

Efectos del reemplazo dietario del maíz con arroz partido sobre el desempeño en fase de engorde, los componentes de la carcasa y el color de la piel en el pollo criollo peruano

Effects of dietary replacement corn with broken rice on fattening performance, carcass components and skin colour in Peruvian creole chickens

Mariela Valera¹, Lincol Tafur^{1*}, Raúl Cáceres¹, Luis Vilela¹, Manuel Paredes¹

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue investigar los efectos del reemplazo dietético de maíz con arroz partido sobre el rendimiento de engorde, los componentes de la carcasa y el color de la piel en pollos criollos. Un total de 80 pollos machos de 70 días de edad fueron engordados durante 42 días con piensos conteniendo 0, 15, 30, 45 o 60% de arroz partido, reemplazando al maíz en las mismas cantidades. Los pollos alimentados con una dieta que contenía 60% de arroz partido tuvieron una ingesta diaria promedio de alimento más baja y una mejor tasa de conversión alimenticia que los de los otros grupos ($p < 0.05$). La producción de grasa abdominal en los grupos con arroz partido fue mayor con 30% que la de los otros grupos ($p < 0.05$). Los pesos de la carcasa, muslos + piernas + patas, pechuga, espinazo y molleja no difirieron entre grupos ($p > 0.05$). Los grupos de 0, 15 y 30% de arroz partido tuvieron una mayor coloración amarillenta de la piel que los grupos de 45 y 60% de arroz partido ($P < 0.05$). En conclusión, el arroz partido mejora la eficiencia alimenticia en el engorde, pero aumenta la producción de grasa abdominal y disminuye el color amarillo de la piel de los pollos criollos.

Palabras clave: arroz partido, pollo criollo, desempeño productivo, calidad de la carne

¹ Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

* Autor correspondiente: Lincol Tafur; lincol.unc.edu@gmail.com

Recibido: 28 de julio de 2024

Aceptado para publicación: 8 de febrero de 2025

Publicado: 30 de abril de 2025

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of dietary replacement of corn with broken rice on fattening performance, carcass components and skin colour in creole chickens. A total of 80 male chickens of 70 days of age were fattened for 42 days with feed containing 0, 15, 30, 45 or 60% broken rice, replacing corn in the same amounts. Chickens fed a diet containing 60% broken rice had a lower average daily feed intake and a better feed conversion ratio than those in the other groups ($p < 0.05$). Abdominal fat production in the groups with broken rice was higher with 30% than that of the other groups ($p < 0.05$). The weights of carcass, thighs + legs + feet, breast, backbone and gizzard did not differ between groups ($p > 0.05$). The 0, 15 and 30% broken rice groups had a higher yellowing of the skin than the 45 and 60% broken rice groups ($p < 0.05$). In conclusion, broken rice improves feed efficiency in fattening but increases abdominal fat production and decreases the yellowing of the skin of Creole chickens.

Keywords: broken rice, creole chicken, productive performance, meat quality

INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo es la fuente de energía más utilizada en las dietas comerciales para animales, siendo el grano de maíz el principal cereal en todos los piensos de aves (Dei, 2017). Naturalmente, el maíz puede suministrar hasta el 65% de la energía metabolizable y el 20% de la proteína en las dietas de las aves de corral debido a su alta densidad energética y su alta tasa de inclusión dietaria de más del 50% (Melo-Duran *et al.*, 2024). El maíz amarillo cumple un rol muy importante en el sector alimentario peruano, y directamente en el sector avícola; no obstante, la producción local no cubre la demanda interna. En Perú, en 2022 se cosechó 1.2 millones de toneladas de maíz amarillo y se importó 3.6 millones de toneladas a fin de sostener una producción de 65 millones de pollos de engorde al mes y mantener una población constante de 30 millones de gallinas ponedoras (USDA, 2023). En consecuencia, el uso de otros insumos energéticos en la producción avícola, la renovación de las fórmulas alimentarias y la búsqueda de materias primas locales, podrían mitigar parcialmente la dependencia de la importación de maíz amarillo.

