....	23
Tamaño de Tarso.....	24

Correlaciones	26
Conclusiones	31
Recomendaciones	32
Referencias.....	33

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Esquemas de los tratamientos experimentales	12
Cuadro 2 Ingredientes y aportes nutricionales de las pollitas Dekalb White® (0-4 semanas)	13
Cuadro 3 Ingredientes y aportes nutricionales de las pollitas Dekalb White® (5-10 semanas)	14
Cuadro 4 Ingredientes y aportes nutricionales de las pollitas Dekalb White® (10-16 semanas)	15
Cuadro 5 Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables productivas del tratamiento 1 (0-16 semanas)	26
Cuadro 6 Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables productivas del tratamiento 2 (0-16 semanas)	27
Cuadro 7 Coeficientes de correlación de Pearson para las variables productivas del tratamiento 3 (0-16 semanas)	28
Cuadro 8 Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables productivas del tratamiento 4 (0-16 semanas)	29
Cuadro 9 Coeficientes de Correlación de Pearson entre las variables productivas del tratamiento 5 (0-16 semanas)	29
Cuadro 10 Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables productivas del tratamiento 6 (0-16 semanas)	30

Índice de Figuras

Figura 1 Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en el peso vivo de pollitas Dekalb White®	18
Figura 2 Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en el consumo de alimento de pollitas Dekalb White®	19
Figura 3 Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en la ganancia de peso de pollitas Dekalb White®	21
Figura 4 Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en la conversión alimenticia de pollitas Dekalb White®	22
Figura 5 Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en la viabilidad de pollitas Dekalb White®	23
Figura 6 Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en la uniformidad de pollitas Dekalb White®	24
Figura 7 Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en el tamaño del tarso de pollitas Dekalb White®	25

Resumen

Durante este experimento se evaluó el desempeño productivo de pollitas ponedoras, frente a niveles crecientes de semolina de arroz *ad libitum*, midiendo su peso vivo, consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia (ICA), tamaño de tarso, viabilidad y uniformidad. El experimento se realizó con 1440 pollitas Dekalb White®, siendo divididas al azar en cinco tratamientos (T2:0%, 5% y 10%, T3:0%, 10% y 15%, T4:0%, 10% y 20%, T5:5%, 10% y 15%, T6:5%, 10% y 20%) y un control (T1), usando cuatro corrales o repeticiones por tratamiento, siendo un total de 60 pollitas por tratamiento. Los tratamientos 4 (0, 10 y 20%) y 5 (5, 10 y 15%) obtuvieron mayores medias ($P \leq 0.05$) para las variables de peso vivo (1270.36 g - 1336.13 g) y ganancia de peso (546.16 g - 537.34 g). El T2 (0, 5 y 10%) presentó la media más baja ($P \leq 0.05$) en consumo de alimento (43.10 g). Para el ICA y viabilidad no se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$). El T5 presentó la menor media ($P \leq 0.05$) en uniformidad (86%), esto atribuido a estrés, producto de anomalías climáticas durante el experimento. El T4, T5 y T6 obtuvieron medias superiores ($P \leq 0.05$) en tamaño de tarso (10.74 cm, 10.51 cm, 10.57 cm). La correlación de Pearson demostró que el T5 no obtuvo correlaciones positivas muy altas y altas entre sus variables en comparación con el resto de tratamientos. Para la mayoría de las variables, el T5 se presentó con mayores medias en contraste a los demás tratamientos.

Palabras clave: pollitas, reemplazo, semolina de arroz.

Abstract

During the experiment, the productive behavior of laying pullets was measured, against increasing levels of rice polishing *ad libitum*. The experiment was carried with 1440 laying Dekalb White® pullets, randomly distributed into five treatments (T2:0%, 5% y 10%, T3:0%, 10% y 15%, T4:0%, 10% y 20%, T5:5%, 10% y 15%, T6:5%, 10% y 20%) plus a control (T1), with four corrals or repetitions per treatments, being 60 chicks per treatment. The treatments 4 (0, 10 y 20%) and 5 (5, 10 y 15%) had the highest mean ($P \leq 0.05$) for the variables live weight (1270.36g – 1336.16g) and weight gain (546.16g – 537.34 g). The T2 (0, 5 y 10%) had the lowest mean ($P \leq 0.05$) in feed intake (43.10g). For Food Conversion Index and viability, there weren't significant difference ($P \geq 0.05$). The T5 had the lowest mean ($P \leq 0.05$) in uniformity (86%), attributed to stress due to climate anomaly during the experiment. The T4, T5 and T6 obtained higher means ($P \leq 0.05$) in tarsus size (10.74cm, 10.51 cm, 10.57 cm). Pearson's correlation showed T5 did not obtain very high and high positive correlations between its variables compared to the rest of treatments. It is recommended using rising levels of rice bran of 5%, 10% and 15% in laying chicks, in previous laying stages.

Keywords: pullets, replacement, rice polishing.

Introducción

La avicultura es un rubro que se encuentra en constante crecimiento, debido al incremento poblacional, el consumo de carne y huevos es la fuente de alimentación más común a nivel mundial siendo la base para la seguridad alimentaria y nutricional (Mottet y Tempio 2017). Las técnicas de la producción avícola se implementaron luego de existir creciente consumo de carne de aves de corral. (Mallick et al. 2020) mencionaron que alrededor de 5000 millones de pollos son criados cada año como fuente de alimentación para carne y huevos. Debido a que la avicultura se ha convertido en el sector de más rápido crecimiento no solo a nivel de crianza si no en el área agrícola en su conjunto.

Es necesario la creación de sistemas de crianza avícola, los cuales puedan ayudar a cumplir al menos la demanda local de los países, tomando como punto de partida un área en específico como la producción de pollitas ponedoras y su alimentación como método de desarrollo de la avicultura. La gran mayoría de la alimentación animal tiene como base energética el maíz, “considerando que, proporciona la más alta tasa de conversión a carne, leche y huevos” (Campos-Granados y Arce-Vega 2016), comparado con otros granos que se usan con el mismo propósito.

