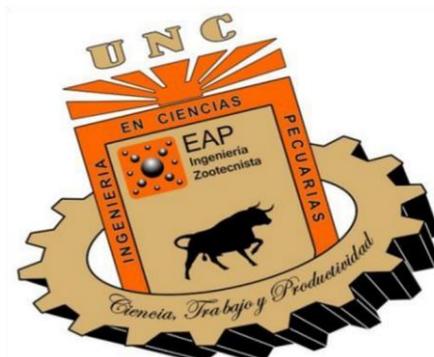


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ZOOTECNISTA



TESIS

**“EFECTO DEL REEMPLAZO DE PIENSO DE FINALIZACIÓN POR MAIZ
AMARILLO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y CARACTERÍSTICAS
DE CARCASA DEL POLLO CRIOLLO ”**

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADA POR:

Bachiller. MIGUEL ANGEL DIAZ GALLARDO

ASESOR:

Asesor: Dr.Cs. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Cajamarca – Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

Díaz Gallardo Miguel Angel

DNI: 77236947

Escuela Profesional/Unidad UNC:

Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias

2. Asesor:

Dr. Manuel Ebar Paredes Arana

Facultad/Unidad UNC:

Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias

3. Grado académico o título profesional

Bachiller

Título profesional

Segunda especialidad

Maestro

Doctor

4. Tipo de Investigación:

Tesis

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

Efecto del reemplazo del pienso de finalización por maíz amarillo sobre el rendimiento productivo y características de carcasa del pollo criollo

6. Fecha de evaluación: 06 / 01 / 2023

7. Software antiplagio: TURNITIN

URKUND (ORIGINAL) (*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 24

9. Código Documento: 0034

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 29 / 05 / 2024

 Nombres y Apellidos Manuel Ebar Paredes Arana DNI: 26733001	Firma y/o Sello Emisor Constancia
---	--------------------------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



ACTA QUE PRESENTA EL JURADO CALIFICADOR DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Graduación y Titulación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**, se reunieron virtualmente, siendo las 12 horas con 10 minutos del día 06 de Enero del 2023, los siguientes Miembros del Jurado y el (los) Asesores.

- | | |
|---|------------|
| - PHD. DR. LUIS ASUNCIÓN VALLEJOS FERNÁNDEZ | PRESIDENTE |
| - DR. EDUARDO ALBERTO TAPIA ACOSTA | SECRETARIO |
| - M.CS. ING. LINCOL ALBERTO TAFUR CULQUI | VOCAL |

ASESORES:

- DR. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Con la finalidad de recepcionar y calificar la Sustentación de la Tesis titulada:

"Efecto del reemplazo de pienso de finalización por maíz amarillo sobre el rendimiento productivo y características de la carcasa del pollo broiler"

La misma que fue realizada por el (la) Bachiller *Miguel Angel Diaz Gallardo*

A continuación el Jurado procedió a dar por iniciado el acto académico, invitando al (los) Bachiller (es) a sustentar dicha tesis.

Concluida la exposición, los Miembros del Jurado formularon las preguntas pertinentes, luego el Presidente del Jurado invita a la participación del asesor y de los asistentes.

Después de las deliberaciones de estilo el Jurado anunció APROBAR por Unanimitad con la nota de Quince (15).

Siendo las 13 horas con 00 minutos del mismo día el Jurado dio por concluido el acto académico, indicando las correcciones y modificaciones para continuar con los trámites pertinentes.

Luis A. Vallejos F.
PhD. Dr. Luis A. Vallejos Fernández
Presidente

Eduardo A. Tapia Acosta
M.Cs. Ing. Eduardo Alberto Tapia Acosta
Secretario

Lincol Alberto Tafur Culqui
M.Sc. Ing. Lincol Alberto Tafur Culqui
Vocal

Manuel Eber Paredes Arana
Dr. Ing. Manuel Eber Paredes Arana
Asesor

**“EFECTO DEL REEMPLAZO DE PIENSO DE FINALIZACIÓN POR MAIZ
AMARILLO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y CARACTERÍSTICAS
DE CARCASA DEL POLLO CRIOLLO MEJORADO”**

DEDICATORIA

Es grato dedicar este trabajo de investigación en primer lugar a Dios por permitirme gozar de buena salud, proteger a mi familia y ayudarme a lograr mis metas trazadas. A mi madre, Nora Margarita Gallardo Rojas, por su gran cariño, sus consejos y por estar apoyándome incansablemente; a mi padre, Dionicio Amado Diaz Malca por sus palabras de aliento, por su ejemplo en perseverar hasta el fin y hacer de mí una gran persona profesional al servicio de la sociedad.

A mis hermanos, que son el motor de mi vida y a toda mi familia en general por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, la salud y la sabiduría por haber concluido con éxito parte de mis objetivos y metas trazadas durante mi estancia en la universidad Nacional de Cajamarca.

A mis padres: Nora Margarita Gallardo Rojas y Dionicio Amado Diaz Malca, por darme la vida y por su apoyo incondicional durante la culminación de mi carrera profesional.

A mis hermanos y más familiares en general, que siempre me apoyaron y me respaldaron para seguir adelante en este duro y arduo camino emprendido.

A mi asesor: Dr. M. Cs. Ing. Manuel Eber Paredes Arana, por su apoyo y paciencia durante la elaboración (preparación, ejecución y sistematización) de este trabajo de investigación. De igual forma agradezco a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Escuela Académico Profesional de ingeniería Zootecnista, a todo el personal docente y administrativo que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de dicho trabajo.

A mis amigos que formaron parte de mi entorno, que a pesar de las dificultades que cada uno pasamos siempre estuvimos unidos apoyándonos los unos a los otros.

A todos en general, infinitamente gracias por confiar en mi persona – los llevo en mi corazón – hoy, mañana y siempre – Dios los bendiga.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CUADROS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	17
1.4. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	17
1.4.1. Hipótesis de la investigación.....	17
1.4.2. Variables	18
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.5.1. General.....	19
1.5.2. Específicos	19

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO.....	20
2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN	20

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	27

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
--------------------------------	----

CAPITULO V

5.CONCLUSIONES	38
----------------------	----

CAPITULO VI

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ingredientes y contenido nutricional del pienso (g/kg, base fresca) utilizado en el experimento. **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 2. Ingesta de alimento, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia (ICA) de pavos de 11 a 13 semanas de edad¹ con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa². **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 3. Rendimiento de carcasa (RC), peso relativo de órganos digestivos y de la grasa abdominal de pavos de 13 semanas de edad¹ alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa² en fase de finalización. **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 4. Peso relativo de corazón e índice ventrículo derecho/ventrículo total (I-VD/VT) de pavos de 13 semanas de edad¹ alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa² en fase de finalización. **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 5. Parámetros hematológicos y ratio heterófilos/linfocitos (RHL) de pavos de 13 semanas de edad¹ alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa² en fase de finalización. **¡Error! Marcador no definido.**

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. En total 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 de pollo disminuyó con 40, 60, 80 y 100% de sustitución de maíz amarillo en la dieta; sin embargo, la canal 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 la canal.