Para aliviar la creciente demanda mundial de maíz se viene utilizando diversos tipos de cereales para sustituir el maíz como fuente de energía en los piensos de las aves de corral. Así, se ha determinado que el arroz con cáscara es una excelente fuente de energía (Yu *et al.*, 2022). Sittiya y Yamauchi (2014) determinaron que el arroz con cáscara integral se puede incluir hasta en un 40% como ingrediente alimentario en las dietas de pollos. Por otro lado, en Perú, el arroz es el principal cultivo agrícola y, según las fuentes estadísticas de 2021, se produjeron 3.5 millones de toneladas de arroz con cáscara (MIDAGRI, 2023). Como consecuencia, la industria arrocería provee arroz pulido para consumo humano y también subproductos como el polvillo de arroz y el arroz partido. Se estima que durante el proceso de descascarillado se pierde 20% del peso del grano como cáscara, un 8% se retira como polvillo de arroz, y 14% del peso inicial corresponde a granos partidos, siendo utilizado solo el 58% del peso inicial del arroz cosechado en alimentación humana (de Blas *et al.*, 2021). De manera que existe una disponibilidad anual de 500 mil toneladas de arroz partido, que podría utilizarse como una buena fuente de energía para sustituir al maíz en la alimentación de las aves.

El arroz partido tiene usualmente un precio inferior al del maíz amarillo; no obstante, ambos alimentos tienen contenidos nutricionales similares, conteniendo 10.24 y 9.25% de proteína cruda, 1.10 y 1.60 de fibra cruda y 3390 y 3324 kg/kg de energía metabolizable aparente el arroz y el maíz respectivamente (Zhang *et al.*, 2021; Veluri *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2024; Stefanello *et al.*, 2024). La diferencia en composición química entre el arroz partido y el maíz amarillo está en la concentración de pigmentantes naturales.

El arroz carece de carotenoides, consecuentemente, su inclusión en la dieta podría disminuir la pigmentación amarilla de la piel del pollo, a diferencia del maíz amarillo, que contiene diversos carotenoides como luteína, zeaxantina, criptoxantina y β -carotenos (Zurak *et al.*, 2024). Asimismo, la pigmentación de la piel tiene importancia comercial e influye en la decisión de compra en un sector de consumidores de carne de pollo (Perini *et al.*, 2024). Sin embargo, algunos consumidores no consideran determinante la coloración amarilla en la piel del pollo, antes bien, prefieren la piel despigmentada porque la asocian con un pollo que consumió trigo, cebada o arroz (Huang *et al.*, 2025). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue investigar el efecto del reemplazo parcial y total del maíz amarillo con diferentes concentraciones de arroz partido sobre el rendimiento en fase de engorde, los componentes de la carcasa y el color de la piel del pollo criollo peruano beneficiado a los 112 días de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aves y Dietas

El experimento se llevó a cabo en la granja avícola de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) – Perú, entre febrero y marzo de 2024. La zona está ubicada a 2738 msnm, entre la latitud sur 4°33'27.3" y longitud oeste 78°42'27.3". Como

materia prima experimental se adquirió arroz partido proveniente de una empresa molinera ubicado en el valle costero del Jequetepeque a 200 km del valle andino Cajamarca, a partir del arroz cosechado en la campaña 2023. El maíz amarillo utilizado fue de origen importado, triturado en un molino de martillos con una criba de 5 mm.