Existe una amplia variedad de granos que pueden ayudar a cubrir las necesidades energéticas y nutricionales de los animales, pero esto depende en gran medida de la especie, edad reproductiva y el propósito de crianza. Uno de esos granos es el arroz, el cual posee las características para servir como alimento energético alternativo al maíz. Uno de los subproductos es la semolina o pulido de arroz. Este se obtiene mediante el procesamiento del arroz para consumo humano, el cual principalmente se deriva de la capa exterior del grano de arroz. Se compone de una capa aleurónica del grano de arroz, con alguna proporción del endospermo y germen que representan aproximadamente el 10% del peso del grano de arroz (Mohd Esa et al. 2016), representando todos los pulimentos que se obtienen cuando al grano se le separa de la cáscara externa (Mata Arias 2017). Este subproducto es una buena alternativa para usarlo en la dieta de las aves debido a las diferentes

bondades que brinda a los animales: es rica en fibra y aporta ácidos grasos insaturados, vitaminas del complejo B y minerales (Yamin et al. 2020), elementos de suma importancia para el desarrollo óptimo del animal.

Cabe mencionar que la semolina ocasiona diferentes problemas al animal cuando este lo consume en exceso, se pueden ver afectadas la absorción de fósforo, zinc, hierro, calcio y magnesio, que son de gran importancia para el desarrollo del animal (Lamid et al. 2014). Una alternativa a esta problemática es someter la semolina a un proceso de extrusión, el cual es un pretratamiento mecánico térmico, el cual produce un efecto físico-químico y nutricional en el alimento, como la permanente desnaturalización de lipasas, incrementando la digestibilidad de las grasas, gracias a la inactivación del inhibidor de tripsina y lipasa (Zare-Sheibani et al. 2015). Estudios recientes también han demostrado que al utilizar peróxido de hidrógeno con niveles hasta el 20%, mejora las propiedades físicas y químicas de la semolina de arroz mejorando el desarrollo de los pollos de engorde (Saeed et al. 2016).

La semolina de arroz aparece como un alimento alternativo a la alimentación convencional con maíz, ya sea por poca disponibilidad en el mercado, o por altos precios en la región. Existen varias pruebas con semolina de arroz en el área avícola, como ser la evaluación *ad libitum* y restringida en pollas de reemplazo (Del Salto Millan y Arteaga Navas 2017). En pollos de engorde se evaluó el efecto que tuvo la semolina de arroz sobre la productividad y las características de la canal (Barberena Baltodano 2020). Dejando en evidencia la utilización de semolina de arroz, y abriendo camino hacia los alimentos alternativos al maíz como principal fuente energética de alimento animal.

Siendo la semolina de arroz un alimento de alto valor nutricional, se considera que propondrá una alternativa frente a la alimentación convencional a base de maíz. Por tanto, se considera que los índices productivos evaluados en este experimento, serán iguales o superiores contra la alimentación convencional en base a maíz, representada y propuesta como control durante la investigación. Por tanto, la presente investigación se enfoca en evaluar la semolina de arroz en el desempeño productivo

de pollitas ponedoras Dekalb White[®], usando diferentes niveles de inclusión de este subproducto en la dieta de estos animales, con el siguiente objetivo: Evaluar el efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en los indicadores bioproductivos de pollitas ponedoras de reemplazo durante 16 semanas de vida.

Materiales y Métodos

Sitio de Estudio.

El experimento se desarrolló en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 32 km entre Tegucigalpa- Danlí, Honduras.

Condiciones Geo-Climáticas.

La temperatura promedio anual es de 26 °C, con una precipitación promedio de 1100 mm y a una altura de 800 msnm.

Animales, Diseño Experimental y Tratamientos.

Un total de 1440 pollitas de reemplazo ponedoras Dekalb White de un día de edad y sexadas, se ubicaron durante 16 semanas según diseño completamente aleatorizado con seis tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Esquemas de los tratamientos experimentales

Etapas	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Inicio (0-4 semanas)	Control	Control	Control	Control	5%	5%
Crecimiento (4-10 semanas)	Control	5%	10%	10%	10%	10%
Acabado (10-16 semanas)	Control	10%	15%	20%	15%	20%

Condiciones Experimentales.

Cada repetición se realizó en corrales con dimensiones de 5.92 m² (1.6 × 3.7 m), donde se ubicaron 60 pollitas/corral a una razón de 10.13 aves/m². El alimento y el agua se ofrecieron *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos automático dual, respectivamente; la dieta se formuló en la planta de concentrado de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, se tomó en cuenta los requerimientos descriptos en el manual de la línea genética utilizada (Cuadros 2,3 y 4).

Cuadro 4*Ingredientes y aportes nutricionales de las pollitas Dekalb White® (10-16 semanas)*

Ingredientes (%)	Control	10%	15%	20%	15%	20%
Harina de maíz de descarte	63.66	54.1	49	43.9	49	43.9
Harina de soya	16.25	16	15.8	15.7	15.8	15.7
Premezcla de minerales y vitaminas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cloruro de sodio	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Semolina de arroz	0	10	15	20	15	20
Aceite de palma africana	0.02	0.38	0.65	0.92	0.65	0.92
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.07	0.08	0.09	0.1	0.09	0.1
L-Lisina	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
Carbonato de calcio	2.09	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
Biofos	1.04	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
Mycofix plus 5.0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Salvado de trigo	15.55	15	15	15	15	15
Enzimas Lumis Lbzyme X50	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Aportes nutricionales (%)						
Energía metabolizable (kcal/kg MS)	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Proteína cruda	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8
Ca	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
P disponible	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Lisina	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
Metionina+cistina	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
Treonina	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45

Indicadores Productivos

Todos los indicadores del desempeño productivo se determinaron en los periodos de 1-4 semanas, 5-10 semanas, 11-16 semanas. La viabilidad de las pollitas de reemplazo de ponedoras se determinó por los animales vivos al final del experimento entre los existentes al inicio por 100. El peso final de cada etapa se midió de forma individual, en una balanza digital SARTORIUS modelo BL 1500 con precisión ± 0.1 g. El consumo de alimento acumulado se calculó mediante el método de oferta y rechazo. Se calculó la conversión alimenticia como la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 g de peso vivo (PV). La uniformidad se calculó según el método de ± 10 y según el peso estándar.

Análisis Estadísticos

Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple utilizando el programa estadístico Infostat, versión 2019. Se tomó valores de $P \leq 0.05$ para indicar diferencias significativas y se utilizó una separación de medias de Duncan con las variables que obtuvieron diferencia. También, se hizo una correlación de Pearson entre las variables por tratamiento para observar si existen relaciones.

