

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

CALIDAD FÍSICA Y NUTRICIONAL DE HUEVOS DE GALLINA DE CINCO GENOTIPOS PRODUCIDOS BAJO CONDICIONES AMBIENTALES DEL VALLE DE CAJAMARCA

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

FREDY OMAR SAGASTEGUI ROJAS

Asesor:

Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Cajamarca, Perú

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Fredy Omar Sagástegui Rojas
DNI: 70877474
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Gestión Ambiental
2. Asesor(a): Dr. Manuel Eber Paredes Arana
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:
"Calidad física y nutricional de huevos de gallina de cinco genotipos producidos bajo condiciones ambientales del valle Cajamarca"
6. Fecha de evaluación: **23/10/2025**
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **5 %**
9. Código Documento: **3117:517064140**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ **APROBADO** ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **24/11/2025**

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*


.....
Dr. Manuel Eber Paredes Arana
DNI: 26733001

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by
FREDY OMAR SAGÁSTEGUI ROJAS
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA – PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 16:00 horas, del día 05 de setiembre del dos mil veinticinco, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el, **Dr. JUAN EDMUNDO CHÁVEZ RABANAL**, **Dr. JIMY FRANK OBLITAS CRUZ**, **M.Cs. MAX EDWIN SANGAY TERRONES** y en calidad de Asesor el **Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA**, actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada “**CALIDAD FÍSICA Y NUTRICIONAL DE HUEVOS DE GALLINA DE CINCO GENOTIPOS PRODUCIDOS BAJO CONDICIONES AMBIENTALES DEL VALLE DE CAJAMARCA.**”, presentada por el **Bachiller en Ingeniería Zootecnista FREDY OMAR SAGÁSTEGUI ROJAS**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó... aprobar... con la calificación de diez y siete (17) la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bachiller en Ingeniería Zootecnista, FREDY OMAR SAGÁSTEGUI ROJAS**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS** Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Siendo las 17:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

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

Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal
Jurado Evaluador

.....
Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
Jurado Evaluador

.....
M.Cs. Max Edwin Sangay Terrones
Jurado Evaluador

A:

A mi alma mater la Universidad Nacional de Cajamarca por la formación académica
recibida.

A mi madre OTILIA ROJAS CAMPOS, mis hermanos EVER A. SAGÁSTEGUI
ROJAS Y NEYSER STALIN TANTALEAN ROJAS, que siempre me brindan el apoyo
moral, dándome siempre palabras de aliento y esperanza, animándome para crecer
profesionalmente.

A mi asesor Manuel Eber Paredes Arana por apoyarme con el conocimiento que nos
transmite día tras día, mostrando interés en todo tiempo.

Fredy Sagástegui

A:

A Dios Todopoderoso y a la Escuela de Posgrado de la UNC, por darme la
oportunidad de crecer espiritualmente.

Al Dr. Manuel Eber Paredes Arana, asesor de la presente tesis, por su valioso
apoyo en el desarrollo de la presente investigación.

Al Ing. Deysi M. Chilón Chilón, por el apoyo brindado en las actividades de campo y
gabinete.

Fredy Sagástegui

Del hombre son los planes del corazón, más de Jehová es la respuesta de la lengua. Todos los caminos del hombre son limpios ante sus propios ojos, pero Jehová pesa los espíritus. Encomienda a Jehová tus obras, y tus pensamientos serán afirmados.

Proverbios 16: 1 – 3

ÍNDICE

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	5
2.2 Bases teóricas	14
2.2.1. Producción sostenible de huevos de gallina.....	14
2.2.2. Calidad física del huevo.	15
2.2.3. Composición química del contenido del huevo	16
2.2.4. Contenido lipídico de la yema de huevo.....	19
2.3 Definición de términos.....	21
CAPITULO III.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Localización y duración del experimento	22
3.2 Diseño experimental de la investigación.....	23
3.3. Condiciones ambientales del experimento.....	25
3.4. Muestreo de huevos para evaluación en laboratorio	25
3.5. Evaluación del desempeño productivo de las gallinas	27
3.6. Evaluación de los desechos producidos por las gallinas.....	27