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

ABSTRACT

The study aimed to evaluate five substitution levels of finishing feed with yellow corn in the diet of creole chickens and your effect on productive performance. In total, 96 male enhanced creole chickens of 70 days of age were randomly distributed in 6 treatments, each one with 4 repetitions of 4 birds. The chickens received diets with 0% (control diet), 20, 40, 60, 80 and 100% yellow corn in substitution of fattening feed. Chickens of the 0, 20 and 40% treatments, in the phase from 70 to 112 days of age, obtained greater body weight gain and better feed conversion. Chicken carcass yield decreased with 40, 60, 80 y 100% substitution yellow corn in the diet; however, the carcass contained less abdominal fat and liver weight with 0, 20 and 40% treatments. In conclusion, the finishing feed for Creole chickens could be substituted up to 40% with yellow corn without affecting body weight, and up to 20% without decreasing carcass yield.

Keywords: creole chicken, finishing phase, yellow corn, productive performance

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

El pollo, para los consumidores peruanos es una alternativa alimenticia de fácil disponibilidad. Sin embargo, las corporaciones avícolas y los pequeños 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 del producto; 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 en la utilización del alimento 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 muy importantes en los países en desarrollo (Duah *et al.*, 2018). Los pollos autóctonos o pollos criollos son una fuente importante de proteína animal en las comunidades de escasos recursos, y muy apreciados por consumidores de mayor capacidad adquisitiva, quienes reconocen en estas aves un alimento ecológico, saludable y de buen sabor, aunque esta crianza sea calificada como poco productiva, debido a una serie de factores que incluyen el uso de alimentos poco nutritivos y alimentos comerciales de alto costo, que no son accesibles para la mayoría de los criadores comunales (Manyeula *et al.*, 2020).

Para desarrollar la producción comercial sostenible de razas autóctonas de pollo, se podría utilizar alimentos disponibles localmente con potencial no solo para aumentar la eficiencia en la utilización del alimento, sino también para mejorar la calidad del producto avícola, de acuerdo con la creciente demanda de los

consumidores por productos más saludables y con propiedades funcionales (Granato *et al.*, 2020).

Se han investigado los efectos de las fuentes y los niveles de dilución en la dieta sobre el daño de las plumas, el rendimiento, el comportamiento ingestivo y el estado de la cama en pollos en crecimiento, con el uso de polisacáridos no amiláceos insolubles (Qaisrani *et al.*, 2013). Mendoza *et al.* (2020) evaluaron el efecto de tres niveles de harina integral de zapallo (*Cucurbita moschata*) por su alto contenido de carotenoides a fin de contribuir a la pigmentación del tarso y la piel de pollos de engorde. Saltos *et al.* (2021) evaluaron el efecto de la suplementación en la dieta de pollos de engorde con dosis crecientes de extracto de maíz morado (*Zea mays L*) como fuente de antocianinas, determinando su efecto protector frente al riesgo cardiovascular y esteatosis hepática.

Se evaluaron algas marinas como ingredientes alimentarios funcionales con propiedades antioxidantes, antimicrobianas y estimulantes del crecimiento, sin embargo, la inclusión dietética de harina de algas verdes (*Ulva spp*) en gallinas indígenas de Boschveld no mejoró los indicadores productivos, pero tampoco tuvo efectos adversos sobre el tamaño de los órganos viscerales, los rasgos de la carcasa y calidad de la carne (Nhlane *et al.*, 2021). En pollos doble propósito se determinó 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 (Paredes y Quispe, 2022).

En el Perú, algunos pequeños criadores consideran indispensable el uso de maíz amarillo como alimento único del pollo criollo en fase de finalización, para garantizar buena calidad sensorial del producto, aunque no tienen el conocimiento pleno de cuanto afectaría al aspecto productivo. El maíz es la fuente de energía más utilizada y es el cereal principal en las dietas de aves, en los países de América, el sur de Europa y Asia (Dei, 2017).

El valor nutritivo del maíz es variable, debido a sus diversos genotipos y las 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 incluyen la solubilidad de la proteína, el contenido de zeína, la proporción de amilosa a amilopectina y el carácter vítreo (Gehring *et al.*, 2013). Por lo que el maíz puede generar diferentes indicadores de crecimiento en pollos de engorde, siendo el contenido y la naturaleza de los polisacáridos no amiláceos dos de 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). La adición de un maíz rico en flavonoides en las dietas de pollos de engorde con enteritis necrótica redujo la mortalidad y la incidencia de lesiones intestinales y mejoró el rendimiento del crecimiento (Buiatte *et al.*, 2022).

El maíz también es rico en carotenoides, que son pigmentos que tienen muchos beneficios para la salud, con propiedades antioxidantes, y en gallinas puede alterar el microbioma intestinal (Chang *et al.*, 2022). El grano de maíz contiene importantes cantidades de aceite de alta digestibilidad y utilización eficiente, con una alta proporción de ácidos grasos insaturados (Zhang *et al.*, 2022).

Por lo tanto, es necesario que se continúe evaluando fuentes y estrategias alimenticias para pollos criollos de crecimiento lento, a fin de conocer su influencia sobre el rendimiento productivo, y establecer la mejor dieta en un ámbito donde no se conoce con mayor precisión los requerimientos nutricionales del pollo criollo mejorado criado en el Perú y alimentado con diferentes dietas a base de formulaciones empíricas. Con el presente trabajo se evaluó el efecto del reemplazo parcial y total de la dieta finalizadora por maíz amarillo en la alimentación del pollo criollo peruano, con la subsecuente dilución nutricional de la dieta y su influencia sobre el desempeño productivo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el mejor nivel de sustitución del pienso de finalización por maíz amarillo en la dieta del pollo criollo mejorado y su efecto sobre el rendimiento productivo y las características de la carcasa?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El criador andino de aves suele sacrificar, aparentemente rendimiento productivo, características de carcasa y tiempo con la finalidad de ofrecer al público consumidor pollos, gallos y gallinas con buen sabor y buena presentación, los cuales son alimentados con granos de cereales en la fase de acabado, principalmente maíz.