Resultados y Discusión

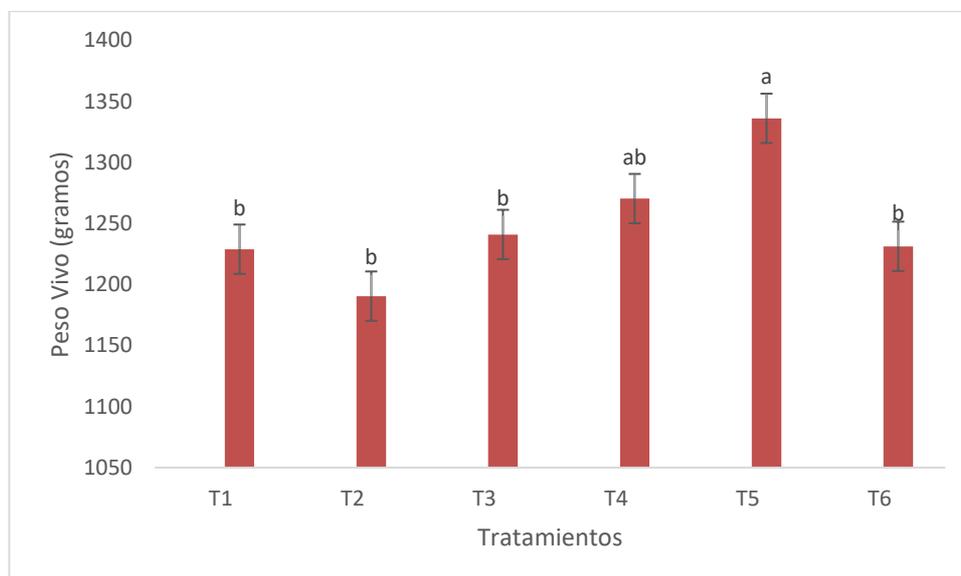
Peso Vivo

El peso vivo de las pollitas ponedoras resultó afectado por los diferentes niveles de inclusión de semolina de arroz en la dieta. Para la finalización del experimento, el T5 (5, 10 y 15% de semolina) y el T4 (0, 10 y 20% de semolina) obtuvieron valores altos en el peso vivo en comparación con los demás tratamientos, con 1336.13 g y 1270.36 g respectivamente como lo demuestra la Figura 1, superando el límite superior del rango de peso corporal, siendo 1,252 g para la semana 16, según la Guía de Manejo de la marca (ISA 2010). Estos resultados difieren de los datos obtenidos por Del Salto Millan y Arteaga Navas (2017) los cuales no obtuvieron diferencia significativa en las semanas 10 y 11 al usar 5% y 10% de semolina de arroz, *ad libitum* y restringida, en pollitas de reemplazo. También, contrastan con el trabajo de Barberena Baltodano (2020), el cual menciona que el 10% de semolina presentó un incremento en el peso vivo final de pollos de engorde. Sin embargo, nuestros resultados se asemejan a los datos obtenidos por Gopinger et al. (2019) quienes indican que el salvado de trigo sometido a un tratamiento térmico húmedo aumenta el peso vivo, a los 28 días, en pollos de engorde.

La diferencia de esta variable en los diferentes niveles de inclusión se explica debido a las características químicas de la semolina porque se corre el riesgo de inhibir la absorción de ciertos nutrientes como fósforo, calcio, zinc, hierro y magnesio los cuales son vitales para el desarrollo del ave.

Figura 1

Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en el peso vivo de pollitas Dekalb White®



Nota. ab Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P \leq 0.05$). T1: (Control); T2: (0, 5 y 10%); T3: (0, 10 y 15%); T4: (0, 10 y 20%); T5: (5, 10 y 15%); T6: (5, 10 y 20%). C.V: 4.02; Valor de P: 0.0144 Tratamiento (T) C.V: Coeficiente de Variación

Consumo de Alimento

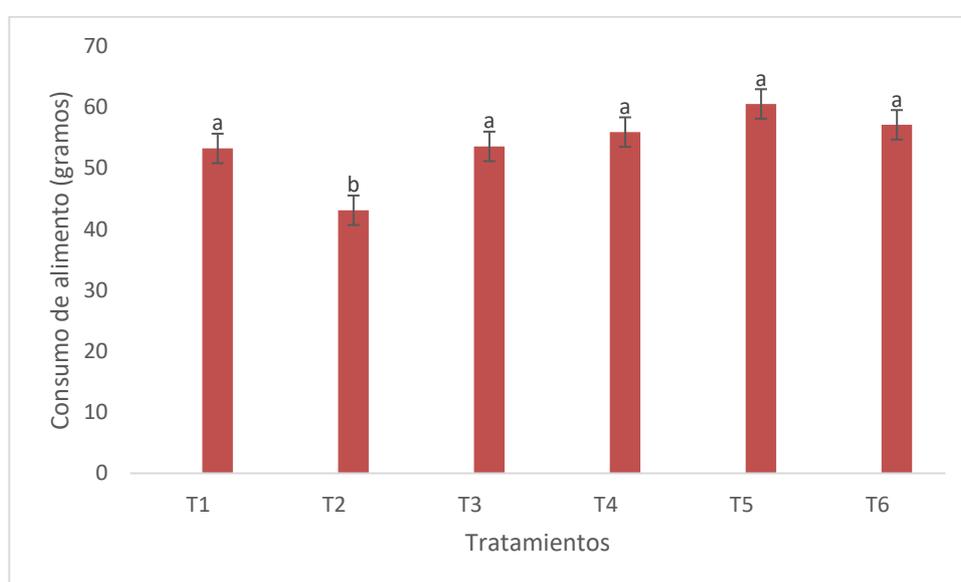
Al evaluar la cantidad de alimento consumido, se observó que las aves sometidas al T2 (0, 5 y 10%), tuvieron un menor consumo alimenticio ($P \leq 0.05$), resultados representados en la Figura 2. Estos resultados difieren de los datos obtenidos por Sehole et al. (2011) mencionando que no obtuvieron diferencias significativas en el consumo de alimento de gallinas ponedoras al brindarles diferentes niveles de semolina de arroz tratado. También Quevedo Filho et al. (2013) obtuvieron que niveles por debajo del 5% de salvado entero de arroz sancochado no afecta el consumo de alimento en codornices japonesas. Al contrario, nuestros datos son similares a los obtenidos por Khazari et al. (2018), señalando que al aumentar el nivel de salvado de arroz en la dieta, aumenta significativamente el consumo de alimento durante la etapa de crecimiento y final en pollos de engorde.

Según los resultados obtenidos durante el experimento, se puede inferir que un nivel de inclusión de semolina de arroz de 10%, no es deseado por las aves. Infiriendo que la palatabilidad a este nivel de inclusión no es deseada por las aves en la etapa previa a la postura.