3.7. Determinación de las propiedades físicas del huevo	27
3.8. Determinación de la composición química del huevo	28
3.9. determinación del perfil de ácidos grasos del huevo	28
3.10. Análisis de los datos.....	29
4.1. Características productivas de las gallinas ponedoras	30
4.2. Características de los desechos del proceso productivo	31
4.4. Composición química del contenido del huevo	37
4.5. Perfil de ácidos grasos de la yema de huevo.....	39
CAPITULO V	42
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ingredientes y contenido nutricional de la dieta de postura utilizada en el experimento	26
Tabla 2 Rendimiento productivo de los diferentes genotipos de gallinas ponedoras de 20 a 45 semanas de edad.	30
Tabla 3 Características físicas del huevo de gallina de diferentes genotipos	35
Tabla 4 Composición química del huevo (clara + yema) según genotipos	37
Tabla 5 Composición de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) de la yema de huevo según genotipos	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del galpón de aves de la FICP-Universidad Nacional de Cajamarca en el campus universitario.....	22
Figura 2 Gallinas del experimento distribuidas en jaulas metálicas	23
Figura 3 Unidad experimental conformada por cuatro gallinas Novogen Brown.....	24
Figura 4 Unidad experimental conformada por cuatro gallinas criollas negras.....	24
Figura 5 Iluminación y ventanas para la ventilación del galpón	26
Figura 6 Muestras de yema de huevo de gallina Novogen Brown (n=5) para el análisis de ácido grasos.....	29
Figura 7 Producción de gallinaza fresca durante 25 semanas según genotipo de gallina (n=20). NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada.....	32
Figura 8 Humedad de la gallinaza fresca según genotipo de la gallina. NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada.....	32
Figura 9 Materia orgánica de la gallinaza fresca según genotipo de la gallina. NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada.....	33
Figura 10 Ceniza de la gallinaza fresca según genotipo de la gallina. NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS

CM: Gallinas Criollas Mejoradas.

NB: Novogen Brown

CN: Gallinas Criollas Negras.

CR: Gallinas Criollas Rojas

CB: Gallinas Criollas Barradas.

UH: Unidad Haugh

GLM: Modelo Lineal Generalizado

SENASA: Servicio Nacional De Sanidad Agraria Del Perú

FLQ: Fluoroquinolonas

SA: Sulfonamida

LMR: Límite Máximo De Residuo

AGL: Ácidos Grasos Libres

ANOVA: Análisis de varianza

CO₂: Dióxido de carbono

CV: Coeficiente de variación

DS: Desviación estándar

J-CUADRADO: Chi cuadrado

SEM: Error estándar de la media

P: Nivel de significación

LC: Cromatografía Liquida

MS: Espectrometría de masas

EE: Extracto Etéreo

CDR: Reacción de detección química

SAS: Sistema de análisis estadístico

RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar el desempeño de gallinas ponedoras y el valor nutritivo de los huevos de gallinas criollas con el de los huevos del híbrido comercial Novogen Brown (NB) y examinar el efecto de los genotipos en condiciones de producción del valle andino de Cajamarca sobre la calidad física y los valores nutricionales de los huevos. En total, 20 gallinas criollas negras CN (5 jaulas), 20 gallinas criollas rojas CC (5 jaulas), 20 gallinas criollas barradas CB (5 jaulas), 20 gallinas criollas mejoradas y 20 gallinas NB (5 jaulas) fueron alimentadas con alimento único. A las 45 semanas de postura, se recolectaron y evaluaron todos los huevos según el genotipo. La tasa de postura, el peso del huevo, la masa del huevo, el índice de conversión alimenticia y la unidad Haugh fueron mayores ($P < 0,05$) para NB que para todas las gallinas criollas. El contenido de lípidos y cenizas fue mayor ($P < 0,05$) para NB y CN en comparación con CC, CB y CM. Mientras que la relación omega 6/omega 3 fue mejor ($P < 0,05$) para CC, CB y CM. El Valle de Cajamarca ofrece condiciones ambientales adecuadas para gallinas NB y diferentes genotipos, lo que permite una producción eficiente de huevos para consumo humano.

Palabras clave: genotipos de gallinas, rendimiento en postura, calidad física del huevo, valores nutricionales del huevo.