Nutricionalmente se conoce que el maíz y el alimento balanceado difieren en su contenido de nutrientes, por lo que la cuantificación de indicadores de crecimiento y productivos en pollos alimentados con diferentes niveles de reemplazo del concentrado con maíz permitirá conocer algunos aspectos de la nutrición y rendimiento que tienen los pollos criollos mejorados a fin de mejorar y perfeccionar la tecnología de producción de estas especies avícolas.

1.4. HIPOTESIS Y VARIABLES

1.4.1. Hipótesis de la investigación

El reemplazo del pienso de finalización por diferentes niveles de maíz amarillo molido produce diferentes indicadores de rendimiento productivo y características de carcasa del pollo criollo mejorado de la semana 11 a la semana 16 de vida de los pollos.

1.4.2. Variables

1.4.2.1. Variable independiente

- Niveles de reemplazo del pienso finalizador
- 0% de maíz molido
- 20% de maíz molido
- 40% de maíz molido
- 60% de maíz molido
- 80% de maíz molido
- 100% de maíz molido

1.4.2.2. Variables dependientes

- Rendimiento productivo
 - Peso Final
 - Ganancia media diaria
 - Ingesta diaria de alimento
 - Índice de conversión alimenticia
- Características de la carcasa
 - Rendimiento de carcasa
 - Peso de grasa abdominal
 - Peso de vísceras: hígado, corazón y molleja

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. General

Evaluar el efecto del reemplazo de pienso de finalización por maíz molido sobre el rendimiento productivo y características de la carcasa del pollo criollo mejorado.

1.5.2. Específicos

- Determinar el efecto del reemplazo del pienso de finalización por grano molido de maíz, sobre indicadores del rendimiento productivo del pollo criollo mejorado.
- Determinar el efecto del reemplazo del pienso de finalización por grano molido de maíz, sobre las características de carcasa del pollo criollo mejorado.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN

Manyeula *et al.* (2020) evaluaron los efectos de reemplazar parcialmente ingredientes de soya en una dieta de pollos indígenas Potchefstroom Koekoek (PK) con harina de canola (CM) en las características de la carcasa, el tamaño relativo de los órganos y la calidad de la carne. Un total de 175 pollos PK ($342,6 \pm 15,2$ g de peso corporal, 5 semanas de edad) se asignaron aleatoriamente a 25 corrales. Cinco dietas de crecimiento que contenían 0, 3.75, 6.25, 8.75 y 17.5% de CM se asignaron aleatoriamente a los corrales (unidades experimentales). Después de 12 semanas de alimentación, los pollos fueron sacrificados para medir las características de la canal, el tamaño de los órganos internos y las características de calidad de la carne. No hubo efectos de los niveles de CM sobre los pesos de la canal. El peso del ala aumentó cuadráticamente [$y = 6.27(\pm 0.23) + 0.23 (\pm 0.063) x - 0.009 (\pm 0.0003) x^2$; $R^2 = 0,28$] en respuesta a niveles incrementales de CM en la dieta. Los pesos del muslo, las vértebras, el hígado y el intestino delgado aumentaron linealmente ($P < 0,05$) en respuesta a los niveles incrementales de CM en la dieta. El enrojecimiento (a^*), el pH inicial de la carne (pH_o) y la fuerza de corte aumentaron linealmente ($P < 0,05$), pero la luminosidad (L^*) y la capacidad de retención de agua disminuyeron con un aumento en los niveles de inclusión de CM. Sin embargo, no hubo tendencias lineales y cuadráticas significativas para el amarilleo (b^*), el pH final (pH_u), la pérdida por goteo y la pérdida por cocción en respuesta a niveles incrementales de CM. También hubo tendencias cuadráticas significativas para los contenidos minerales de la carne con la excepción del hierro (Fe). Se puede concluir que la inclusión de CM en lugar de productos de soya no tuvo un impacto negativo en los rasgos de la canal, el tamaño de los órganos y los rasgos de calidad de la carne de los pollos indígenas PK.

Con el surgimiento de las técnicas de cría modernas de los últimos 30 años, la mayoría de los animales de granja se alimentan a base de granos dentro de espacios confinados, en lugar de tener la posibilidad de deambular libremente y alimentarse de plantas o insectos. Darles granos, como maíz, permite ahorrar dinero, espacio y tiempo. Sin embargo, los pollos no son estrictamente vegetarianos, por lo que una dieta de granos puede afectar su salud y reducir la calidad nutricional de su carne y sus huevos. Asimismo, los pollos alimentados con maíz suelen requerir medicación o aditivos que también pueden afectar la carne y los huevos.

Los pollos alimentados con maíz suelen crecer en granjas pequeñas, u operaciones concentradas de alimentación de animales (CAFO por sus siglas en inglés). Los pollos en CAFO viven muy juntos, no pueden deambular libres o ingerir los alimentos que comerían naturalmente. En cambio, se los alimenta con granos, como trigo, cebada, soja, arroz y maíz. Se les suele dar maíz triturado y mazorca con una variedad de complementos para rellenar, que suelen ser otros granos.

El maíz que se utiliza para alimentar a los pollos rara vez es orgánico o libre de modificación genética, de acuerdo con “Public Health Nutrition: From Principles to Practice” (Nutrición de salud pública: de los principios a la práctica). En general, los pollos alimentados con granos crecen más y más rápido, en comparación con el resto.

Los pollos, como las personas, están más saludables cuando consumen determinados alimentos. Son animales omnívoros, lo que significa que se alimentan de una variedad de plantas, semillas e insectos que suelen estar en los pastos. Los granos les dan la cantidad suficiente de calorías, lo cual hace que los pollos inactivos engorden rápidamente, pero carecen de ácidos grasos y ciertos aminoácidos, vitaminas y minerales necesarios para el crecimiento saludable. Como consecuencia, se añaden, vitaminas, minerales y aminoácidos a los granos, para que las gallinas crezcan, pongan huevos y desarrollen una respuesta inmune contra

enfermedades. Aun así, los pollos alimentados con granos necesitan antibióticos y hormonas, para luchar las infecciones y crecer rápido.

En general, el pollo alimentado con granos tiene menos ácidos grasos omega-3, ácido linoleico conjugado, magnesio, calcio y potasio, en comparación con la carne del pollo libre. Al darles principalmente granos, se genera un desequilibrio de omega-3 y omega-6 en los huevos. Los valores saludables se deben encontrar entre 1:2 y 1:4, pero los huevos de pollos alimentados con granos tienen un valor de hasta 1:20. El omega-3 es importante para la salud cardiovascular, dado que reduce las reacciones inflamatorias, pero si hay un exceso de omega-6, se cancela ese beneficio. Asimismo, los huevos de otros pollos suelen tener un mayor contenido de vitamina E y betacaroteno.