Figura 2

Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en el consumo de alimento de pollitas Dekalb

White®



Nota. ab Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P \leq 0.05$). T1: (Control); T2: (0, 5 y 10%); T3: (0, 10 y 15%); T4: (0, 10 y 20%); T5: (5, 10 y 15%); T6: (0, 10 y 20%). C.V: 12.03; Valor de P: 0.0263 Tratamiento (T) C.V: Coeficiente de Variación

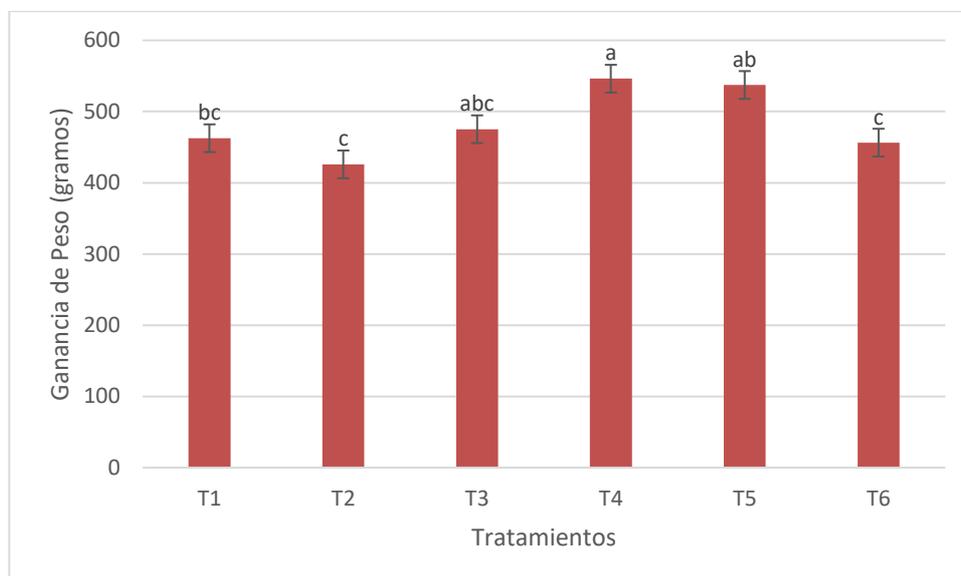
Ganancia de Peso

Para este indicador productivo, el T4 (0, 10 y 20%) presentó una mayor media ($P \leq 0.05$) con respecto a los tratamientos T1, T2 y T6, y se mantuvo sin diferencias ($P > 0.05$) con respecto al T5 y T3, así como se muestra en la Figura 3. Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos por Kang HK. et al. (2015) quienes obtuvieron una mayor ganancia de peso en pollos de engorde, al brindarles salvado de arroz fermentado con diferentes bacterias. Sin embargo, contradicen con la información brindada por Shaahu et al. (2020) mencionando que para aumentar la ganancia de peso en pollos de engorde, se les debe de incluir hasta un 10% de subproductos derivados del procesamiento del arroz.

Las pollitas alimentadas con el T4 (0, 10 y 20%) y T5 (5, 10 y 15%) obtuvieron una mayor ganancia de peso, lo cual puede relacionarse con el nivel de consumo de alimento presentado en la Figura 4, donde obtuvieron las medias más elevadas, infiriendo que la palatabilidad es el principal factor para este resultado. Esta información puede ser avalada por Guzmán, Saldaña et al. (2015) quienes afirman que dietas altas en energía tienden a contener más grasas y, por ende, son más palatables para las aves ayudando en el consumo de energía. Shaahu et al. (2020) también comentan que las dietas que contienen subproductos del procesamiento del arroz son palatables y aceptada por las aves para el consumo.

Figura 3

Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en la ganancia de peso de pollitas Dekalb White®



Nota. abc Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P \leq 0.05$). T1: (Control); T2: (0, 5y 10%); T3: (0, 10 y 15%); T4: (0, 10 y 20%); T5: (5, 10 y 15%); T6: (0, 10 y 20%). C.V: 9.98; Valor de P: 0.0142 Tratamiento (T) C.V: Coeficiente de Variación

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

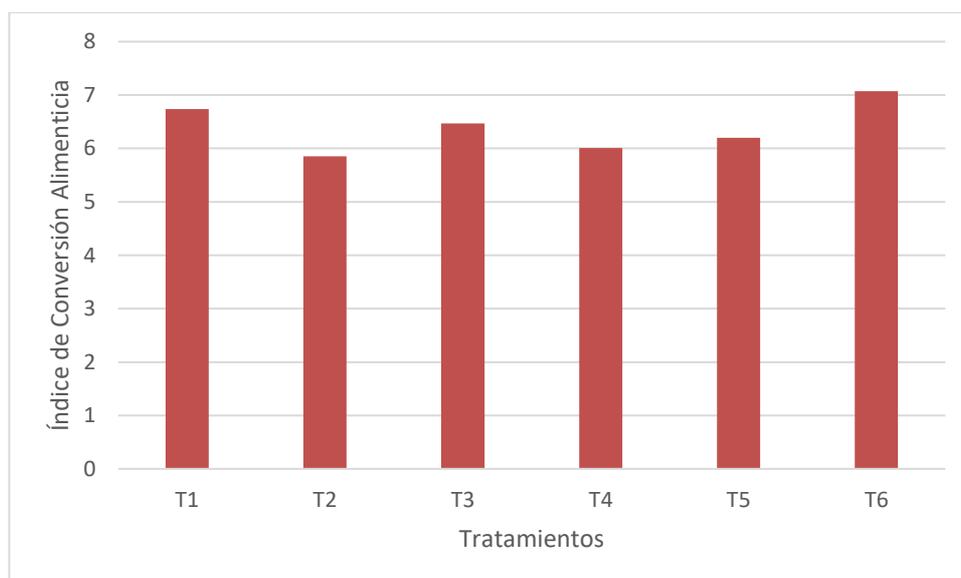
Para esta variable, no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$), lo cual nos indica que los diferentes niveles de inclusión de semolina tendrán una conversión de alimento a peso vivo similar, resultados demostrados en el Figura 4. Estos resultados son refutados por Solomon et al. (2017), quienes obtuvieron un mejor índice de conversión alimenticia en pollos de engorde, en las semanas 4, 5 y 6, alimentados con salvado de arroz. Sin embargo, son semejantes a los obtenidos por Kim Cho et al. (2017) quienes no obtuvieron diferencia significativa, con respecto a esta variable, al usar salvado de arroz fermentado y arroz partido fermentado en gallinas ponedoras. Onabanjo et al. (2021) tampoco obtuvieron diferencias significativas en pollos de engorde al ser alimentados con residuos de molienda de arroz.