ABSTRACT

The aim of the study was to compare the performance of laying hens, and nutritive value of eggs from Creole chickens to that of eggs from commercial hybrid Novogen Brown (NB) and to examine the effect of genotypes in production conditions of Andean Cajamarca valley on eggs physical quality and nutritional values. In total, 20 black creole hens CN (5 cages), 20 red creole hens CC (5 cages), 20 barred creole hens CB (5 cages), 20 improved creole hens and 20 NB hens (5 cages) were fed unique feed. At laying 45 wk, all eggs according to genotype were collected and assessed. laying rate, egg weight, egg mass, feed conversion ratio and Haugh unit were higher ($P < 0.05$) for NB than all creole hens. The lipid and ash content were higher ($P < 0.05$) for NB and CN when compared to CC, CB and CM. Whereas the omega 6/omega 3 ratio were better ($P < 0.05$) for CC, CB and CM. The Cajamarca Valley offers appropriate environmental conditions for NB hens and different genotypes for an efficient production process of eggs for human consumption.

Keywords: hen genotypes, laying performance, egg physical quality, egg nutritional values

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El huevo de gallina es un alimento considerado como uno de los más saludables para el consumo humano. Los huevos contienen nutrientes para el crecimiento y desarrollo de los niños y son uno de los alimentos más nutritivos que una mujer puede consumir durante el embarazo, contienen los aminoácidos esenciales necesarios para satisfacer las necesidades del cuerpo y son fuente natural de ácidos grasos omega-3, vitaminas A, D, E y B₁₂, antioxidantes y colina. Las proteínas del huevo están distribuidas en la clara y yema, mientras que los lípidos, las vitaminas y los minerales se concentran principalmente en la yema. El contenido relativo de minerales, vitaminas o ácidos grasos específicos del huevo puede variar, pero el contenido de las proteínas, lípidos y carbohidratos es más estable, lo cual está en relación a la proporción de clara y yema, a diferencia de los componentes menores, que se ven afectados por diversos factores ambientales (Réhault-Godbert et al., 2019).

En el Perú, el año 2024 se determinó un consumo per cápita de huevo de gallina de 247 huevos/habitante/año o 15.4 kg/habitante/año, concentrándose cerca del 90% de la producción de huevos en cuatro regiones, como son Ica (41%), Lima (27%), La Libertad (17%) y Arequipa (4%) (MIDAGRI, 2025). Por consiguiente, los huevos para consumo humano en la región Cajamarca, principalmente son producidos por gallinas altamente productivas en condiciones ambientales de la costa peruana. Gran parte de los huevos consumidos por el poblador de la región Cajamarca provienen de la región La Libertad, transportados en camiones de carga mixta junto a otros alimentos y objetos, lo que comprometería la calidad del producto, en contraste con el requerimiento de los consumidores que demandan alimentos de alto valor nutricional. Por tanto, es importante comprender cómo el proceso productivo y el manejo del producto influyen

en su valor nutricional. Asimismo, el sector productivo de huevos para consumo humano debería responder a estas exigencias evaluando estrategias en los sistemas de producción con el fin de obtener un alimento de mejor calidad. Anderson (2013) indicó que las condiciones ambientales y el conocimiento de los métodos de producción influyen en la calidad y las características nutricionales del huevo, demostrando, por ejemplo, que el contenido de colesterol en los huevos de gallinas con acceso a forraje y de gallinas enjauladas era diferente con ventaja nutricional significativa de los huevos producidos por gallinas con acceso a forraje.

Sin embargo, entre otros estudios, se requiere realizar el análisis de las prácticas de producción en lugares cercanos a las ciudades andinas, así como la evaluación de los genotipos de gallinas en condiciones ambientales de la sierra peruana. Considerando, que la composición nutricional de los huevos es importante para los consumidores y también para los productores, se debería analizar el impacto de la producción de huevos en valles andinos, en relación al valor nutricional del huevo, las características físicas de los huevos producidos por gallinas ponedoras, de razas locales y de híbridos comerciales, así como la eficiencia biológica en la producción de huevo y producción de desechos orgánicos. Cabe resaltar, que a medida que la población mundial crece y el nivel de vida mejora, la demanda de productos avícolas continúa en aumento (Neeteson et al., 2023). Los huevos, como alimento básico en la dieta mundial, tienen un impacto directo en la calidad de vida y la salud de los consumidores (Castro et al., 2023). En las regiones andinas del Perú, existe una minúscula, pero continua participación del pequeño productor en el mercado de huevos de gallina. Pero con el aumento de las exigencias cada vez más estrictas de los consumidores en cuanto a seguridad y calidad de los alimentos, los métodos tradicionales de avicultura tienen dificultades para satisfacer las necesidades del mercado (Franzo et al., 2023). Sin embargo, en muchos

