

Sustitución del pienso de finalización por maíz amarillo en pollos criollos

Substitution of finishing feed with yellow corn in creole chickens

Manuel Paredes^{1*}, Miguel Díaz¹

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar cinco niveles de sustitución del alimento de finalización con maíz amarillo en la dieta de pollos criollos y su efecto en el comportamiento productivo. Se distribuyeron aleatoriamente 96 pollos criollos machos mejorados de 70 días de edad en 6 tratamientos, cada uno con 4 repeticiones de 4 aves. Los pollos recibieron dietas con 0 (dieta control), 20, 40, 60, 80 y 100% maíz amarillo en sustitución del alimento finalizador. Los pollos de los tratamientos 0, 20 y 40%, en la fase de 70 a 112 días de edad, obtuvieron mayor ganancia de peso corporal y mejor conversión alimenticia. El rendimiento de carcasa del pollo disminuyó con 40, 60, 80 y 100% de sustitución con maíz amarillo en la dieta. La carcasa contenía menos grasa abdominal y peso de hígado con los tratamientos 0, 20 y 40%. En conclusión, el alimento de finalización para pollos criollos podría ser sustituido hasta en un 40% por maíz amarillo sin afectar el peso corporal, y hasta en un 20% sin disminuir el rendimiento de carcasa.

Palabras clave: pollo criollo, fase de finalización, maíz amarillo, rendimiento productivo

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

* E-mail: mparedes@unc.edu.pe

Recibido: 14 de julio de 2022

Aceptado para publicación: 24 de enero de 2023

Publicado: 27 de febrero de 2023

©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 evaluate five levels of substitution of the finishing feed with yellow corn in the diet of Creole chickens and their effect on productive performance. In total, 96 improved 70-day-old male Creole chickens were randomly distributed in 6 treatments, each with 4 replicates of 4 birds. The chickens received diets with 0 (control diet), 20, 40, 60, 80 and 100% yellow corn in substitution of the finisher feed. The chickens of the 0, 20 and 40% treatments, in the phase of 70 to 112 days of age, obtained higher body weight gain and better feed conversion. Chicken carcass yield decreased with 40, 60, 80, and 100% substitution with yellow corn in the diet. The carcass contained less abdominal fat and liver weight with the 0, 20 and 40% treatments. In conclusion, the finishing feed for Creole chickens could be substituted up to 40% by yellow corn without affecting body weight, and up to 20% without decreasing carcass yield.

Key words: creole chicken, finishing phase, yellow corn, productive performance

INTRODUCCIÓN

El pollo es una alternativa alimenticia de fácil disponibilidad. Sin embargo, los productores deben prestar atención a las exigencias de los compradores que apuntan al bienestar animal, seguridad alimentaria, cambio climático, no uso de antibióticos (MINAGRI, 2020) y la calidad sensorial de la carne como parte de los atributos del producto (Borges-Ferreira *et al.*, 2019). Tradicionalmente, la industria avícola se ha centrado principalmente en la producción eficiente de aves comerciales mejoradas, dejando de lado al pollo de razas locales (Nhlane *et al.*, 2021), debido a que los pollos autóctonos tienen un crecimiento lento con una baja eficiencia alimenticia y alcanzan el peso de mercado mucho más tarde en comparación con las aves mejoradas (Atela *et al.*, 2019).

Las razas locales constituyen la mayor parte de la diversidad genética avícola del mundo y siguen siendo de importancia en los países en desarrollo (Duah *et al.*, 2018). Los pollos autóctonos, llamados criollos, son una fuente importante de proteína animal en las comunidades de escasos recursos (Manyeula

et al., 2020), de allí la importancia de desarrollar la producción sostenible de estas aves, así como el uso de alimentos disponibles localmente con potencial para mejorar la eficiencia alimenticia y la calidad de la carne (Granato *et al.*, 2020).