Para esta variable, se puede inferir que cualquier nivel de inclusión presentado durante el experimento, puede tener un desempeño similar estadísticamente, sin embargo, inclusiones menores

tienden a necesitar menos alimento, lo cual es debido a las características físico-químicas del alimento, que presenta sustancias anti-nutricionales para los animales, al ofrecer semolina en altos porcentajes.

Figura 4

Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en la conversión alimenticia de pollitas Dekalb White®



Nota. Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P \leq 0.05$). T1: (Control); T2: (0, 5 y 10%); T3: (0, 10 y 15%); T4: (0, 10 y 20%); T5: (5, 10 y 15%); T6: (0, 10 y 20%). C.V: 11.92; Valor de P: 0.2466. Tratamiento (T). C.V: Coeficiente de Variación

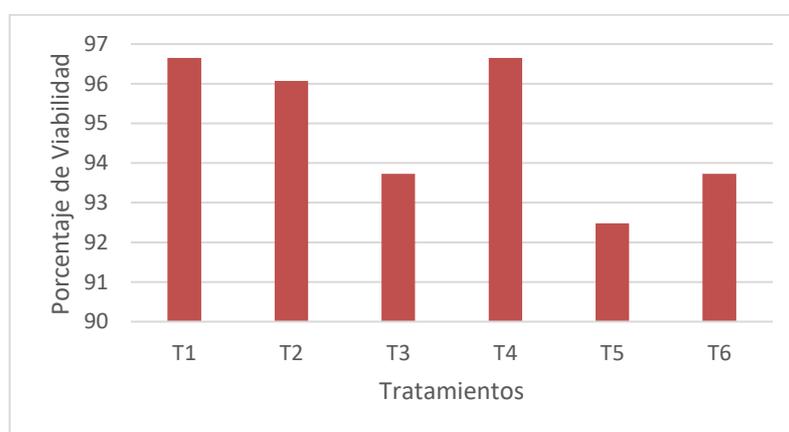
Viabilidad

Al evaluar la viabilidad en las pollitas, no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos, como lo demuestra la Figura 5. Barberena Baltodano (2020) corrobora estos resultados al no obtener diferencias significativas en pollos de engorde usando un nivel de inclusión de 10% de semolina de arroz. Hossain et al. (2020) también señalan que no obtuvieron diferencias significativas en pollos de engorde usando dietas con probióticos. En este sentido, Bárbara Rodríguez et al. (2017) señalan que la viabilidad no fue afectada por la inclusión de granos secos de destilería con solubles de maíz en gallinas ponedoras.

La viabilidad es el porcentaje de los animales que sobrevivieron al final o durante el experimento, y esta variable está relacionada con la mortalidad. Como lo demuestra la Figura 5, los diferentes niveles de inclusión de semolina de arroz no afectan a la salud de las pollitas, lo que demuestra la inocuidad del producto evaluado.

Figura 5

Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en la viabilidad de pollitas Dekalb White®



Nota. Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P \leq 0.05$). T1: (Control); T2: (0, 5 y 10%); T3: (0, 10 y 15); T4: (0, 10 y 20%); T5: (5, 10 y 15%); T6: (5, 10 y 20%). C.V: 4.5; Valor de P: 0.4154. Tratamiento (T). C.V: Coeficiente de Variación

Uniformidad

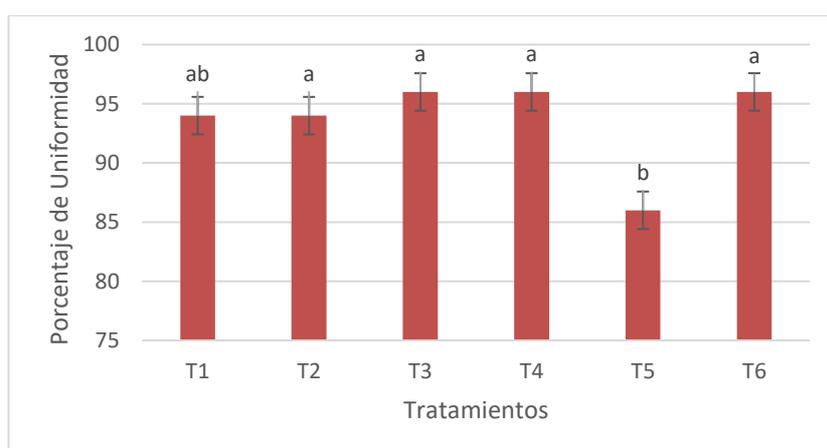
Para la medición de uniformidad, el T5 (5, 10 y 15%) presentó la menor uniformidad ($P \leq 0.05$) con respecto al resto de tratamientos, representado en la Figura 6. Estos datos son refutados por Del Salto Millan y Arteaga Navas (2017) quienes obtuvieron que para la semana 6 de su experimento, el tratamiento de semolina *ad libitum* sobrepasó el límite superior de uniformidad.

Durante la realización del experimento se presentó una anomalía en el ambiente. Debido a lluvias, ciertos grupos de pollitas en los corrales del T5 fueron trasladadas, lo que generó un estrés en estas, y a su vez afectó su hábito alimenticio, presentándose como pesos ligeramente menores que en los demás tratamientos. Esta información puede ser corroborada por Osti et al. (2017) mencionando que pollos de engorde criados durante la época de invierno en zonas templadas tienden

a disminuir significativamente el consumo de alimento. También, Habibian et al. (2016) y Wasti et al. (2020) señalan que el consumo de alimento en pollos de engorde disminuye significativamente cuando son sometidos a estrés calórico, afectando también la uniformidad de los pesos.