países, los huevos de gallinas nativas o indígenas son muy apreciados y se dedica tiempo y presupuesto para conocer y mejorar estos sistemas productivos. Tal es el caso, del pollo Beijing You, que es un pollo de doble propósito en China, con excelente calidad de carne y huevos, del cual se investiga sus requerimientos nutricionales, que podrían ser diferentes a los de las gallinas ponedoras comerciales de alto rendimiento (Cheng et al., 2025). Otra gallina nativa de China, es la gallina ponedora Tianfu de cascarón verde y se caracteriza por su plumaje negro, cresta roja, una alta tasa de huevos de cascarón verde y un rendimiento estable de puesta (Hu et al., 2025). En la región Cajamarca también se cuenta con gallinas criollas que ponen huevos de cáscara verde, que podrían ser utilizadas en la producción de huevos a mayor escala, pero se necesita evaluar su capacidad productiva de estas gallinas comparándola con la de los híbridos comerciales bajo condiciones de crianza similares, en el valle andino de Cajamarca.

En contraste, los huevos de gallina por ser una fuente rica de lípidos están asociados a problemas cardiovasculares, por lo que su identificación, evaluación y posible manejo en su composición con genotipos de gallinas criollas podría contribuir en la obtención de huevos con mejores índices colesterolémicos y aterogénicos. Esta preocupación del consumidor por la salud camina de la mano con la actual tendencia e interés por los alimentos de origen animal que provengan de prácticas agropecuarias sostenibles, que entre otros factores consideran el uso de razas de aves criollas, adaptadas a las condiciones ambientales locales y el mantenimiento de la biodiversidad.

En tal sentido, se planteó el presente estudio, considerando como problema de investigación la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las características físicas y nutricionales de los huevos de gallinas criollas y de estirpes comerciales producidos en el valle de Cajamarca?, teniendo como objetivos específicos: (1) Determinar las

características productivas de la gallina criolla colorada, gallina criolla negra, gallina criolla barrada, gallina mejorada y gallina Novogen Brown, (2) Determinar las características físicas del huevo según genotipos, y (3) Determinar la composición química del huevo y el perfil lipídico de la yema de huevo según genotipos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Liu et al. (2025) evaluaron la eficacia de una nueva proteasa en la producción de huevos y la retención de nutrientes fecales en gallinas ponedoras alimentadas con una dieta a base de maíz o trigo. Cincuenta y seis gallinas Hy-Line Brown de 37 semanas de edad fueron alimentadas con dos dietas a base de trigo o maíz, suplementadas o no con proteasa a una concentración de 30,000 NFP/kg. Las dietas se formularon con una reducción del 4% en proteína y aminoácidos digestibles en comparación con las recomendaciones nutricionales de las reproductoras para revelar el potencial de la proteasa. Cada tratamiento incluyó 14 jaulas replicadas con una gallina por jaula. El estudio duró 16 semanas para medir el rendimiento productivo y la retención de nutrientes fecales durante los últimos tres días. Los resultados mostraron que las gallinas alimentadas con dieta a base de trigo presentaron una mayor retención de nitrógeno fecal ($P = 0.002$), pero una eficiencia alimenticia menos favorable ($P = 0.095$) que las gallinas alimentadas con dieta a base de maíz. La suplementación con proteasa, independientemente del tipo de dieta, aumentó la producción de huevos (+2,5 puntos, $P = 0,005$), la retención fecal de materia seca (+3 puntos, $P = 0,008$) y la EMAn (+128 kcal/kg, $P < 0,0001$). El presente estudio demostró la eficacia de la proteasa en términos de producción de huevos, así como en la retención fecal de nutrientes en gallinas ponedoras, destacando el potencial de incluir la proteasa en los programas nutricionales de gallinas ponedoras sin comprometer el rendimiento productivo.