Se seleccionaron 80 pollos criollos machos, de 70 días de edad, del mismo criadero de la UNC. Todos los pollos tenían pesos corporales similares y fueron asignados al azar a 5 grupos que incluían 4 repeticiones por tratamiento y 4 pollos por repetición. Los pollos se engordaron durante 42 días con dietas que contenían 0, 15, 30, 45 o 60% de arroz partido. Las dietas experimentales (en forma de harina) se formularon para ser isonitrogenadas e isocalóricas y cumplir o superar los requerimientos nutricionales de los pollos de crecimiento diferenciado según las normas FEDNA (2018). La composición y los niveles de nutrientes de las dietas experimentales se indican en el Cuadro 1. Los pollos fueron expuestos a la luz natural del día, y la temperatura ambiente se mantuvo aproximadamente a 16 ± 3 °C. Se proporcionó agua y alimento *ad libitum* durante todo el experimento.

Mediciones y Variables

El consumo de alimento se midió por cada corral o repetición diariamente y el peso corporal de los pollos se registró semanalmente. Al final del experimento se calculó el consumo de alimento medio diario (CMD), la ganancia de peso media diaria (GMD) y la relación alimento-ganancia (CMD/GMD), denominada índice de conversión alimenticia (ICA).

En el día 112, se seleccionó un pollo de cada réplica y fue desangrado después de la privación de alimento durante 6 h. Después del desangrado y desplumado los pollos fueron eviscerados y las carcasas sin tráquea, esófago, intestinos, bazo, páncreas, proven-

Cuadro 1. Ingredientes y contenido nutricional de las dietas experimentales (base fresca) con diferentes niveles de inclusión de arroz partido (AP)

	AP-0	AP-15	AP-30	AP-45	AP-60
Ingredientes (%)					
Maíz amarillo, grano molido	60	45	30	15	--
Arroz partido	--	15	30	45	60
Polvillo de arroz	22	22	22	22	22
Torta de soya	14	14	14	14	14
Aceite de palma	1	1	1	1	1
Carbonato de calcio	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Fosfato dicálcico	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sal común	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
DL-Metionina	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Lisina HCl	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Premezcla de vitaminas y minerales ¹	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Contenido nutricional²					
Materia seca (%)	88.01	88.14	88.25	88.37	88.49
Proteína cruda (%)	14.54	14.54	14.54	14.54	14.54
Energía metabolizable (kcal/kg)	3007	3029	3052	3074	3097
Fibra cruda (%)	3.61	3.44	3.28	3.11	2.95
Calcio (%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
P disponible (%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Lisina (%)	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82
Metionina (%)	0.42	0.43	0.43	0.43	0.44

¹ Premezcla de vitaminas y minerales< Cada kilogramo contiene: Vit A 9 000 000 UI; Vit D3 2 500 000 UI; Vit E 15 000 UI; Vit K3 2.5 g; Tiamina 1.5 g; Riboflavina 6.5 g; Piridoxina 2 g; Cianocobalamina 0.01 g; Ácido Pantoténico 5.50 g; Ácido Fólico 1 g; Niacina 25 g, Biotina 0.15 g; Manganeso 70 g; Zinc 70 g; Hierro 30 g; Cobre 8 g; Yodo 1 g; Selenio 0.30 g; Cobalto 0.1 g; Excipientes c.s.p. 1000 g

² Calculado según Tabla FEDNA (de Blas *et al.*, 2021)

trículo y órganos reproductivos fueron pesados. Luego se despiezó la carcasa y se pesó la pechuga (esternón, pectoral mayor y menor), muslo + pierna + patas (hueso iliaco, isquion, pubis, vértebras caudales libres, fémur, peroné, hueso tibiotarsal, tarsometatarso), espinazo (vértebras del cuello, vértebras torácicas y costillas), alas (húmero, ulna, radio, carpo y hueso metacarpal) y la grasa abdominal (grasa alrededor del abdomen y la molleja). También se consideró como peso de la carcasa el hígado y molleja sin contenido.

El rendimiento de carcasa se determinó con relación al peso corporal vivo antes del sacrificio. Los porcentajes de pechuga, muslo + pierna + patas, alas, espinazo, grasa abdominal, hígado y molleja lavada se calcularon en relación con el peso de la carcasa. Además, se calificó la pigmentación de la piel del pollo a nivel de la pechuga.