Figura 6

Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en la uniformidad de pollitas Dekalb White®



Nota. ab Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P \leq 0.05$). T1: (Control); T2: (0, 5 y 10%); T3: (0, 10 y 15%); T4: (0, 10 y 20%); T5: (5, 10 y 15%); T6: (5, 10 y 20%). C.V: 3.11; Valor de P: 0.0274. Tratamiento (T). C.V: Coeficiente de Variación

Tamaño de Tarso

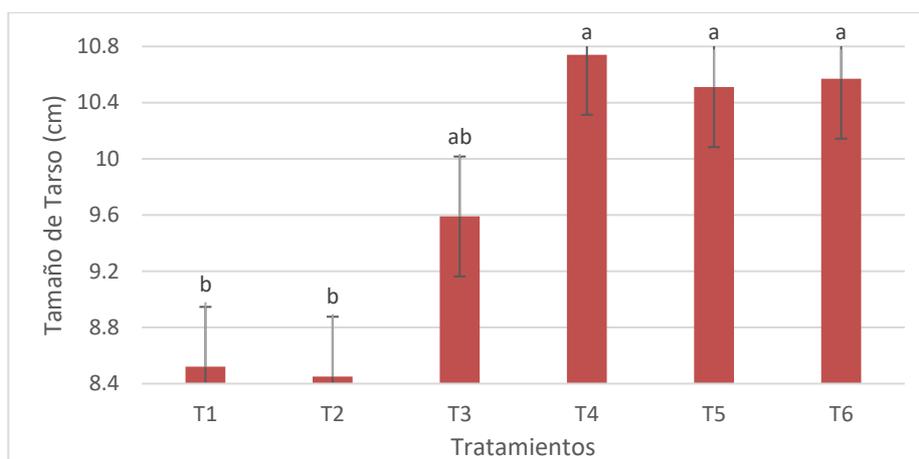
Al finalizar las 16 semanas, los tratamientos con tamaños de tarso superior ($P \leq 0.05$) fueron T4, T5 y T6, lo cual queda evidenciado en el Figura 7. Estos datos son refutados por Saldaña et al. (2015) los cuales no obtuvieron diferencia significativa en el tamaño del tarso de pollitas ponedoras utilizando maíz y avena en las dietas. Herrera et al. (2017) también señalan que el tamaño del tarso no fue afectado por el uso de cebada en la dieta de gallinas ponedoras.

El tamaño del tarso está relacionado con el crecimiento del animal y este, a su vez, con el consumo de alimento. El tracto digestivo tiene un papel importante en este parámetro debido a que, si este se encuentra bien desarrollado, consumirá una mayor cantidad de alimento, absorberá más nutrientes del alimento ofrecido, resultando en un mejor desarrollo del animal. Esta información es

corroborada por Guzmán, Saldaña et al. (2015) señalando que la fibra insoluble estimula el desarrollo de la parte superior del tracto gastrointestinal, mejorando la adaptabilidad del tracto digestivo de las aves para que consuman más alimento.

Figura 7

Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en el tamaño del tarso de pollitas Dekalb White®



Nota. ab Medias en la misma fila con letras diferentes difieren significativamente ($P \leq 0.05$). T1: (Control); T2: (0, 5 y 10%); T3: (0, 10 y 15%);

T4: (0, 10 y 20%); T5: (5, 10 y 15%); T6: (5, 10 y 20%). C.V: 5.34; Valor de P: <0.0001. Tratamiento (T). C.V: Coeficiente de Variación.

Correlaciones

El Cuadro 5 muestra las correlaciones entre las variables del tratamiento 1 (Control). Se puede observar que existe una correlación positiva muy alta entre las variables ganancia de peso y tamaño del tarso (0.96), indicando una relación directamente proporcional entre estas variables. Existe también, una correlación positiva alta entre peso vivo e índice de conversión alimenticia (0.84), ganancia de peso e ICA (0.87) y peso vivo con tamaño del tarso (0.76), mostrando una relación directamente proporcional entre las mismas.

Cuadro 5

Coefficientes de correlación de Pearson entre las variables productivas del tratamiento 1 (0-16 semanas).

	Consumo	Ganancia	ICA	Viabilidad	Uniformidad	Tarso (cm)
Peso Vivo	0.10	0.05	0.84*	0.16	0.4	0.76*
Consumo		0.26	0.43	0.07	0.21	0.37
Ganancia			0.87*	0.35	0.64	0.96**
ICA				0.43	0.28	0.01
Viabilidad					0.06	0.41
Uniformidad						0.3
Tarso (cm)						

Nota. ** Correlación positiva muy alta; * Correlación positiva alta. Tratamiento 1: Control.

El Cuadro 6 muestra los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables del tratamiento 2 (0, 5 y 10%). Se observa que existe una correlación positiva muy alta entre las variables peso vivo y consumo de alimento, con un valor de 0.97, indicando una relación directamente proporcional entre ellas. Existe también, una correlación positiva alta entre consumo de alimento y tamaño de tarso (0.78), ganancia de peso y uniformidad (0.86) y viabilidad con uniformidad (0.73), mostrando una relación directamente proporcional entre las mismas.

Cuadro 6

Coefficientes de correlación de Pearson entre las variables productivas del tratamiento 2 (0-16 semanas).

	Consumo	Ganancia	ICA	Viabilidad	Uniformidad	Tarso (cm)
Peso Vivo	0.97**	0.33	0.6	0.34	0.59	0.49
Consumo		0.30	0.08	0.24	0.22	0.78*
Ganancia			0.07	0.02	0.86*	0.27
ICA				0.05	0.51	0.49
Viabilidad					0.73*	0.42
Uniformidad						0.58
Tarso (cm)						

Nota. ** Correlación positiva muy alta; * Correlación positiva alta.

Tratamiento 2: 0, 5 y 10%

El Cuadro 7 nos muestra los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables productivas en el tratamiento 3 (0, 10 y 15%). Observamos que existe una correlación positiva muy alta entre las variables ICA y viabilidad, con un valor de 0.96, demostrando una relación directamente proporcional entre ellas. No se encontraron correlaciones positivas altas en este tratamiento; existen correlaciones positivas moderadas, pero no se toman en consideración porque su valor no es relevante en comparación con las correlaciones muy altas y altas.

Cuadro 7

Coefficientes de correlación de Pearson para las variables productivas del tratamiento 3 (0-16 semanas).

	Consumo	Ganancia	ICA	Viabilidad	Uniformidad	Tarso (cm)
Peso Vivo	0.10	0.04	0.21	0.56	0.08	0.07
Consumo		0.01	0.54	0.25	0.21	0.06
Ganancia			0.41	0.37	0.16	0.03
ICA				0.96**	0.14	0.45
Viabilidad					0.52	0.51
Uniformidad						0.27
Tarso (cm)						

Nota. ** Correlación positiva muy alta; * Correlación positiva alta.