Gulabrai et al. (2025) manifiestan que a medida que la industria avícola se adapta a la producción en libertad, es necesario evaluar el rendimiento de las líneas genéticas en estos entornos alternativos. Los genotipos para la producción en libertad

pueden presentar dificultades en su adaptación a sistemas alternativos, por lo que no se puede asumir que los parámetros de producción y calidad del huevo sean comparables en diversos entornos. Los genotipos blancos se asocian históricamente con la producción en libertad, mientras que las cepas marrones suelen ocupar sistemas en libertad. Evaluaron los genotipos de gallinas ponedoras Hy-Line W-36 White, H&N White, Hy-Line Brown y Bovan Brown mediante numerosos parámetros de producción y calidad del huevo a lo largo de todo el ciclo de puesta. Las gallinas H&N White en este estudio fueron la raza de menor producción, demostrada por la menor cantidad de huevos por gallina, la menor producción de huevos por día ($p < 0,0001$). Sin embargo, las gallinas Bovan Brown fueron la raza menos eficiente, ya que consumieron la mayor cantidad de alimento y presentaron la menor tasa de conversión alimenticia ($p < 0,0001$). En general, ambas razas blancas mostraron una peor calidad del huevo en comparación con las razas marrones. Las gallinas Hy-Line W-36 White presentaron la menor altura de albúmina, puntuación de unidad Haugh, color y peso de la yema ($p < 0,0001$). Las gallinas H&N White presentaron la menor resistencia de la membrana vitelina, peso y grosor de la cáscara ($p < 0,0001$). En conclusión, las gallinas Hy-Line Brown podrían ser más adecuadas para la producción en libertad, debido a una mayor producción y calidad de huevos en comparación con las otras tres líneas utilizadas en este estudio. Por lo tanto, esta investigación demuestra que el genotipo influye en el rendimiento de las gallinas ponedoras en libertad.

Zu et al. (2025) investigaron los efectos de diferentes proporciones dietéticas de aceites de linaza y soja en el rendimiento y la calidad del huevo de las gallinas ponedoras en fase tardía. Un total de 360 gallinas ponedoras Jinghong de 70 semanas de edad fueron asignadas aleatoriamente a cuatro grupos de seis réplicas cada uno, con 15 pollos por réplica. Se alimentaron con dietas con proporciones de aceite de linaza a

aceite de soja de 3:0 (T1), 2:1 (T2), 1:2 (T3) y 0:3 (T4) durante 4 semanas. No se observaron diferencias significativas en el peso del huevo, el consumo de alimento de las gallinas ponedoras, la producción de huevos o la proporción de alimento a huevo ($P > 0,05$) entre los grupos. En comparación con el grupo T4, el grupo T2 tuvo una cantidad significativamente mayor de folículos de 8 a 10 mm. Además, la altura de la albúmina y las unidades Haugh fueron significativamente mayores en el grupo T3 que en el grupo T4 ($P < 0,05$), aunque no se observaron diferencias significativas entre los grupos T1, T2 y T3. Con un aumento en la adición de aceite de linaza al alimento, el contenido de ácidos grasos poliinsaturados n-3 en los huevos de gallina aumentó significativamente ($P < 0,05$). Este estudio demostró que una proporción de aceite de linaza y aceite de soja de 1:2 en el grupo T3 mejoró la calidad del huevo al reducir el estrés oxidativo.

Elsherbeni et al. (2024) investigaron el efecto de diferentes niveles de zeolita en la dieta y la cama de gallinas ponedoras (Silver Montazah) sobre el rendimiento productivo, los criterios de calidad del huevo y la economía durante la segunda etapa de producción (40-56 semanas de edad). Se realizó un experimento con un diseño factorial de 3 x 4 para estudiar los efectos de cuatro niveles de zeolita (0, 10, 15 y 20 g/kg de alimento) en la dieta y tres niveles de zeolita (0, 1,5 y 2 kg/m²) en la cama. La adición de zeolita a la dieta y la cama mejoró significativamente el peso corporal final y la variación del peso corporal, el número, el peso y la masa de los huevos, la tasa de puesta, el consumo de alimento (CA) y el índice de conversión alimenticia (ICA), así como los criterios de calidad del huevo, en comparación con el grupo sin suplementación. Además, la adición de zeolita a una dosis de 2 kg/m² de cama y 20 g/kg de dieta logró la mayor mejora en el rendimiento productivo. Por lo tanto, se puede

sugerir que los mejores resultados se obtuvieron en granjas de postura cuando se añadió zeolita como complemento a la cama y al alimento.