Se ha investigado los efectos de los polisacáridos no amiláceos insolubles y los niveles de dilución en la dieta sobre el daño de las plumas, rendimiento, comportamiento ingestivo y estado de la cama en pollos en crecimiento (Qaisrani *et al.*, 2013). Así, Mendoza *et al.* (2020) evaluaron el efecto de tres niveles de harina integral de zapallo (*Cucurbita moschata*) rico en carotenoides sobre la pigmentación del tarso y la piel de pollos de engorde. Saltos *et al.* (2021) evaluaron el efecto de la suplementación de extracto de maíz morado (*Zea mays* L) como fuente de antocianinas, determinando su efecto protector frente al riesgo cardiovascular y esteatosis hepática. Nhlane *et al.* (2021), por su parte, encontraron que la inclusión dietética de harina de algas verdes (*Ulva* spp) en gallinas indígenas de Boschveld no mejoró, pero tampoco afectó indicadores productivos como rasgos de la carcasa y calidad de la carne; en tanto que Paredes y Quispe, (2022),

trabajando con pollos doble propósito, determinaron que la flor de marigold provocó mayor amarillamiento de la piel de pechuga y el rizoma de cúrcuma redujo la acumulación de grasa abdominal en la carcasa.

En el Perú, los pequeños criadores consideran indispensable el uso de maíz amarillo como alimento único del pollo criollo en fase de finalización para garantizar buena calidad sensorial de la carne. El maíz es la fuente de energía más utilizada y es el principal cereal en las dietas de aves en los países de América, el sur de Europa y Asia (Dei, 2017). Su valor nutritivo es variable, debido a los diversos genotipos y características fenotípicas relacionadas con la madurez fisiológica, tasa de crecimiento y humedad del grano (Alvarez *et al.*, 2014). Las principales diferencias en la composición del maíz están dadas por la solubilidad de la proteína, el contenido de zeína y la proporción de amilosa a amilopectina (Gehring *et al.*, 2013). El contenido y la naturaleza de los polisacáridos no amiláceos son los principales factores que afectan la solubilidad y disponibilidad de nutrientes (Melo-Duran *et al.*, 2021). Algunas variedades de maíz han sido seleccionadas para contener concentraciones más altas de flavonoides, que han mostrado importantes propiedades antibacterianas y antiinflamatorias (Wu *et al.*, 2021). El maíz también es rico en carotenoides, pigmentos con propiedades antioxidantes, que en gallinas puede alterar el microbioma intestinal, además de contener importantes cantidades de aceite de alta digestibilidad, con una alta proporción de ácidos grasos insaturados (Zhang *et al.*, 2022).

Por lo tanto, se requiere evaluar fuentes y estrategias alimenticias para pollos criollos de crecimiento lento, a fin de conocer su influencia sobre el rendimiento productivo, y establecer mejores dietas en un ámbito donde no se conoce con mayor precisión los requerimientos nutricionales del pollo criollo criado en el Perú y alimentado con dietas a

base de formulaciones empíricas. En esa dirección, con el presente trabajo se evaluó el efecto del reemplazo parcial y total de la dieta finalizadora con maíz amarillo, con la subsecuente dilución nutricional de la dieta y su influencia sobre el desempeño productivo de estas aves.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Estudio

El estudio se realizó en la granja experimental de aves (GEA) de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca (FICP-UNC), ubicada a una altitud de 2710 msnm, en el distrito y provincia de Cajamarca, región Cajamarca, Perú. Las temperaturas promedio mínima y máxima dentro del galpón fueron de 11.8 y 25.3 °C, respectivamente.

Dietas Experimentales

El pienso de finalización (Cuadro 1) fue formulado de acuerdo con las recomendaciones nutricionales para pollos de lento crecimiento indicadas en las Normas FEDNA (Santomá y Mateos, 2018). Los ingredientes se mezclaron en una fábrica de piensos de gestión privada y se trasladó hacia la GEA de la FICP-UNC. Allí se mezcló manualmente con el maíz amarillo (MA) de acuerdo con los siguientes tratamientos:

- 0MA (dieta control) = 100% pienso finalizador (PF)
- 20MA = 20% MA + 80% PF
- 40MA = 40%MA + 60% PF
- 60MA = 60%MA + 40% PF
- 80MA = 80% MA + 20% PF
- 100MA = 100% MA.