Pigmentación de la Piel

El color de la piel se midió a los 45 minutos *post mortem* con un colorímetro (Konica Minolta, CR-410, Japón) y se repor-

Cuadro 2. Efectos del arroz partido dietario en diferentes niveles de inclusión (%) sobre el desempeño del pollo criollo peruano de 70 a 112 días de edad

	0%	15%	30%	45%	60%	SEM	p
Peso inicial (kg)	1.98	2.01	2.03	2.02	1.99	0.008	0.814
Peso final (kg)	3.35	3.19	3.32	3.34	3.33	0.030	0.126
Ganancia media diaria (g)	32.66	28.15	30.80	31.31	31.70	0.756	0.072
Consumo medio diario (g/ave)	175.64 ^a	177.25 ^a	165.63 ^b	161.72 ^b	155.64 ^c	4.114	0.014
Índice de conversión alimenticia (ICA)	5.42 ^b	6.29 ^a	5.39 ^b	5.19 ^b	4.92 ^c	0.050	0.039

^{a,b} Las medias dentro de la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

taron según los valores del sistema de la *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) (Rajput *et al.*, 2013) de luminosidad (L^*), enrojecimiento (a^*), y amarillez (b^*). El valor de cada indicador por muestra se determinó midiendo repetidamente tres veces y se tomó su valor promedio para el análisis estadístico.

Análisis Estadístico

Se utilizó el procedimiento del modelo lineal general del software SAS v. 9.2, 2009) para el análisis de datos sometidos al análisis de varianza. Las diferencias significativas entre tratamientos fueron detectadas mediante pruebas de rango múltiple de Duncan. Los datos se presentan como el valor medio y el error estándar de las medias (SEM). Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento en fase de finalización

El peso corporal, GMD, CMD e ICA de pollos criollos alimentados con inclusiones incrementales de arroz partido en reemplazo del maíz amarillo en la dieta se muestran en el Cuadro 2. Los pollos alimentados con una dieta que contenía 0 y 15% de arroz partido

tuvieron un mayor CMD que aquellos de los tratamientos con 30, 45 y 60% ($p < 0.05$). De la misma manera los pollos que consumieron dietas con 30 y 45% de arroz partido tuvieron mayor consumo que los pollos del tratamiento con 60%. Sin embargo, el aumento del arroz partido en la dieta no afectó la GMD durante todo el periodo experimental ($p > 0.05$). Consecuentemente, se determinó un mejor ICA en los pollos que consumieron una dieta con 60% de arroz partido.

El peso corporal final y la GMD de los pollos criollos no se vieron afectados negativamente por los niveles de inclusión de arroz partido en la dieta, lo que significaría que el maíz podría ser reemplazado totalmente en la alimentación del pollo criollo peruano de 70 a 112 días de edad. Estos resultados son concordantes con los ensayos realizados por Sittiya *et al.* (2015) al reemplazar totalmente al maíz con arroz parcialmente pulido en las dietas de pollos de engorde, sin afectar negativamente el crecimiento. Adicionalmente, en el presente experimento, los pollos con una dieta que contenía 60% de arroz tuvieron menor CMD que los pollos de los demás tratamientos, posiblemente debido a que el arroz aporta mayor energía que el maíz, tal como lo menciona Zhang *et al.* (2021) quienes encontraron un mayor contenido de EM y EMAn en el arroz, en comparación con la energía del maíz amarillo.