Zhang et al. (2024) estimaron los parámetros genéticos y exploraron los rasgos de reproducción seleccionables en las razas puras Rhode Island Red (RIR) y White Leghorn (WL), que son 2 razas ponedoras de alto rendimiento, y comprender mejor su base genética subyacente y acelerar el progreso genético. El software DMU se utilizó para analizar 12 rasgos de calidad del huevo, incluidos la longitud del huevo (EL), el ancho del huevo (EW), el índice de forma del huevo (ESI), el peso del huevo (EWT), la altura de la albúmina (AH), el color de la yema (YC), la unidad Haugh (HU), el peso de la yema (YW), el peso de la albúmina (AW), la relación entre la albúmina y el peso del huevo (AWR), la relación entre la yema y la albúmina (YAR) y la relación entre el peso de la yema y el huevo (YWR). En RIR, la heredabilidad de los rasgos de calidad del huevo varió de 0,196 a 0,427, mientras que la repetibilidad varió de 0,395 a 0,668. En WL, la heredabilidad de los rasgos de calidad del huevo varió de 0,203 a 0,347, y la repetibilidad varió de 0,424 a 0,656. Tanto en RIR como en WL, se observaron correlaciones genéticas muy fuertes entre AW y EW, así como entre AW y EWT. Las correlaciones genéticas para AW y EW fueron 0,902 en RIR y 0,864 en WL, mientras que las correlaciones genéticas para AW y EWT fueron 0,981 en RIR y 0,960 en WL. Los rasgos de calidad del huevo en ambas razas mostraron una heredabilidad moderada, lo que indica un gran potencial genético para la mejora a través de la crianza selectiva. Esto puede ayudar a los criadores a satisfacer las preferencias de huevos cada vez más diversas de los consumidores a través de la selección genética. Además, existe una correlación muy fuerte entre el ancho/peso del huevo y el peso de la albúmina en ambas razas. En la producción práctica, es posible estimar el peso de la albúmina midiendo el

ancho y el peso del huevo, lo que puede simplificar el método para medir el peso de la albúmina.

Romero et al. (2024) indican que, los recursos genéticos animales autóctonos deben preservarse debido a su buena adaptación al entorno, su tolerancia a la baja disponibilidad de alimentos y su importancia sociocultural. La caracterización de la calidad de los productos generados por razas autóctonas puede aportar más argumentos para fomentar la cría de estos animales. Estos investigadores evaluaron el rendimiento y la calidad del huevo de la raza autóctona Castellana Black (BC) en comparación con una cepa seleccionada (Lohmann LSL-Classic). Se organizaron cuatro grupos de 30 gallinas: 1) Gallinas Lohmann alimentadas con una dieta control; 2) Gallinas BC alimentadas con la dieta control; 3) Gallinas Lohmann alimentadas con una dieta que incluía linaza a 70 g/kg (dieta omega-3); 4) Gallinas BC alimentadas con la dieta omega-3. La producción de huevos fue un 12,3 % superior en las gallinas Lohmann, pero, dado que los huevos de BC eran un 15,4 % más pesados, no se observó ningún efecto genético en la masa diaria de huevos. El consumo de alimento fue un 5,0 % mayor en las gallinas BC. Sin embargo, no se detectaron diferencias en el índice de conversión alimenticia. La cáscara del huevo fue un 6,78 % más gruesa en los huevos Lohmann. Las unidades Haugh no difirieron entre los huevos recién puestos y los almacenados en las gallinas Lohmann, mientras que las unidades Haugh disminuyeron en los huevos BC almacenados (80,5 frente a 76,7 frente a 72,3 a los 0, 14 y 30 días de almacenamiento). Las yemas de huevos BC contenían menos grasa (57,5 vs. 60,8% MS), más proteína (32,8 vs. 31,9% MS) y más colecalciferol (1,25 vs. 1,22 mg/g MS), y mostraron una menor proporción de ácidos grasos saturados (29,0 vs. 37,0%) y una mayor proporción de ácidos grasos monoinsaturados (45,7 vs. 39,6%) y poliinsaturados (25,2 vs. 23,4%). La alimentación con la dieta omega-3 redujo la proporción de ácidos

grasos saturados (32,5 vs. 33,5%) y monoinsaturados (42,0 vs. 43,3%) en la yema, y aumentó la de ácidos grasos poliinsaturados (25,4 vs. 23,2%) y ácidos grasos monoinsaturados (7,05 vs. 2,42%). No se encontró ningún efecto genético ni dietético en el color de la yema ni en su contenido de colesterol, cobalamina, retinol y γ -tocoferol. Este estudio representa la primera caracterización exhaustiva de huevos de la raza autóctona española Castellana Negra.