Borges-Ferreira *et al.* (2019) evaluaron la reducción de los niveles de proteína bruta sin alterar la relación de aminoácidos esenciales en pollos de engorde criollos de 1 a 42 días de edad, mediante dos ensayos que comprendieron la fase inicial (1 a 21 días) y crecimiento (22 a 42 días). Utilizaron 630 pollos de la línea Redbro de un día de edad, distribuidos en un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y seis repeticiones de 21 aves cada una, totalizando 30 unidades experimentales. Los niveles reducidos de la proteína bruta para la fase inicial fueron: 21.5; 21.0; 20.5; 20.0 y 19.5% y para la fase de crecimiento: 19.0; 18.5; 18.0; 17.5 y 17.0%. En todos los tratamientos se mantuvo la proporción mínima entre aminoácidos esenciales y lisina. Las características de desempeño evaluadas fueron: ganancia de peso, consumo de ración y conversión alimenticia. No hubo diferencia en la reducción de proteína bruta para ninguna de las variables en todas las fases, excepto para conversión alimenticia en la fase de crecimiento que mejoró con 18.2% de proteína bruta. Concluyeron en que los niveles de proteína bruta para pollos criollos de engorde de la línea Redbro, pueden ser reducidos a 19.5 y 18.2% para la fase inicial y de crecimiento, respectivamente, siempre cuando se mantengan las relaciones

adecuadas de aminoácidos con lisina digestible y se atiendan las exigencias de los aminoácidos limitantes.

José Germán Piedra V. 1 y Víctor Vergara R.2 evaluaron el efecto en la sustitución peso a peso de maíz por “hominy feed” en niveles de 0, 30, 70 y 100%, en dietas de inicio y crecimiento-acabado para pollos de carne; mediante el peso vivo, la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, pigmentación de tarsos y retribución económica de las dietas. Se utilizaron 120 pollos machos de un día de edad, distribuidos en unidades experimentales, según el Diseño Completamente al Azar, en cuatro tratamientos y tres repeticiones cada uno. La sustitución de maíz por “hominy feed” hasta un nivel de 100% no afectó significativamente ($P < 0.05$) la ganancia de peso y el consumo de alimento fue el mayor. La sustitución de maíz por “hominy feed” hasta un nivel de 70%, no afectó significativamente la conversión alimenticia. Un nivel de sustitución de 30%, no afectó significativamente la pigmentación de los tarsos de las aves. La mejor retribución económica se consiguió con el tratamiento con 0% de sustitución.

PARÁMETRO	NIVELES DE SUSTITUCIÓN (%)			
	0	30	70	100
Ganancia de Peso (Kg)	2.14 ^a	2.12 ^a	2.05 ^a	2.13 ^a
Consumo de Alimento (Kg)	4.12 ^a	4.24 ^{ab}	4.08 ^b	4.36 ^a
Conversión Alimenticia	1.92 ^a	1.99 ^{ab}	1.98 ^{ab}	2.04 ^b
Pigmentación de patas (Grado)	4.89 ^a	4.54 ^a	2.49 ^b	1.66 ^c
Mortalidad (%)	0.0	3.3	0.0	3.3
Retribución Económica				
Por Kg Peso vivo (S/.)	0.98	0.95	0.97	0.95

Atela *et al.* (2019) investigaron el efecto de un probiótico de múltiples cepas (que contiene *Bacillus safensis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* y *Cupriavidus metallidurans*), administrado a través del agua potable, sobre el rendimiento del crecimiento, los parámetros sanguíneos y características de la carcasa y calidad de la carne de gallos Potchefstroom koekoek durante un período de 12 semanas. Un total de 140 pollos de cinco semanas de edad fueron asignados al azar a 4 dietas experimentales: 1) dieta control negativo (CON; dieta de pollos comerciales sin antibióticos ni probióticos), 2) dieta de control positivo (ANTIB; dieta de pollos comerciales con antibióticos [0,05% Coxistac y 0,04% olaquinox] pero no probióticos), 3) dieta control negativo más 2,5 mL de probióticos por litro de agua (PROB25) y 4) control negativo con 5,0 mL de probióticos por litro de agua (PROB50). Hubo un efecto significativo de interacción entre la semana y la dieta en la eficiencia de conversión alimenticia semanal promedio. A las 9 semanas de edad, los gallos del grupo PROB50 tenían una eficiencia de conversión alimenticia más alta ($P < 0,05$) que los de los grupos CON y ANTIB. Sin embargo, los gallos de 14 semanas de edad en el grupo PROB50 tuvieron una eficiencia de conversión alimenticia más baja ($P < 0,05$) que los del grupo ANTIB. Los tratamientos no tuvieron un efecto significativo ($P > 0,05$) sobre el consumo total de alimento, el aumento de peso total y los parámetros hematobioquímicos de los gallos. Los pesos de molleja y bazo fueron similares ($P > 0,05$) en los grupos PROB50, CON y PROB25. Los gallos del grupo PROB50 tenían un intestino delgado más corto ($P < 0,05$) que los de los grupos CON y PROB25. Los gallos del grupo PROB50 tenían un peso de pecho mayor ($P < 0,05$) que los del grupo PROB25. Los gallos en los grupos ANTIB y PROB50 tenían mayor ($P < 0,05$) peso de las alas y los muslos que los de los grupos CON y PROB25. El peso de la caña fue similar ($P > 0,05$) en los grupos PROB50, CON y ANTIB. El pH de la carne medido después de las 24 h del sacrificio fue el más alto ($P < 0,05$) en los grupos CON y ANTIB, seguido de los grupos PROB25 y PROB50. Los gallos del grupo CON tuvieron menores pérdidas por cocción ($P < 0,05$) que los de los grupos ANTIB, PROB25 y PROB50. Se concluyó que los probióticos se pueden usar en lugar de los antibióticos profilácticos en los gallos Potchefstroom koekoek.

BASES TEORICAS

Características nutricionales y benéficas del maíz

El maíz es la fuente de energía más común utilizada en las dietas animales comerciales, especialmente en América, Sur de países europeos y asiáticos, donde el grano de maíz es el principal cereal para la alimentación de todas las aves (Dei, 2017). Debido a su alta tasa de inclusión en la dieta, el maíz puede aportar hasta el 65% de la energía metabolizable y el 20% de proteína en dietas para aves (Gehring *et al.*, 2013). Aunque el maíz tiene un alto valor nutricional constante para el ganado, su valor alimenticio puede ser muy variable; la genética, condiciones agronómicas, composición proximal, y el procesamiento previo y posterior a la cosecha se consideran importantes factores que afectan la variabilidad de los nutrientes (Melo-Durán *et al.*, 2021). De estos, la genética ha demostrado ser una fuente importante de variabilidad bioquímica y de nutrientes; las características fenotípicas como la duración del llenado del grano, relacionada con la madurez fisiológica, y la composición, la tasa de crecimiento y la humedad del grano son específicas para cada genotipo y podrían afectar el valor nutritivo; por lo que las principales diferencias en la composición del maíz incluyen solubilidad proteica, contenido de zeína y proporción de amilosa a amilopectina (Gehring *et al.*, 2013).