Las dietas experimentales fueron suministradas *ad libitum*. El contenido nutricional de las seis dietas experimentales se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Ingredientes de los piensos de inicio, crecimiento y finalizador (base fresca, g/kg)

	Inicio	Crecimiento	Finalizador
Arroz quebrado	280	320	440
Maíz amarillo	280	200	200
Polvillo de arroz	110	195	200
Torta de soya	240	200	80
Harina de pescado	60	60	60
Carbonato de calcio	14	13	11
Fosfato di cálcico	10	6	2
Cloruro de sodio	4	4	5
DL Metionina	1	1	1
Premezcla de vitaminas y minerales ¹	1	1	1

¹Cada kilogramo contiene: Vit. A 9 000 mil UI, Vit. D3 2 500 mil UI, Vit. E 15 000 UI, Vit. K3 2.5 g, tiamina 1.5 g, riboflavina 6.5 g, cianocobalamina 0.01 g, ácido pantoténico 5.50 g, ácido fólico 1 g, niacina 25 g, Mn 70 g, Zn 70 g, Fe 30 g, Cu 8 g, I 1 g, Se 0.30 g, Co 0.1 g. Producto comercializado como Proapack Levante por Distribuidora Montana, Perú

Ingredientes Alimenticios

El grano entero de maíz amarillo, cultivar DK-7508, se adquirió en un solo lote, procedente del valle Jequetepeque. Registró un contenido de 14.5% de humedad al ingreso a la GEA. La molienda se lo hizo en un molino eléctrico Nogueira DPM-4, con una zaranda de 5 mm. La molienda del maíz se realizó semanalmente de acuerdo con los requerimientos de las aves.

Se evaluó la granulometría del maíz molido y del pienso utilizando el método de tamizado en seco. Para esto, se tomó una muestra de 100 g de MA o PF, tamizado a través de un conjunto de 6 tamices de acero (Endecotts Ltd., Londres, UK) durante 5 min. Los tamaños de tamiz fueron 2000, 1000, 500, 212, 125 y 63 μ m. El peso de las partículas retenidas por cada tamiz se expresó como proporción del peso inicial de la muestra. Se encontró 23% de partículas retenidas de maíz amarillo en el tamiz de 2 mm, 35% en el de 1 mm, 27% en el de 0.5 mm, y partículas más finas en un 15%. Las partículas del PF estu-

vieron distribuidas 12% en el tamiz de 2 mm, 35% en el de 1 mm, y 30% en el de 0.5 mm, además de partículas más finas en un 23%.

Aves, Alojamiento y Diseño Experimental

Se utilizaron 500 pollos criollos mejorados de 1 día de edad obtenidos de la empresa ISAMISA, en Lima, Perú. Esta empresa ha cruzado el pollo criollo carioco local con razas exóticas como Rhode Island Red, New Hampshire y Conchinchina (Palomino, 2015) y actualmente comercializa un pollo criollo con mejores rendimientos en conversión alimenticia y ganancias de peso (2.2 y 3.0 kg a las 12 semanas de edad en hembras y machos, respectivamente), manteniendo la variedad de rasgos fenotípicos en la cresta, color de plumaje y cobertura de plumas en cuello cabeza y patas (ISAMISA, 2022).

Los pollos recién nacidos fueron trasladados vía aérea hacia Cajamarca, y alimentados con dietas preexperimentales de inicio (1 a 28 días de edad) y crecimiento (29 a 70

Cuadro 2. Composición y contenido nutricional de las dietas experimentales

Proporción (%) de ingredientes de la dieta						
Dieta						
Pienso finalizador	100	80	60	40	20	0
Maíz amarillo	0	20	40	60	80	100
Contenido nutricional						
Materia seca	88.12	87.78	87.43	87.09	86.74	86.40
Proteína bruta	14.46	13.26	12.07	10.89	9.69	8.50
Energía metabolizable (kcal/kg)	3079	3113	3147	3181	3216	3250
Grasa	4.58	4.33	4.07	3.81	3.55	3.00
Fibra cruda	2.95	2.78	2.61	2.44	2.27	2.10
Almidón	49.75	52.56	55.37	58.18	60.99	63.80
Lisina	0.78	0.67	0.55	0.44	0.33	0.22
Metionina	0.41	0.36	0.31	0.25	0.20	0.15
Calcio	0.80	0.65	0.49	0.34	0.18	0.03
Fósforo disponible	0.29	0.24	0.19	0.15	0.10	0.04
Sodio	0.26	0.21	0.16	0.11	0.06	0.01