Cuadro 3. Efectos del arroz partido dietario en diferentes niveles de inclusión sobre los pesos y rendimientos de la carcasa del pollo criollo peruano sacrificado a los 112 días de edad

	0%	15%	30%	45%	60%	SEM	p
Pesos							
Pollo vivo al sacrificio (kg)	3.22	3.35	3.36	3.45	3.32	0.037	0.518
Carcasa (kg)	2.40	2.48	2.52	2.56	2.49	0.027	0.714
Carcasa (% del pollo vivo)	74.54	73.98	74.89	74.37	75.10	0.196	0.482
Muslo + pierna+ pata (kg)	1.12	1.16	1.19	1.17	1.17	0.012	0.762
Pechuga (kg)	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.007	0.417
Espinazo (kg)	0.35	0.34	0.33	0.33	0.32	0.007	0.191
Alas (kg)	0.31	0.31	0.32	0.33	0.30	0.005	0.312
Grasa abdominal (g)	43.43 ^b	49.00 ^b	89.98 ^a	35.13 ^b	36.05 ^b	10.137	0.047
Hígado (g)	59.78 ^b	61.28 ^b	63.23 ^b	67.20 ^{ab}	80.60 ^a	3.758	0.006
Molleja (g)	50.98	52.50	49.25	47.13	49.60	0.857	0.325
Rendimiento (% de la carcasa)							
Muslo + pierna + pata	46.53	46.75	46.94	44.93	46.84	0.372	0.892
Pechuga	17.91	17.65	17.73	17.82	18.85	0.219	0.709
Espinazo	12.88	14.07	12.96	12.96	12.70	0.244	0.514
Alas	12.98	12.57	12.95	12.93	12.08	0.174	0.604
Grasa abdominal	1.83 ^b	1.96 ^b	3.51 ^a	1.38 ^b	1.44 ^b	0.388	0.041
Hígado	2.50 ^b	2.47 ^b	2.55 ^b	2.64 ^b	3.23 ^a	0.141	0.009
Molleja	2.13	2.11	2.01	1.85	2.00	0.049	0.325

^{a,b} Las medias dentro de la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

Murai *et al.* (2018), por otro lado, encontraron que la ingesta de arroz aumenta la secreción y producción de mucina intestinal y previene los daños y permeabilidad de la barrera intestinal en pollos. Estos posibles beneficios del arroz pudieron generar mayor eficiencia en la absorción de los nutrientes. Por consiguiente, la inclusión en la dieta finalizadora del pollo criollo peruano, hasta 60% de arroz partido en reemplazo del maíz amarillo, mejoró la conversión alimenticia. De acuerdo con los resultados del presente estudio se puede concluir, que el arroz partido en la dieta finalizadora del pollo criollo puede incluirse hasta 60%, constituyéndose el arroz partido en una fuente potencial de energía para sustituir al maíz en las dietas para pollos criollos luego de las 10 semanas de edad.

Rendimientos de carcasa y sus componentes

En el Cuadro 3 se presentan los pesos y el rendimiento porcentual de partes del cuerpo y órganos con relación al peso de la carcasa. Se observa que la grasa abdominal en el tratamiento con 30% de arroz partido en la dieta fue mayor que el del grupo 0% arroz ($p < 0.05$). El peso y el rendimiento del hígado de los pollos del tratamiento con 60% de arroz partido (0% de maíz amarillo) fueron mayores que en los demás tratamientos ($p < 0.05$). Por otro lado, no hubo efectos significativos sobre los pesos y rendimientos de la carcasa, muslo + pierna + pata, pechuga, espinazo, alas y molleja ($p > 0.05$).

El rendimiento del ave sacrificada es un índice importante para evaluar la capacidad de producción de carne, que puede reflejar

Cuadro 4. Efectos del arroz partido dietario en diferentes niveles de inclusión sobre la pigmentación de la piel de la pechuga del pollo criollo peruano sacrificado a los 112 días de edad

Tratamientos	Luminosidad	Enrojecimiento	Amarillamiento
0%	67.38	4.88	34.70 ^a
15%	65.09	5.56	29.88 ^a
30%	65.95	5.73	28.32 ^a
45%	65.78	6.28	14.04 ^b
60%	67.88	5.07	14.98 ^b
SEM	0.536	0.422	4.169
Valor p	0.408	0.087	0.001