En ese sentido se han planteado investigaciones como la realizada por Melo-Durán *et al* (2021), con el objetivo de estudiar la variabilidad en la digestibilidad de los nutrientes asociada con los diversos genotipos del maíz y su influencia en el valor alimenticio de los pollos de engorde; encontrándose que la genética del maíz influyó en la digestibilidad de los nutrientes y el crecimiento de los pollos de engorde, siendo el contenido y la naturaleza de los polisacáridos no amiláceos dos de los principales factores que afectan la solubilidad y disponibilidad de nutrientes en el maíz, y podrían ser la razón de los efectos negativos sobre el rendimiento de los pollos de

engorde. La interacción entre el tipo de ave (broilers y ponedoras) y el tamaño de partícula del maíz (fino, mediano y grueso) sobre el coeficiente de digestibilidad ileal aparente de MS, nitrógeno, almidón, grasa, energía bruta, calcio y fósforo, y EMAn se investigó; determinándose que en general, los pollos de engorde tuvieron una mayor digestibilidad de los nutrientes que las ponedoras, excepto Ca y P. La alimentación con partículas de maíz medianas y gruesas benefició el CAID de MS, almidón y GE en las ponedoras, lo que sugiere que el sistema digestivo de estas aves es probablemente más sensible a tamaño de partícula de alimento que el pollo de engorde (Mtei *et al.*, 2019)

También existe un maíz rico en flavonoides (Penn HFD), como una alternativa potencial para mejorar enteritis necrótica en pollos de engorde, habiéndose evidenciado que su inclusión redujo la gravedad de un desafío experimental de esta enfermedad (Buiatte *et al.*, 2022). Los carotenoides, son pigmentos que se sabe tienen muchos beneficios para la salud, como sus propiedades antioxidantes, están siendo investigados por su potencial como aditivos para piensos para animales de producción; estos pigmentos se encuentran en cantidades variables en diferentes variedades de maíz (Chang *et al.*, 2022).

Características de la crianza de pollos criollos

Los pollos de razas locales, autóctonos en algunos países o criollos en otras regiones se aprovechan y explotan para aliviar la pobreza, formando parte de los muchos activos locales de las personas desfavorecidas que viven en las zonas rurales; existiendo una diversidad de genotipos de aves criolla como los gallos de cuello desnudo, cuello desnudo y plumaje rizado, y gallos de plumaje normal (Duah *et al.*, 2018).

Las aves criollas se adaptan al consumo de diferentes tipos de alimento. Nhlane *et al.* (2021) alimentaron gallinas de Boschveld con harina de algas a razón de 35 g/kg no encontrando efectos adversos sobre el tamaño de los órganos viscerales, las

características de la canal y los rasgos de calidad de la carne, así como la estabilidad de la carne de las gallinas indígenas de Boschveld. Paredes y Quispe (2022) determinaron el efecto de la flor de marigold (*Tagetes erecta*) y el rizoma de cúrcuma (*Curcuma longa*) como fuentes de carotenoides sobre el desempeño productivo del pollo doble propósito y características de carcasa encontrando que la flor de marigold y el rizoma de cúrcuma no generaron efectos adversos en el crecimiento, y la cúrcuma produjo mayor tonalidad rojiza en la carcasa que el marigold; sin embargo, la flor de marigold provocó mayor amarillamiento de la piel de pechuga, además el rizoma de cúrcuma redujo la acumulación de grasa abdominal en la carcasa.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el galpón de aves “Bella Unión” ubicado al costado del complejo deportivo Gran Qhapac Ñan en el Distrito y Provincia de Cajamarca, bajo las siguientes características:

- Altitud: 2673 m.s.n.m.
- Latitud sur: 7° 17' 28"
- Longitud oeste: 78° 49' 11"
- Temperaturas promedio / año: 15 °C
- Humedad Relativa: 70 %

- Precipitación pluvial: 635 mm
- Clima frío y seco, la temporada de lluvias es de diciembre a marzo.

Fuente: SENAMHI – Cajamarca-2021

La presente investigación, se desarrolló entre los meses de Agosto del 2021 a Noviembre del 2021. Tuvo una duración de 6 semanas, desde el día 71 hasta el día 112 de edad, trabajando solo con pollos machos criollos mejorados.

3.2. DIETAS EXPERIMENTALES

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

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

Cada dieta experimental fue suministrada *ad libitum* a cada grupo de aves que conformaban un tratamiento. El contenido nutricional de las seis dietas experimentales se muestra en el Cuadro 2.

Con estas dietas obtenidas se quiere evaluar el rendimiento productivo y las características de la carcasa para obtener la dieta que nos genere mejores resultados.

- ✓ **Rendimiento productivo**
 - Peso Final
 - Ganancia media diaria
 - Ingesta diaria de alimento
 - Índice de conversión alimenticia

- ✓ **Características de la carcasa**
 - Rendimiento de carcasa
 - Peso de grasa abdominal
 - Peso de vísceras: hígado, corazón y molleja

Cuadro 1. Ingredientes del pienso finalizador (base fresca).

	Cantidad (g/kg)
Ingredientes	
Arroz quebrado	440
Maíz amarillo	200
Polvillo de arroz	200
Torta de soya	80
Harina de pescado	60
Carbonato de calcio	11
Fosfato di cálcico	2
Cloruro de sodio	5
DL Metionina	1
Premezcla de vitaminas y minerales ¹	1

¹ Cada kg 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

Cuadro 2. Composición y contenido nutricional de las dietas experimentales

	(%)					
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	3079	3113	3147	3181	3216	3250
(kcal/kg)	4.58	4.33	4.07	3.81	3.55	3.00
Grasa	2.95	2.78	2.61	2.44	2.27	2.10
Fibra cruda	49.75	52.56	55.37	58.18	60.99	63.80
Almidón	0.78	0.67	0.55	0.44	0.33	0.22
Lisina	0.41	0.36	0.31	0.25	0.20	0.15
Metionina	0.80	0.65	0.49	0.34	0.18	0.03
Calcio	0.29	0.24	0.19	0.15	0.10	0.04
Fósforo disponible	0.26	0.21	0.16	0.11	0.06	0.01
Sodio						

3.3. INGREDIENTES ALIMENTICIOS

El grano entero de maíz amarillo, cultivar DK-7508 se adquirió en un solo lote, procedente del valle Jequetepeque, a su llegada a Cajamarca contenía 85% de humedad. 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 el requerimiento de las aves, a fin de conservar el maíz adecuadamente durante todo el experimento.