día de edad). Los pollos durante los 70 días, en promedio consumieron 1.65 kg/ave de pienso iniciador y 4.95 kg/ave de alimento de crecimiento. El alimento de inicio y crecimiento, respectivamente contenían 20 y 18% de proteína, 2800 y 3000 kcal de energía metabolizable, 1.0 y 0.9% de Ca y 0.5 y 0.4% de P disponible (Cuadro 1). La crianza se hizo en piso con cama de viruta, ambiente controlado mediante calefacción con campanas criadoras a gas durante la fase de inicio y a temperatura ambiente sin calefacción artificial durante la fase de crecimiento. Las aves se mantuvieron en un solo lote, con espacio a razón de 5 aves por metro cuadrado hasta los 70 días de edad. Los pollos se mantuvieron hasta el final de la fase de crecimiento con 12 horas de luz natural y 12 horas de oscuridad.

A los 70 días de edad se seleccionaron 96 pollos machos con peso corporal (PC) similar. Se registraron los pesos iniciales y se

asignaron las aves de acuerdo con un diseño experimental al azar con seis tratamientos, cada tratamiento con cuatro repeticiones y cada repetición con cuatro pollos. Se utilizaron 24 corrales, cada uno equipado con un comedero de plástico tipo tolva y un bebederos tipo campana. Se ofrecieron las dietas *ad libitum* y agua disponible libremente. Se asignaron a cada corral 4 aves. Los seis tratamientos dietéticos se asignaron aleatoriamente entre los 24 corrales.

Rendimiento Productivo

El PC y la ingesta de alimento de los pollos por corral se registró semanalmente mediante una balanza electrónica de precisión KERN (6000 g de capacidad, 0.1 g de precisión). Se calculó la ganancia media diaria (GMD) por ave y el promedio de ingesta diaria (IDA) por ave y por tratamiento. El índice de conversión alimenticia (ICA) se calculó mediante la relación IDA/GMD.

Al final del estudio se seleccionaron aleatoriamente dos aves por corral (8 aves por tratamiento) para evaluar las características de la carcasa. Las aves fueron pesadas y luego sacrificadas en la misma GEA mediante corte de la vena yugular después de 10 h de privación de alimento y agua. Se retiraron las plumas y se obtuvo la carcasa, compuesta por la cabeza, cuello, pechuga, alas, cadera, muslos, piernas, patas, vísceras (corazón, hígado y molleja lavada) y grasa abdominal. Se registró el peso de la carcasa, y por separado la grasa abdominal y vísceras. Los pesos de las vísceras se determinaron en una balanza KERN (4000 g de capacidad, 0.01 g de precisión). El rendimiento porcentual de carcasa se calculó a partir del peso de la carcasa caliente sobre el peso vivo final. Los pesos relativos de la grasa abdominal fueron determinados mediante su respectivo peso sobre el peso de la carcasa, en tanto que el peso relativo de los órganos internos se determinó con relación al peso vivo final del ave.

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM del System Analysis Statistic (SAS, 2003). La significancia de las diferencias entre los valores de las medias se determinó mediante la prueba de rango múltiple de Duncan ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento Productivo

Los pesos corporales, GMD, IDA e ICA de pollos criollos de 10 a 16 semanas de edad, alimentados con diferentes porcentajes de pienso finalizador y maíz amarillo se muestran en el Cuadro 3. Se encontró diferencias significativas entre tratamientos en el peso final, GMD e ICA ($p < 0.05$), observándose el mejor PC final, GMD e ICA en los tratamientos 0MA, 20MA y 40MA, seguidos del tratamiento 60MA.