Tratamiento 3: 0, 10 y 15%

El Cuadro 8 nos muestra los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables del tratamiento 4 (0, 10 y 20%). Observamos que existe una correlación positiva muy alta entre las variables consumo de alimento con ganancia de peso (0.98) y ganancia de peso con viabilidad (0.93), indicando una relación directamente proporcional entre las variables. También, se presenta correlaciones positivas altas entre peso vivo con consumo de alimento (0.86), peso vivo con viabilidad (0.85) y consumo de alimento con ICA (0.72), resultando en una relación directamente proporcional entre ellas.

Cuadro 8

Coefficientes de correlación de Pearson entre las variables productivas del tratamiento 4 (0-16 semanas).

	Consumo	Ganancia	ICA	Viabilidad
Peso Vivo	0.86*	0.61	0.49	0.85*
Consumo		0.98**	0.72*	0.014
Ganancia			0.04	0.93**
ICA				0.68
Viabilidad				

Nota. ** Correlación positiva muy alta; * Correlación positiva alta.

Tratamiento 4: 0, 10 y 20%

El Cuadro 9 muestra los coeficientes de correlación entre las variables productivas del tratamiento 5 (5, 10 y 15%). Observamos que no existen correlaciones positivas muy altas y altas entre las variables estudiadas durante el experimento. Sí se encontraron correlaciones positivas moderadas entre algunas variables, pero su valor no es considerado debido a que no son relevantes en comparación con los coeficientes positivos muy altos y altos.

Cuadro 9

Coefficientes de Correlación de Pearson entre las variables productivas del tratamiento 5 (0-16 semanas).

	Consumo	Ganancia	ICA	Viabilidad	Uniformidad
Peso Vivo	0.07	0.37	0.46	0.00041	0.51
Consumo		0.14	0.47	0.07	0.55
Ganancia			0.39	0.38	0.49
ICA				0.47	0.01
Viabilidad					0.51
Uniformidad					

Nota. ** Correlación positiva muy alta; * Correlación positiva alta.

Tratamiento 5: 5, 10 y 15%

El Cuadro 10 nos muestra los coeficientes de correlación entre las variables productivas del tratamiento 6 (5, 10 y 20%). Se observa que existe una correlación positiva grande y perfecta entre las variables consumo de alimento con ganancia de peso, con un valor de 1, indicando una relación directamente proporcional entre ellas. También, existe una correlación positiva muy alta entre ICA con viabilidad, con un valor de 0.97. Adicionalmente, se presentan correlaciones positivas altas entre peso vivo con tamaño del tarso (0.83) e ICA con uniformidad (0.86). Estas variables presentan una relación directamente proporcional entre ellas.

Cuadro 10

Coefficientes de correlación de Pearson entre las variables productivas del tratamiento 6 (0-16 semanas).

	Consumo	Ganancia	ICA	Viabilidad	Uniformidad	Tarso (cm)
Peso Vivo	0.62	0.09	0.52	0.20	0.20	0.83*
Consumo		1.00***	0.38	0.22	0.16	0.16
Ganancia			0.22	0.41	0.53	0.47
ICA				0.97**	0.86*	0.06
Viabilidad					0.12	0.64
Uniformidad						0.56
Tarso (cm)						

Nota. *** Correlación positiva grande y perfecta; ** Correlación positiva muy grande; * Correlación positiva grande.

Tratamiento 6: 5, 10 y 20%

Conclusiones

Se logró demostrar que con los niveles crecientes de inclusión de semolina de arroz presentados, se pueden obtener buenos índices en estos parámetros productivos. Para el caso del T5 (5%, 10% y 15%), aumentó el peso vivo, consumo de alimento, tamaño de tarso y ganancia de peso. Adicionalmente, reduce el índice de conversión alimenticia y mantiene la viabilidad en pollitas ponedoras.

Recomendaciones

Evaluar los órganos inmunes y digestivos para observar el efecto directo de la semolina sobre estos órganos.

Realizar una comparación costo-beneficio con la semolina de arroz para determinar su viabilidad económica en una producción comercial.

Referencias

- Bárbara Rodríguez, Ysnagmy Vázquez, Manuel Valdivié, Magalys Herrera. 2017. Evaluation of maize distillers dried grains with solubles in the feeding of White Leghorn L-33 laying hens. *Cuban Journal of Agricultural Science*; [consultado el 15 de jun. de 2021]. 50(4):543–548. en. <http://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/657>.
- Barberena Baltodano JJ. 2020. Efecto de la semolina de arroz en la productividad y características de la canal de pollos de engorde [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Ingeniería Agronómica; [consultado el 14 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6856/1/CPA-2020-T018.pdf>.
- Campos-Granados CM, Arce-Vega J. 2016. Sustitutos de maíz utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*. 10(2):91. doi:10.15517/nat.v10i2.27327.
- Del Salto Millan JW, Arteaga Navas RX. 2017. Alimentación ad libitum y restringida de pollas de reemplazo Dekalb White® con diferentes contenidos de semolina [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Ingeniería Agronómica; [consultado el 15 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6172/1/CPA-2017-015.pdf>.
- Gopinger E, Krabbe EL, Avila VS de, Surek D, Lopes LS. 2019. Stabilization of Rice Bran in Broiler Feed with Natural and Synthetic Antioxidants and Heat Treatment. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 21(4):1–8. doi:10.1590/1806-9061-2019-1062.
- Guzmán P, Saldaña B, Kimiaetalab MV, García J, Mateos GG. 2015. Inclusion of fiber in diets for brown-egg laying pullets: Effects on growth performance and digestive tract traits from hatching to 17 weeks of age. *Poult Sci*. 94(11):2722–2733. eng. doi:10.3382/ps/pev288.
- Guzmán P, Saldaña B, Mandalawi HA, Pérez-Bonilla A, Lázaro R, Mateos GG. 2015. Productive performance of brown-egg laying pullets from hatching to 5 weeks of age as affected by fiber inclusion, feed form, and energy concentration of the diet. *Poult Sci*. 94(2):249–261. eng. doi:10.3382/ps/peu072.
- Habibian M, Ghazi S, Moeini MM. 2016. Effects of Dietary Selenium and Vitamin E on Growth Performance, Meat Yield, and Selenium Content and Lipid Oxidation of Breast Meat of Broilers Reared Under Heat Stress. *Biol Trace Elem Res*. 169(1):142–152. eng. doi:10.1007/s12011-015-0404-6.
- Herrera J, Saldaña B, Guzmán P, Cámara L, Mateos GG. 2017. Influence of particle size of the main cereal of the diet on egg production, gastrointestinal tract traits, and body measurements of brown laying hens1. *Poult Sci*. 96(2):440–448. eng. doi:10.3382/ps/pew256.
- Hossain MA, Dev S, Jahan I, Hossain MM. 2020. Growth performance, gut health, carcass yield traits and profitability of broiler chicken raised on compound diet supplemented with probiotics. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*. 10(1):28–34. doi:10.3329/ijarit.v10i1.48091.
- [ISA] Institut de Sélection Animale. 2010. Dekalb White-Guía de Manejo: Sistemas de Producción en Jaulas. The Netherlands, United States: [sin editorial]; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 16 p. <https://cutt.ly/KQzi6gl>