Se evaluó la granulometría del maíz molido y del pienso utilizando el método de tamizado en seco, tomando una muestra de 100 g de MA o PF, tamizado a través de un conjunto de 6 tamices de acero (Endecotts Ltd., Londres, Reino Unido) durante 5 min. Los tamaños de tamiz fueron 2000, 1000, 500, 212, 125 y 63 μm . 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 estuvieron 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%.

3.4. AVES, ALOJAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Un total de 500 pollos criollos mejorados de 1 día de edad se obtuvieron de la empresa Isamisa de Lima, Perú; trasladados vía aérea hacia Cajamarca, alimentados con dietas pre experimentales de inicio (1 a 28 días de edad) y crecimiento (29 a 70 día de edad). Estas dietas se formularon de acuerdo con recomendaciones para pollos de crecimiento lento (pollo criollo mejorado) (Santomá y Mateos, 2018). 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 m^2 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 de acuerdo con el peso corporal (PC) para dar inicio al experimento desde la semana 11 a la 16, 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 cinco 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 6 tratamientos dietéticos se asignaron aleatoriamente entre los 24 corrales. El consumo total de alimento y el PC (peso corporal) de los pollos de cada corral se midió durante todo el período experimental. Los datos se manejaron como la media de cada corral.

3.5. RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y PESOS DE ÓRGANOS INTERNOS

Se registró semanalmente el PC (peso corporal) e ingesta de alimento de los pollos por corral 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 granja 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 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 y multiplicado por 100.

Asimismo, el peso relativo de los órganos internos se determinó con relación al peso vivo final del ave.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM del System Analysis Statistic / sistema de análisis estadístico (SAS, 2003). La significancia de las diferencias entre los valores de las medias se determinó mediante la prueba de rango múltiple de Duncan ($p < 0.05$) que significa que el valor obtenido es $p < 0.05$ hay diferencia.

La prueba del rango múltiple prueba las diferencias entre las medias empezando con la media más grande contra la segunda más grande, y así sucesivamente, comparando en cada caso con un valor crítico obtenido por tablas, es muy eficaz y popular debido a su poder de discriminación.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

Los PC (Peso corporal), GMD (ganancia media diaria), IDA (promedio de ingesta diaria) e ICA (índice de conversión alimenticia) 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 entre tratamientos en el peso final, GMD e ICA ($p < 0.05$), observándose el mejor PC final y GMD en los tratamientos 0M, 20M y 40M, seguidos del tratamiento 60M. Los PC final y GMD más bajos se registraron en los tratamientos 80M y 100M. El mejor ICA lo alcanzaron los pollos 0M, 20M y 40M, seguidos del tratamiento 60 M. El ICA menos eficiente lo alcanzaron los pollos de los tratamientos 80M y 100M.

Los resultados indican que los niveles de sustitución parcial o total de la dieta finalizadora por maíz amarillo en pollos criollos generó diferentes pesos finales y diferentes 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 diferentes 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 relación con el valor sugerido por Santomá y Mateos (2018) para un pienso finalizador de pollos de lento crecimiento.

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	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	GMD (g)	IDA (g)	ICA
0% Maíz	1549.0	2880.7 ^a	31.71 ^a	145.40	4.61 ^c
20% Maíz	1516.0	2804.2 ^a	30.67 ^a	146.82	4.83 ^c
40% Maíz	1541.0	2860.2 ^a	31.41 ^a	148.03	4.76 ^c
60% Maíz	1536.2	2714.0 ^b	28.04 ^b	148.00	5.36 ^b
80% Maíz	1560.0	2535.0 ^c	23.21 ^c	146.40	6.51 ^a
100% Maíz	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

¹Cada valor representa la media de 4 repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por 4 pollos machos.

GMD: ganancia media diaria. IDA: ingesta diaria de alimento. ICA: índice de conversión alimenticia

SEM: Error estándar de la media.

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

En el presente estudio se evaluaron dietas con crecientes niveles de almidón y decrecientes niveles proteicos.

Los tratamientos 0M, 20M y 40M tuvieron los mejores pesos finales y GMD, con un ICA más eficiente que los demás niveles de sustitución del pienso finalizador. No solamente con niveles altos de reemplazo de maíz amarillo (80M y 100M) se tuvieron los peores indicadores de peso final e ICA, sino que, también se observaron en los mencionados tratamientos casos de picaje, e ingesta y caída del plumaje, posiblemente por deficiencia de proteína, aminoácidos azufrados, sodio y otros micronutrientes (McDonald *et al.*, 2013), que terminaron diluidos por efecto del reemplazo del pienso con maíz amarillo.

Esto demostraría que el maíz nutricionalmente no genera la misma eficiencia alimenticia y rendimiento 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 según tratamientos no fue diferente, 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, tal como lo señala Mtei *et al.* (2019) quienes encontraron en pollos de engorde y en gallinas ponedoras, un aumento en la ingesta acumulada, cuando las aves consumieron alimentos con moliendas medianas y gruesas en comparación con la dieta fina.

De otro lado el incremento del valor energético de las dietas con mayor inclusión de maíz evitó el mayor consumo de alimento, pese a la dilución nutricional de la dieta.

4.2. PESOS RELATIVOS DE CARCASA, GRASA ABDOMINAL, HÍGADO Y MOLLEJA

En el cuadro 4 se observan los valores promedio del rendimiento de carcasa y pesos relativos de grasa abdominal, hígado y molleja de pollos criollos de 16 semanas de edad que fueron alimentados con diferentes dietas cambiantes en los niveles de sustitución del pienso finalizador por maíz amarillo. 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. Los tratamientos 0M y 20M tuvieron mejor rendimiento de carcasa, y junto al tratamiento 40M tuvieron menor acumulación de grasa abdominal y menor masa relativa de hígado.

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	Rendimiento de carcasa (%)	Grasa abdominal (%)	Hígado (%)	Molleja (%)
0% Maíz	85.53 ^a	2.88 ^c	1.62 ^c	2.12
20% Maíz	81.75 ^a	2.93 ^c	1.63 ^c	2.20
40% Maíz	80.40 ^b	2.95 ^c	1.62 ^c	2.14
60% Maíz	80.25 ^b	3.25 ^b	1.73 ^b	2.07
80% Maíz	79.65 ^c	3.53 ^a	1.82 ^a	2.15
100% Maíz	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 4 repeticiones. Cada repetición estuvo conformada por datos de 2 aves

SEM: Error estándar de la media.