^{a,b} Las medias dentro de la misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

directamente las diferencias en la deposición de nutrientes en diferentes partes y tejidos de los animales (Yu *et al.*, 2022). En el presente estudio, el rendimiento de la carcasa, el rendimiento de las piezas de la carcasa con base ósea y el rendimiento de la molleja no cambiaron con la inclusión de arroz partido en la dieta, lo que indica que la deposición de nutrientes en estas partes estuvo sincronizada con el aumento del peso corporal.

La acumulación de grasa abdominal en los pollos del tratamiento dietario con 30% de arroz partido fue mayor que la de los demás grupos, posiblemente debido a la diferencia en las proporciones ingestivas de almidón, ya que el arroz tiene más almidón de fácil digestión que el maíz (Svihus *et al.*, 2005). Sin embargo, no se encontró mayor acumulación de grasa abdominal en los tratamientos con 45 y 60% de arroz partido debido a que el consumo de alimento en estos grupos de aves disminuyó. Se conoce que el almidón rápidamente digerido determina el alto nivel de glucosa en sangre en las primeras horas después de la alimentación, lo que se asocia con una alta asignación de nutrientes a la deposición de grasa (Bolhuis *et al.*, 2008).

El hígado alcanzó mayor tamaño con la mayor concentración de arroz partido (60%). Por otro lado, una posible disminución del tamaño de la molleja con dietas con arroz parti-

tido no se llegó a presentar. Es conocido que el arroz partido contiene una ligera menor proporción de fibra cruda que el maíz, y que el peso de la molleja se puede reducir cuando las aves son alimentadas con arroz (González-Alvarado *et al.*, 2008). El tratamiento dietético no tuvo efecto sobre el peso de la molleja, pese a que los pollos necesitan una cantidad mínima de fibra en la dieta para estimular el desarrollo del tracto gastrointestinal.

Pigmentación de la piel

Los valores de las evaluaciones colorimétricas en la piel de la pechuga del pollo criollo (Cuadro 4) indican que el arroz partido en la dieta, en sus diferentes niveles de inclusión, no afectó la luminosidad (L^*) y el enrojecimiento (a^*) de la piel ($p > 0.05$). No obstante, niveles de 45 y 60% de arroz partido en la dieta disminuyó el amarillamiento (b^*) en la piel de la pechuga del pollo ($p < 0.05$) (Figura 1).

La pigmentación de la piel de los pollos de engorde es un aspecto importante de la carne de ave para los consumidores en China, Estados Unidos, México y muchos otros países (Rajput *et al.*, 2013). Sin embargo, va alcanzando mayor importancia la coloración del músculo antes que de la piel. Así, se considera una carne de mejor calidad la que tiene mayor enrojecimiento antes que luminosidad.

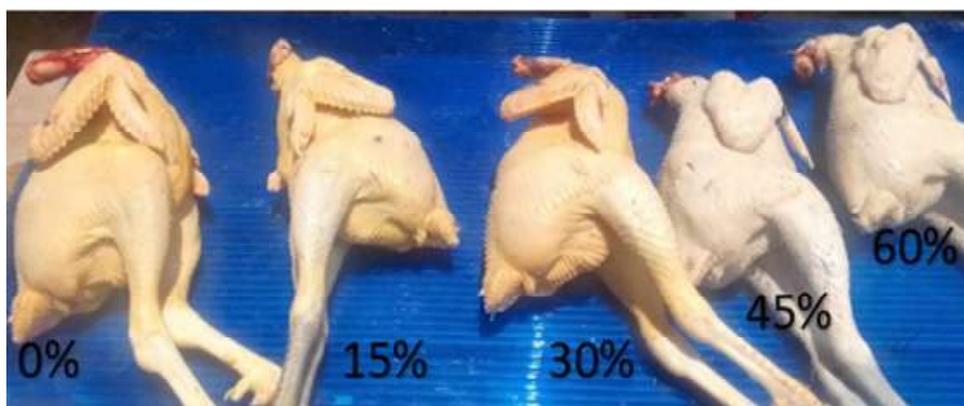


Figura 1. Efectos del arroz partido dietario en diferentes niveles de inclusión sobre la pigmentación de la piel de la carcasa del pollo criollo peruano