Los resultados indican que los niveles de sustitución parcial o total de la dieta finalizadora por maíz amarillo en pollos criollos generaron diferentes pesos finales e índices de conversión alimenticia. Similares hallazgos se determinaron en pollos de engorde cuando variaron las cantidades ingeridas de cada ingrediente y los nutrientes alimenticios, atribuyéndose la variación del rendimiento a la influencia de los niveles de ingesta de los nutrientes de un determinado ingrediente sobre la tasa de desaparición de los nutrientes de los demás ingredientes de la dieta (Pedersen *et al.*, 2021). Esto destaca la importancia de comprender la cinética de la digestión de nutrientes y cómo estos se ven influenciados, tanto de forma aditiva como no aditiva, por los ingredientes del alimento (Selle y Liu, 2019). El almidón presenta una tasa de desaparición y digestión más rápida en el tracto digestivo que la proteína (Selle *et al.*, 2013). Las dietas ricas en carbohidratos altamente digeribles pueden conducir a altos niveles de producción de triglicéridos y grasa corporal, lo que disminuye la eficiencia alimenticia de las aves vivas (Han *et al.*, 2016). Estos fenómenos fisiológicos aparentemente se presentaron en el actual estudio, por cuanto el maíz es rico en almidón, que es un carbohidrato altamente digerible, pero tiene un contenido bajo de proteína en comparación al valor sugerido por Santomá y Mateos (2018) para un pienso finalizador de pollos de lento crecimiento.

En el presente estudio se evaluaron dietas con crecientes niveles de almidón y decrecientes niveles proteicos. Los tratamientos 0MA, 20MA y 40MA tuvieron los mejores pesos finales y GMD, además de un ICA más eficiente que los otros niveles de sustitución en estudio. Altos niveles de reemplazo de maíz amarillo (80MA y 100MA) no solo afectaron el rendimiento productivo, sino que además se observaron casos de picaje y caída del plumaje, posiblemente por deficiencia de proteína, aminoácidos azufrados, sodio y otros micronutrientes (McDonald *et al.*, 2013). Esto demostraría que el maíz no genera la misma eficiencia alimenticia y rendi-

Cuadro 3. Medias de indicadores de rendimiento del pollo criollo de 10 a 16 semanas de edad según niveles de sustitución del pienso finalizador por maíz amarillo¹

Tratamientos (maíz, %)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	GMD Ganancia media diaria (g)	IDA Ingesta diaria de alimento (g)	ICA Índice de conversión alimenticia
0	1549.0	2880.7 ^a	31.71 ^a	145.40	4.61 ^c
20	1516.0	2804.2 ^a	30.67 ^a	146.82	4.83 ^c
40	1541.0	2860.2 ^a	31.41 ^a	148.03	4.76 ^c
60	1536.2	2714.0 ^b	28.04 ^b	148.00	5.36 ^b
80	1560.0	2535.0 ^c	23.21 ^c	146.40	6.51 ^a
100	1525.7	2514.8 ^c	23.55 ^c	149.85	6.47 ^a
SEM	6.45	65.57	1.58	0.73	0.35
p	0.893	0.008	0.024	0.514	0.028

¹ Cada valor representa la media de cuatro repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por cuatro pollos machos

SEM: Error estándar de la media

^{a,b,c} Las medias dentro de filas que no comparten igual superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$)

miento productivo cuando se lo utiliza en grandes cantidades como sustituto del pienso finalizador de pollos criollos, aunque posiblemente se genere ciertas ventajas en algunas características sensoriales de la carne, lo cual no fue objeto del presente estudio.

La IDA de las aves no se vio afectada por el nivel de sustitución con el maíz, posiblemente debido a la similitud en el tamaño de partículas de los alimentos evaluados, lo cual estaría dentro de los patrones de comportamiento ingestivo mostrado por aves de rápido y lento crecimiento (Mtei *et al.*, 2019).

Pesos Relativos de Carcasa, Grasa Abdominal y Órganos

Se observaron diferencias ($p < 0.05$) entre las medias de los tratamientos para el rendimiento de carcasa, pesos relativos de la grasa abdominal y del hígado (Cuadro 4). Los tratamientos 0MA y 20MA tuvieron mejor

rendimiento de carcasa, y junto al tratamiento 40MA tuvieron menor acumulación de grasa abdominal y menor masa relativa de hígado.