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

El rendimiento de carcasa de los pollos criollos evaluados disminuyó a medida que la dieta contenía mayor cantidad de maíz. En contraste los pesos relativos de grasa abdominal e hígado se incrementaron con niveles altos 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 que reemplazó al pienso finalizador; sin embargo, de acuerdo con el contenido nutricional de las dietas experimentales; éstas contenían mayor cantidad de almidón a medida que los niveles de sustitución con maíz fueron mayores.

Estudios recientes revelan que los pollos de engorde alimentados con dietas altas en almidones resistentes exhibieron menor acumulación de grasa abdominal (Liu *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020). Otros estudios indican que las dietas ricas en carbohidratos altamente digeribles pueden conducir a altos niveles de producción de triglicéridos y acumulación de grasa corporal (Jeffcoat, 2007).

De estos resultados se podría inferir, que posiblemente el maíz utilizado en el presente estudio estuvo compuesto por almidones de fácil digestión en mayor cantidad que los almidones resistentes; aunque la acumulación de mayor cantidad de grasa abdominal se debería también al exceso de energía contenida en las dietas con mayor cantidad de maíz. De otro lado se determinó el mayor tamaño del hígado en pollos que consumieron más maíz, lo cual dio lugar a mayor ingesta de carbohidratos altamente digestibles.

El hígado de los tratamientos 80M y 100M 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).

En cuanto al 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) en relación con el alimento fino.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

La dieta de finalización del pollo criollo mejorado entre la semana 10 a la semana 16 de edad podría componerse con 80% de pienso finalizador con las características nutricionales consideradas en el presente estudio, mas 20% maíz amarillo molido formando el 100% de la dieta, a fin de lograr los mejores pesos finales, la mejor ganancia media diaria, con un óptimo índice de conversión alimenticia, sin incrementar la grasa abdominal en la carcasa y el peso del hígado. Aunque buenos resultados se pueden obtener desde que la dieta estaría compuesta con 60% de pienso finalizador, más el 40 % de maíz amarillo molido, teniendo esta como una dieta opcional.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Continuar evaluando al grano molido de maíz en la alimentación de pollos criollos mejorados, en temas sobre digestibilidad a nivel ileal, a fin de conocer su verdadero valor energético del maíz cuando es consumido como grano molido.
- Evaluar la repercusión digestiva y productiva de la alimentación con grano molido de maíz en otras especies avícolas como patos, gallos de pelea y gallinas criollas.
- Evaluar el efecto del grano molido de maíz sobre características físicas, organolépticas y gastronómicas de la carne de aves en general.

BIBLOGRAFÍA

1. Alvarez S, López CG, Senior ML, Borrás L. 2014. The genetic architecture of maize (*Zea mays* L.) kernel weight determination. *G3 (Bethesda)* 4(9): 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. *Animal Nutrition* 5: 179-184. <https://doi.org/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 Cordoba* 24(3):7322-7327. doi: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1824>.
4. Buiatte V, Dominguez D, Lesko T, Jenkins M, Chopra S, Lorenzoni AG. 2022. Inclusion of high-flavonoid corn in the diet of broiler chickens as a potential approach for the control of necrotic enteritis. *Poult. Sci.* 101:101796. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101796>.
5. Chang T, Ngo J, Vargas JI, Rocheford E, Rocheford T, Ortiz D, Karcher DM, Johnson TA. 2022. Research Note: Orange corn altered the cecal microbiome in laying hens. *Poult. Sci.* 101:101685 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101685>.
6. Duah KK, Essuman EK, Olympio OS, Akwetey W, Gyimah V, Yeboah JO. 2018. Consumers' acceptability of indigenous cockerel. *Poult. Sci.* 97:1768-1773 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex451>.
7. Dei HK. 2017. Assessment of maize (*Zea mays*) as feed resource for poultry. In *Poultry Science*, pages 1-30. Manafi M, ed Intech Open. London UK. <http://dx.doi.org/10.5772/65363>.
8. Gehring CK, Cowieson AJ, Bedford MR, Dozier WA. 2013. Identifying variation in the nutritional value of corn based on chemical kernel characteristics, *World's Poult. Sci. J.* 69(2): 299-312. doi: [10.1017/S0043933913000317](https://doi.org/10.1017/S0043933913000317)

9. Granato D, Barba FJ, Bursac Kovačević D, Lorenzo JM, Cruz AG, Putnik P. 2020. Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. Annual Review of Food Science and Technology 11:93-118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>.
10. Han, J., L. Li, D. Wang, and H. Ma. 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.
11. Jeffcoat R. 2007. Obesity- A perspective based on the biochemical interrelationship of lipids and carbohydrates. Med. Hypotheses 68(5): 1159-1171. <https://doi.org/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, British Poultry Sci. 61(2): 146-155. <https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1694137>.
13. McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. 2013. Animal Nutrition 7th edition. 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 <http://dx.doi.org/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 <https://doi.org/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. Ciencia y Tecnología Agropecuaria 21(2): e1298. https://doi.org/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 <http://dx.doi.org/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, Moura AS, Garrick DJ, Coutinho LL. 2018. Integration of genome wide association studies and whole genome sequencing provides novel insights into fat deposition in chicken. Sci. Rep. 8:16222. <https://doi.org/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 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.038>.
21. 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 2022; 33(2): e22590. <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i2.22590>.
22. 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. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101068>.