- Kang HK, Kim J-H, Kim CH. 2015. Effect of dietary supplementation with fermented rice bran on the growth performance, blood parameters and intestinal microflora of broiler chickens. *European Poultry Science*. 79. doi:10.1399/eps.2015.112.
- Khazari B, Shariatmadari F, Karimi Torshizi MA. 2018. Effect of using different levels of rice bran on broiler performance and nutrients digestibility. *Research on Animal Production*. 9(21):1–9. doi:10.29252/rap.9.21.1.
- Kim CH, Park SB, Jeon JJ, Kim HS, Kim SH, Hong EC, Kang HK. 2017. Effects of Dietary Supplementation of Fermented Rice Bran (FRB) or Fermented Broken Rice (FBR) on Laying Performance, Egg Quality, Blood Parameter, and Cholesterol in Egg Yolk of Hy-Line Brown Laying Hens. *Korean Journal of Poultry Science*. 44(4):235–243. doi:10.5536/KJPS.2017.44.4.235.
- Lamid M, Puspaningsih Tri NN, Asmarani One. 2014. Potential of Phytase Enzymes as Biocatalysts for Improved Nutritional Value of Rice Bran for Broiler Feed. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*; [consultado el 15 de jun. de 2021]. 4(3):377–380. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1072.5696&rep=rep1&type=pdf>.
- Mallick P, Muduli K, Biswal JN, Pumwa J. 2020. Broiler Poultry Feed Cost Optimization Using Linear Programming Technique. *Journal of Operations and Strategic Planning*. 3(1):31–57. doi:10.1177/2516600X19896910.
- Mata Arias L. 2017. *Tabla de composición de materias primas usadas en alimentos para animales*. 2ª ed. Costa Rica: Universidad de Costa Rica Editor; Vicerrectoria de Investigacion. ISBN: 978-9968-919-31-9.
- Mohd Esa N, Ling TB, Peng LS. 2016. By-products of Rice Processing: An Overview of Health Benefits and Applications. *Rice Research: Open Access*. 4(1):1–11. doi:10.4172/jrr.1000107.
- Mottet A, Tempio G. 2017. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*. 73(2):245–256. doi:10.1017/S0043933917000071.
- Onabanjo RS, Ojewola GS, Onunkwo DN, Adedokun OO, Ewa EU, Nzotta AO, Safiyu KK. 2021. Performance of broiler chickens fed rice milling waste based diets. *Nigerian Journal of Animal Production*. 48(2):148–161. doi:10.51791/njap.v48i2.2943.
- Osti R, Bhattarai D, Zhou D. 2017. Climatic Variation: Effects on Stress Levels, Feed Intake, and Bodyweight of Broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 19(3):489–496. en. doi:10.1590/1806-9061-2017-0494.
- Quevedo Filho IB, Freitas ER, Filgueira TMB, Nascimento GAJd, Braz NdM, Fernandes DR, Watanabe PH. 2013. Parboiled rice whole bran in laying diets for Japanese quails. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 48(6):582–588. doi:10.1590/S0100-204X2013000600002.
- Saeed A, Pasha TN, Anjum Khalique, Jabbar MA, Abdur Rahman, Ali MA, Sajid U, Muhammad A. 2016. Application of different chemical and biochemical treatments to improve nutritive potential of defatted rice polishing. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*; [consultado el 15 de jun. de 2021]. 14(1):24–27. http://www.pjlss.edu.pk/pdf_files/2016_1/24-27.pdf.
- Saldaña B, Guzmán P, Safaa HM, Harzalli R, Mateos GG. 2015. Influence of the main cereal and feed form of the rearing phase diets on performance, digestive tract, and body traits of brown-egg

laying pullets from hatch to 17 weeks of age. *Poult Sci.* 94(11):2650–2661. eng. doi:10.3382/ps/pev240.

Sehole MM, Anjum Khalique, Jabbar MA, Muhammad Akram, Marghazani IB. 2011. Effect of differently treated rice polishing on layers performance. *Pakistan Journal of Zoology*; [consultado el 14 de jun. de 2021]. 43(2):349–355. [http://zsp.com.pk/349-355%20\(20\)%20PJZ-236-09.pdf](http://zsp.com.pk/349-355%20(20)%20PJZ-236-09.pdf).

Shaahu DT, Allagh M, Carew SN. 2020. Performance and cost analysis of broiler starter chicks fed diets containig rice milling by-products. *Nigerian Journal of Animal Science and Technology*; [consultado el 14 de jun. de 2021]. 3(1):10–16. <https://cutt.ly/qQzoUjI>

Solomon E, Kohun P, Workneh Ayalew, Glatz P. 2017. Evaluation of the growth performance of broiler chickens fed a rice bran-based finisher diet in an on-station trial in Papua New Guinea. En: Glatz PC, editor. *Local feed resources for pig, poultry and fish production in Papua New Guinea*. Australia: Centre for International Agricultural Research. p. 234–241 ; [consultado el 15 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/zQrj5vE>.

Wasti S, Sah N, Mishra B. 2020. Impact of Heat Stress on Poultry Health and Performances, and Potential Mitigation Strategies. *Animals (Basel)*. 10(8). eng. doi:10.3390/ani10081266.

Yamin AA, Ridwan M, Purwanti S, Syamsu JA. 2020. The rice bran potential as local feed ingredient to support poultry feed mill development in Sidenreng Rappang regency, South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 492:1–4. doi:10.1088/1755-1315/492/1/012022.

Zare-Sheibani AA, Arab M, Zamiri MJ, Rezvani MR, Dadpasand M, Ahmadi F. 2015. Effects of extrusion of rice bran on performance and phosphorous bioavailability in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Technology*; [consultado el 14 de jun. de 2021]. 57(26). en. <https://cutt.ly/6QzoGEE>