dad y amarillez (Abouelezz *et al.*, 2019). En el presente estudio, solo se evaluó la piel de la pechuga, encontrándose los valores b^* más bajos en el grupo de 45 y 60% de arroz partido. En este sentido, Yu *et al.* (2022) asocian las menores puntuaciones de amarillez en piel del pollo con carnes menos pálidas. Por lo tanto, cuando se utiliza arroz como ingrediente alimenticio para las aves, es importante prestar atención a los cambios de color, ya que estos cambios pueden afectar la intención de compra del consumidor. Sin embargo, también hay que enfatizar en la importancia del color del músculo, debido a que actualmente existen consumidores que prefieren ingerir carne de pollo sin piel.

CONCLUSIONES

- El pollo criollo peruano de 70 a 112 días de edad, alimentado con una dieta conteniendo 60% de arroz partido y sin maíz amarillo alcanzó mejor conversión alimenticia que los pollos de los demás tratamientos.
- El arroz partido incluido en la dieta en cualquier de sus niveles no afectó el peso final, la ganancia de peso ni el rendimiento de carcasa del pollo criollo.

- El arroz partido, en niveles de inclusión de 45 y 60% disminuye el amarillamiento de la piel a nivel de pechuga, y en un 30% de inclusión aumenta la producción de grasa abdominal.

LITERATURA CITADA

1. **Abouelezz KFM, Wang Y, Wang W, Lin X, Li L, Gou Z, Fan Q, Jiang S. 2019.** Impacts of graded levels of metabolizable energy on growth performance and carcass characteristics of slow-growing yellow-feathered male chickens. *Animals* 9: 461. doi:10.3390/ani9070461
2. **[AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005.** Official methods and analysis to the 18th ed. Virginia, USA.
3. **Bolhuis JE, van den Brand H, Staals STM, Zandstra T, Alferink SJJ, Heetkamp MJW, Gerrits WJJ. 2008.** Effects of fermentable starch and straw-enriched housing on energy partitioning of growing pigs. *Animal* 2: 1028-1036. doi: 10.1017/S175173110800222X
4. **de Blas C, García-Rebollar P, Gorra-chategui M, Mateos GG. 2021.** Tables on the composition and nutritive value