El rendimiento de carcasa de los pollos criollos disminuyó a medida que la dieta contenía mayor cantidad de maíz. En contraste, los pesos relativos de grasa abdominal e hígado se incrementaron con los mayores niveles de sustitución del pienso finalizador por maíz. Estos hallazgos concuerdan con Moreira *et al.* (2018) y Han *et al.* (2016) quienes consideran a la deposición excesiva de grasa abdominal como la principal fuente de desperdicio que reduce el rendimiento de carcasa en pollos de engorde.

En el presente estudio no se determinó el tipo de almidón que contenía el maíz amarillo; sin embargo, las dietas experimentales contenían mayor cantidad de almidón a medida que los niveles de sustitución con maíz fueron mayores. Estudios recientes revelan

Cuadro 4. Pesos relativos de carcasa, grasa abdominal, hígado y molleja de pollos criollos beneficiados a las 16 semanas de edad según niveles de sustitución del pienso finalizador por maíz¹

Tratamientos (maíz, %)	Rendimiento de carcasa (%)	Grasa abdominal (%)	Hígado (%)	Molleja (%)
0	85.53 ^a	2.88 ^c	1.62 ^c	2.12
20	81.75 ^a	2.93 ^c	1.63 ^c	2.20
40	80.40 ^b	2.95 ^c	1.62 ^c	2.14
60	80.25 ^b	3.25 ^b	1.73 ^b	2.07
80	79.65 ^c	3.53 ^a	1.82 ^a	2.15
100	79.20 ^c	3.73 ^a	1.87 ^a	2.11
SEM	0.52	0.14	0.05	0.02
p	0.027	0.006	0.009	0.214

¹Cada valor representa la media de cuatro repeticiones. Cada repetición estuvo conformada por datos de dos aves

SEM: Error estándar de la media

^{a,b,c} Las medias dentro de una fila que no comparten igual superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$)

que pollos de engorde alimentados con dietas altas en almidones resistentes exhibieron menor acumulación de grasa abdominal (Liu *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020), en tanto que Jeffcoat (2007) encontró que dietas ricas en carbohidratos altamente digeribles pueden conducir a altos niveles de producción de triglicéridos y acumulación de grasa corporal. De estos resultados se podría inferir, que posiblemente el maíz utilizado en el presente estudio estuvo compuesto por mayor proporción de almidones de fácil digestión con relación a almidones resistentes. Por otro lado, la acumulación de mayor cantidad de grasa abdominal se debería también al exceso de energía contenida en las dietas con mayor cantidad de maíz.

El hígado de los tratamientos 80MA y 100MA fueron más grandes que el de las aves de los otros tratamientos, posiblemente debido al mayor trabajo hepático que tuvieron, porque el tejido adiposo de las aves sirve solo

como un sitio de almacenamiento de grasa, y es en el hígado donde principalmente se sintetiza la grasa (Zhang *et al.*, 2020). El tamaño de molleja no se vio afectado por las diferentes dietas, posiblemente debido a que todas tuvieron similar granulometría y el tamaño de partícula del maíz fue de 5 mm en todas las dietas. Al respecto, Mtei *et al.* (2019) determinaron mayores pesos relativos de mollejas en aves que consumieron alimentos con partículas gruesas y medianas (8 y 5 mm) con relación al alimento fino.

CONCLUSIONES

- El pienso de finalización del pollo criollo mejorado entre 10 a 16 semanas de edad podría sustituirse con 40% de maíz amarillo a fin de lograr los mejores pesos finales, mejor ganancia de peso diaria y un mejor índice de conversión alimenticia.

- El mejor rendimiento de carcasa se podría alcanzar con dietas que incluyen 20% de maíz amarillo.