23. 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. *Poult. Sci.* 92 :591-602. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02378>.
24. Santomá G, Mateos GG. 2018. Necesidades nutricionales en avicultura. Normas FEDNA, 2da Ed. Madrid, España. 194 p.
25. 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. <https://doi.org/10.1071/AN12363>.
26. Selle, P. H., and S. Y. Liu. 2019. The relevance of starch and protein digestive dynamics in poultry. *J. Appl. Poult. Res.* 28:531-545. <https://doi.org/10.3382/japr/pfy026>.
27. 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* 2021; 32(1): e17634 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i1.17634>.
28. 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. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.619598>.
29. 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. *Poult. Sci.* 99:5827-5837. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.07.042>.
30. 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 Science* 101:101541 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101541>.
31. http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog_Alimentos/resumenes_investigacion/Pollos.pdf

ANEXOS

ANEXO 1. PESOS INICIALES

Repetición	0M	20M	40M	60M	80M	100M
1	1521	1539	1592	1449	1350	1413
2	1545	1534	1450	1526	1440	1628
3	1565	1483	1780	1630	1670	1602
4	1565	1508	1342	1540	1780	1460
Total	6196	6064	6164	6145	6240	6103
Media	1549	1516	1541	1536.25	1560	1525.75

ANEXO 2. ANAVA PESOS INICIALES

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
Tratamientos	5	5004.5	1000.9	0.06440165	3.06	4.89
Error	18	279747.5	15541.5278			
Total	23	284752				

CV (%) 8.10569987

ANEXO 3. PESOS FINALES

Repetición	0M	20M	40M	60M	80M	100M
1	2768	2750	2898	2496	2460	2540
2	2995	2951	2670	2915	2610	2485
3	2950	2848	2981	2900	2520	2445
4	2810	2668	2892	2545	2550	2589
Total	11523.00	11217.00	11441.00	10856.00	10140.00	10059.00
Media	2880.75	2804.25	2860.25	2714.00	2535.00	2514.75

ANEXO 4. ANAVA PESOS FINALES

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
Tratamientos	5	515908.333	103181.667	6.02198337	3.06	4.89
Error	18	308415	17134.1667			
Total	23	824323.333				

CV (%) 4.8156555

ANEXO 5. GMD

Repetición	0M	20M	40M	60M	80M	100M
1	29.69	28.83	31.10	24.93	26.43	26.83
2	34.52	33.74	29.05	33.07	27.86	20.40
3	32.98	32.50	28.60	30.24	20.24	20.07
4	29.64	27.62	36.90	23.93	18.33	26.88
Total	126.83	122.69	125.64	112.17	92.86	94.19
Media	31.71	30.67	31.41	28.04	23.21	23.55

ANEXO 6. ANAVA GMD

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
Tratamientos	5	300.788171	60.1576342	4.29219434	3.06	4.89
Error	18	252.280612	14.0155896			
Total	23	553.068783				

CV (%) 13.3232946

ANEXO 7. INGESTA DIARIA DE ALIMENTO

Repetición	0M	20M	40M	60M	80M	100M
1	146.1	149.6	153.2	149.4	144.3	153.5
2	147.5	143.53	148.5	154.2	145.9	144.9
3	136.2	144.92	145.9	146.3	148.7	146.9
4	151.8	149.24	144.5	142.1	146.7	154.1
Total	581.60	587.29	592.10	592.00	585.60	599.40
Media	145.40	146.82	148.03	148.00	146.40	149.85

ANEXO 8. ANAVA IDA

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
Tratamientos	5	48.3401875	9.6680375	0.48993933	3.06	4.89
Error	18	355.196375	19.7331319			
Total	23	403.536563				

CV (%) 3.01337132

ANEXO 9. ICA

Repetición	0M	20M	40M	60M	80M	100M
1	4.92	5.19	4.93	5.99	5.46	5.72
2	4.27	4.25	5.11	4.66	5.24	7.10
3	4.13	4.46	5.10	4.84	7.35	7.32
4	5.12	5.40	3.92	5.94	8.00	5.73
Total	18.44	19.31	19.06	21.43	26.05	25.87
Media	4.61	4.83	4.76	5.36	6.51	6.47

ANEXO 10. ANAVA ICA

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
Tratamientos	5	14.9256093	2.98512186	4.48598766	3.06	4.89
Error	18	11.9777845	0.66543247			
Total	23	26.9033938				

CV (%) 15.0414101

ANEXO 11. RENDIMIENTO DE CARCASA

Repetición	0M	20M	40M	60M	80M	100M
1	82.4	81.2	82.1	81.2	79.8	80.4
2	83.4	83.1	79.4	81.4	78.5	78.6
3	83.1	82.4	78.9	78.5	78.9	79.2
4	81.2	80.3	81.2	79.9	81.4	78.6
Total	330.10	327.00	321.60	321.00	318.60	316.80
Media	82.53	81.75	80.40	80.25	79.65	79.20

ANEXO 12. ANAVA DE RENDIMIENTO DE CARCASA

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
Tratamientos	5	32.1920833	6.43841667	4.31826735	3.06	4.89
Error	18	26.8375	1.49097222			
Total	23	59.0295833				

CV (%) 1.51440699

ANEXO 13. PESO RELATIVO GRASA ABDOMINAL

Repetición	0M	20M	40M	60M	80M	100M
1	2.8	2.7	3.1	3.4	3.3	3.8
2	2.9	2.8	2.7	3.5	3.5	3.8
3	3.1	3.1	2.8	3.2	3.6	4.1
4	2.7	3.1	3.2	2.9	3.7	3.2
Total	11.50	11.70	11.80	13.00	14.10	14.90
Media	2.88	2.93	2.95	3.25	3.53	3.73

ANEXO 14. ANAVA DEL PESO RELATIVO GRASA ABDOMINAL

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
Tratamientos	5	2.50833333	0.50166667	8.13513514	3.06	4.89
Error	18	1.11	0.06166667			
Total	23	3.61833333				

CV (%) 7.74008542

ANEXO 15. PESO RELATIVO DEL HÍGADO

Repetición	0M	20M	40M	60M	80M	100M
1	1.58	1.65	1.56	1.82	1.89	1.9
2	1.67	1.72	1.71	1.74	1.87	1.78
3	1.59	1.56	1.62	1.65	1.78	1.93
4	1.62	1.58	1.6	1.71	1.75	1.86
Total	6.46	6.51	6.49	6.92	7.29	7.47
Media	1.62	1.63	1.62	1.73	1.82	1.87

ANEXO 16. ANAVA DEL PESO RELATIVO DEL HÍGADO

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
Tratamientos	5	0.24498333	0.04899667	11.8540323	3.06	4.89
Error	18	0.0744	0.00413333			
Total	23	0.31938333				

CV (%) 3.75056909

ANEXO 17. PESO RELATIVO DE LA MOLLEJA

Repetición	0M	20M	40M	60M	80M	100M
1	2.03	2.34	2.05	2.06	2.15	2.14
2	2.13	2.03	2.1	2.06	1.98	2.09
3	2.09	2.09	2.31	2	2.26	2.04
4	2.22	2.34	2.09	2.14	2.19	2.16
Total	8.47	8.80	8.55	8.26	8.58	8.43
Media	2.12	2.20	2.14	2.07	2.15	2.11

ANEXO 18. ANAVA DEL PESO RELATIVO DE LA MOLLEJA

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
Tratamientos	5	0.0402375	0.0080475	0.71915105	3.06	4.89
Error	18	0.201425	0.01119028			
Total	23	0.2416625				

CV (%) 4.96930637