- of raw materials for the production of compound animal feeds. FEDNA. 4th ed. 572 p.
5. **Dei H. 2017.** Assessment of maize (*Zea mays*) as feed resource for poultry. In: Poultry Science. doi: 10.5772/65363
 6. **[FEDNA] Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2018.** Necesidades nutricionales para avicultura. 2^o ed. España. 194 p.
 7. **González-Alvarado JM, Jiménez-Moreno E, Valencia DG, Lázaro R, Mateos GG. 2008.** Effects of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. Poul Sci 87: 1779-1795. doi: 10.3382/ps.2008-00070
 8. **Huang R, Deng X, Wu J, Luo W. 2025.** Genetic and metabolic factors influencing skin yellowness in yellow-feathered broilers. Poul Sci 104: 104534. doi: 10.1016/j.psj.2024.104534
 9. **Li K, Bai G, Teng C, Liu Z, Liu L, Yan H, Zhou J, et al. 2024.** Prediction equations of the metabolizable energy in corn developed by chemical composition and enzymatic hydrolysate gross energy for roosters. Poul Sci 103: 103249. doi: 10.1016/j.psj.2023.103249
 10. **Melo-Duran M, González-Ortiz G, Villagomez-Estrada S, Bedford MR, Farre M, Perez JF, Sola-Oriol D. 2024** Using in feed xylanase or stimbiotic to reduce the variability in corn nutritive value for broiler chickens. Poul Sci 103: 103401. doi: 10.1016/j.psj.2023.103401
 11. **[MIDAGRI] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. 2023.** Observatorio de Commodities – Arroz. Boletín Trimestral N° 02.
 12. **Murai A, Kitahara K, Terada H, Ueno A, Ohmori Y, Kobayashi M, Horio F. 2018.** Ingestion of paddy rice increases intestinal mucin secretion and goblet cell number and prevents dextran sodium sulfate-induced intestinal barrier defect in chickens. Poul Sci 97: 3577-3586. doi: 10.3382/ps/pey202
 13. **Perini F, Cendron F, Lasagna E, Cas-sandro M, Penasa M. 2024.** Genomic insights into shank and eggshell color in Italian local chickens. Poul Sci 103: 103677. doi: 10.1016/j.psj.2024.103677
 14. **Rajput N, Naeem M, Ali S, Zhang JF, Zhang L, Wang T. 2013.** The effect of dietary supplementation with the natural carotenoids curcumin and lutein on broiler pigmentation and immunity. Poul Sci 92: 1177-1185. doi: 10.3382/ps.2012-02853
 15. **Sittiya J, Yamauchi K, Takata K. 2015.** Effect of replacing corn with whole-grain paddy rice and brown rice in broiler diets on growth performance and intestinal morphology. J Anim Physiol Anim Nutr 100: 381-390. doi: 10.1111/jpn.12357
 16. **Sittiya J, Yamauchi K. 2014.** Growth performance and histological intestinal alterations of Sanuki Cochin chickens fed diets diluted with untreated whole-grain paddy rice. J Poul Sci 51: 52-57. doi: 10.2141/jpsa.0130042
 17. **Stefanello C, Vieira SL, Rios HV, Soster P, Simoes CT, Godoy G, Fascina V. 2024.** Corn energy and nutrient utilization by broilers as affected by geographic areas and carbohydrases. Poul Sci 102: 102366. doi: 10.1016/j.psj.2022.102366
 18. **Svihus B, Uhlen AK, Harstad OM. 2005.** Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: a review. Anim Feed Sci Technol 122: 303-320. doi: 10.1016/j.anifeedsci.-2005.-02.025
 19. **[USDA] United States Department of Agriculture. 2023.** Foreign Agricultural Service 2023 Grain and Feed Annual. Report PE2023-0008.
 20. **Veluri S, Gonzalez-Ortiz G, Bedford MR, Olukosi OA. 2023.** Interactive effects of a stimbiotic supplementation and wheat bran inclusion in corn- or wheat-based diets on growth performance, ileal digestibility, and expression of

- nutrient transporters of broilers chickens. *Poult Sci* 103: 103178. Doi: 10.1016/j.psj.2023.103178
21. **Yu J, Zhang H, Yang HM, Wang ZY. 2022.** Effects of dietary paddy rice on growth performance, carcass traits, bare skin color, and nutrient digestibility in geese. *Poult Sci* 101: 101865. doi: 10.1016/j.psj.2022.101865
22. **Zhang YC, Luo M, Fang XY, Zhang FQ, Cao MH. 2021.** Energy value of rice, broken rice, and rice bran for broiler chickens by the regression method. *Poult Sci* 100: 100972. doi: 10.1016/j.psj.2020.12.069
23. **Zurak D, Svecnjak Z, Gunjevic V, Kis G, Janjecic Z, Pirgozliev V, Grbesa D, Kljak K. 2024.** Carotenoid content and deposition efficiency in yolks of laying hens fed with dent corn hybrids differing in grain hardness and processing. *Poult Sci* 103: 103750. doi: 10.1016/j.psj.2024.103750