LITERATURA CITADA

- 1 **Alvarez S, López CG, Senior ML, Borrás L. 2014.** The genetic architecture of maize (*Zea mays* L) kernel weight determination. *G3* (Bethesda) 4: 1611-1621. doi: 10.1534/g3.114.013243
- 2 **Atela JA, Mlambo V, Mnisi CM. 2019.** A multi-strain probiotic administered via drinking water enhances feed conversion efficiency and meat quality traits in indigenous chickens. *Anim Nutr* 5: 179-184. doi: 10.1016/j.aninu.2018.08.002
- 3 **Borges-Ferreira C, Freitas-Pinheiro SR, Josiane-Vieira D, Almeida-Silva J, Gomes-Oliveira R, Souza-Carvalho R. 2019.** Reducción de la proteína bruta en la dieta de pollos criollos de engorde en un sistema semi-intensivo. *Rev MVZ Córdoba* 24: 7322-7327. doi: 10.21897/rmvz.1824
- 4 **Chang T, Ngo J, Vargas JJ, Rocheford E, Rocheford T, Ortiz D, Karcher DM, Johnson TA. 2022.** Research note: Orange corn altered the cecal microbiome in laying hens. *Poultry Sci* 101: 101685 doi: 10.1016/j.psj.2021.-101685
- 5 **Duah KK, Essuman EK, Olympio OS, Akwetey W, Gyimah V, Yeboah JO. 2018.** Consumers' acceptability of indigenous cockerel. *Poultry Sci* 97: 1768-1773 doi: 10.3382/ps/pex451
- 6 **Dei HK. 2017.** Assessment of maize (*Zea mays*) as feed resource for poultry. In: . Manafi M (ed), *Poultry science*. London, UK. p 1-30. doi: 10.5772/65363
- 7 **Gehring CK, Cowieson AJ, Bedford MR, Dozier WA. 2013.** Identifying variation in the nutritional value of corn based on chemical kernel characteristics. *World Poultry Sci J* 69: 299-312. doi: 10.1017/S0043933913000317
- 8 **Granato D, Barba FJ, Bursae Kovačević D, Lorenzo JM, Cruz AG, Putnik P. 2020.** Functional foods: product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annu Rev Food Sci T* 11: 93-118. doi: 10.1146/annurev-food-032519-051708
- 9 **Han J, Li L, Wang D, Ma H. 2016.** (-)-Hydroxycitric acid reduced fat deposition via regulating lipid metabolism-related gene expression in broiler chickens. *Lipids Health Dis* 15: 37. doi: 10.1186/s12944-016-0208-5
- 10 **[ISAMISA] Integración San Miguel Sociedad Anónima. 2022.** Productos: pollo criollo mejorado. [Internet]. Disponible en <https://isamisa.com.pe/productos/>
- 11 **Jeffcoat R. 2007.** Obesity a perspective based on the biochemical interrelationship of lipids and carbohydrates. *Med Hypotheses* 68: 1159-1171. doi: 10.1016/j.mehy.2006.06.009
- 12 **Liu YS, Zhang YY, Li JL, Wang XF, Xing T, Zhu XD, Zhang L, Gao F. 2020.** Growth performance, carcass traits and digestive function of broiler chickens fed diets with graded levels of corn resistant starch. *Brit Poultry Sci* 61: 146-155. doi: 10.1080/00071668.2019.-1694137
- 13 **McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. 2013.** *Animal Nutrition*. 7th ed. UK: Pearson. 672 p.
- 14 **Manyeula F, Mlambo V, Marume U, Sebola NA. 2020.** Partial replacement of soybean products with canola meal in indigenous chicken diets: size of internal organs, carcass characteristics and breast meat quality. *Poultry Sci* 99: 25-26. doi: 10.3382/ps/pez470
- 15 **Melo-Durán D, Pérez JF, González-Ortiz G, Villagómez-Estrada S, Bedford MR, Graham H, Sola-Oriol D. 2021.** Growth performance and total tract digestibility in broiler chickens fed different corn hybrids. *Poultry Sci* 100: 101218. doi: 10.1016/j.psj.2021.-101218

- 16 **Mendoza FA, Vargas PA, Vivas WF, Valencia NF, Verduga CD, Dueñas AA. 2020.** Sustitución parcial de maíz por harina integral de *Cucurbita moschata* y su efecto sobre las variables productivas de pollos Cobb 500. *Cienc Tecnol Agropec* 21: e1298. doi: 10.21930/rcta.vol21_num2_art:1298
- 17 **Mtei AW, Abdollahi MR, Schreurs NM, Ravindran V. 2019.** Impact of corn particle size on nutrient digestibility varies depending on bird type. *Poultry Sci* 98: 5504-5513. doi: 10.3382/ps/pez206
- 18 **[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2020.** Panorama y perspectivas de la producción de carne de pollo en el Perú. Lima, Perú. 21 p.
- 19 **Moreira GCM, Boschiero C, Cesar ASM, Reecy JM, Godoy TF, Pertille F, Ledur MC, et al. 2018.** Integration of genome wide association studies and whole genome sequencing provides novel insights into fat deposition in chicken. *Sci Rep* 8: 16222. doi: 10.1038/s41598-018-34364-0
- 20 **Nhlane LT, Mnisi CM, Mlambo V, Madibana MJ. 2021.** Effect of seaweed-containing diets on visceral organ sizes, carcass characteristics, and meat quality and stability of Boschveld indigenous hens. *Poultry Sci* 100: 949-956 doi: 10.1016/j.psj.2020.11.038
- 21 **Palomino DC. 2015.** Evaluación productiva y económica de gallinas criollas en postura en una crianza vivencial en el predio Hualaria, Alis – Yauyos. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Huancayo, Perú: Univ. Nacional del Centro. 102 p.
- 22 **Paredes M, Quispe K. 2022.** Efectos de la flor de marigold (*Tagetes erecta*) y el rizoma de cúrcuma (*Curcuma longa*) como fuentes de carotenoides sobre el rendimiento productivo y las características de carcasa de pollos doble propósito en la fase de finalización. *Rev Inv Vet Perú* 33: e22590. doi: 10.15381/rivep.v33i2.22590
- 23 **Pedersen NB, Hanigan M, Zaefarian F, Cowieson AJ, Nielsen MO, Storm AC. 2021.** The influence of feed ingredients on CP and starch disappearance rate in complex diets for broiler chickens. *Poultry Sci* 100: 101068. doi: 10.1016/j.psj.2021.101068
- 24 **Qaisrani SN, van Krimpen MM, Kwakkel RP. 2013.** Effects of dietary dilution source and dilution level on feather damage, performance, behavior, and litter condition in pullets. *Poultry Sci* 92: 591-602. doi: 10.3382/ps.2012-02378
- 25 **Santomá G, Mateos GG. 2018.** Necesidades nutricionales en avicultura. Normas FEDNA. 2° ed. Madrid, España. 194 p.
- 26 **Selle PH, Liu SY, Cai J, Cowieson AJ. 2013.** Steam-pelleting temperatures, grain variety, feed form and protease supplementation of mediumly ground, sorghum-based broiler diets: Influences on growth performance, relative gizzard weights, nutrient utilisation, starch and nitrogen digestibility. *Anim Prod Sci* 53: 378-387. doi: 10.1071/AN12363
- 27 **Selle PH, Siu SY. 2019.** The relevance of starch and protein digestive dynamics in poultry. *J Appl Poultry Res* 28: 531-545. doi: 10.3382/japr/pfy026
- 28 **Saltos D, Sancán M, Arteaga J, Gonzáles C, Bulnes C, Villanueva ME, Reyna S. 2021.** La suplementación dietaria con un extracto de maíz morado (*Zea mays* L) reduce el riesgo vascular y esteatosis hepática en pollos de engorde. *Rev Inv Vet Perú* 32: e17634. doi: 10.15381/rivep.v32i1.17634
- 29 **Wu B, Chang H, Marini R, Chopra S, Reddivari L. 2021.** Characterization of maize near-isogenic lines with enhanced flavonoid expression to be used as tools in diet-health complexity. *Front Plant Sci* 11: 619598. doi: 10.3389/fpls.2020.-619598
- 30 **Zhang Y, Liu Y, Li J, Xing T, Jiang Y, Zhang L, Gao F. 2020.** Dietary

corn resistant starch suppresses broiler-abdominal fat deposition associated with the reduced cecal Firmicutes. Poultry Sci 99: 5827-5837. doi: 10.1016/j.psj.2020.-07.042

31 Zhang Y, Mahmood T, Tang Z, Wu Y, Yuan J. 2022. Effects of naturally oxidized corn oil on inflammatory reaction and intestinal health of broilers. Poultry Sci 101: 101541 doi: 10.1016/j.psj.-2021.-101541