Zhou et al. (2023) señalan que, mejorar la eficiencia alimentaria es un objetivo importante para la avicultura. Esta se ve afectada por la genética del huésped y el microbiota intestinal, pero muchos de los mecanismos siguen siendo difíciles de determinar en las gallinas ponedoras, especialmente al final del período de postura. Por lo que, realizaron un este estudio, para medir el consumo de alimento, el peso corporal y la masa del huevo de 714 gallinas de una línea con pedigrí, de 69 a 72 semanas de edad, y calcularon el consumo residual de alimento (IRF) y el índice de conversión alimenticia (ICA). Además, se recogieron muestras fecales para la secuenciación del gen del ARN ribosomal 16S (región V4). Posteriormente, se realizó un análisis genético en paquetes DMU mediante AI-REML con un modelo animal. Se observaron estimaciones moderadas de heredabilidad para el ICA ($h^2 = 0,31$) y el IRF ($h^2 = 0,52$), lo que sugiere que los programas de selección adecuados pueden mejorar directamente la eficiencia alimentaria. Genéticamente, el RFI mostró una menor correlación con el peso corporal y la masa del huevo que el ICA. La varianza fenotípica explicada por la varianza microbiana intestinal se define como microbiota (m^2). Las estimaciones de microbiota para el ICA ($m^2 = 0,03$) y el RFI ($m^2 = 0,16$) sugirieron que el microbiota intestinal también participaba en la regulación de la eficiencia alimentaria. Además, los resultados mostraron que el efecto de la genética del hospedador sobre la microbiota fecal fue menor en tres aspectos: 1) los índices de diversidad microbiana presentaron

estimaciones de heredabilidad bajas, y los géneros con estimaciones de heredabilidad superiores a 0,1 representaron solo el 1,07 % de la microbiota fecal analizada;m2) las correlaciones genéticas entre la genética del hospedador y las diferentes distancias microbianas fueron muy débiles, con un rango de 0,0057 a 0,0003; 3) la distancia microbiana entre diferentes parentescos no mostró diferencias significativas. Estos hallazgos contribuyen a una mayor comprensión de los antecedentes genéticos y la influencia microbiana en la eficiencia alimentaria.

Palomar et al. (2023) evaluaron el efecto del contenido de ácidos grasos libres (AGL) y el grado de saturación dietarios sobre la calidad del huevo, el perfil de ácidos grasos de la yema y el contenido de colesterol de la yema. Durante un período de 15 semanas, un total de 144 gallinas ponedoras (19 semanas de edad) fueron asignadas aleatoriamente a 8 tratamientos dispuestos en un diseño factorial 2×4 , con 2 fuentes de aceite crudo (aceite de soja y aceite de palma) y 4 niveles de AGL (10, 20, 30 y 45%). Los tratamientos dietéticos se lograron mediante la sustitución progresiva de los aceites originales por cantidades equivalentes de sus correspondientes aceites ácidos. No se encontraron diferencias en ingesta de alimento o masa de huevo. Sin embargo, los AGL en la dieta redujeron la producción de huevos y aumentaron la tasa de conversión alimenticia. Los niveles más altos de AGL en las dietas de soja dieron como resultado un mayor peso del huevo con un mayor peso de la albúmina y la yema. Las dietas con palma presentaron una mayor relación yema: albúmina que las dietas con soja, pero el efecto de los AGL no siguió una tendencia lineal. Las gallinas alimentadas con dietas de soja pusieron huevos con unidades Haugh (UH) más altas que las dietas de palma, aunque al aumentar el % de AGL dietético se redujeron los valores de UH en ambas. Las dietas con palma mejoraron la calidad de la cáscara con mayor resistencia a la rotura y mayor contenido de materia seca y cenizas que las dietas con soja. No se

encontraron diferencias en la composición química del huevo y el contenido de colesterol de la yema. El grado de saturación tuvo un efecto significativo en todos los AG de la yema analizados a excepción del ácido araquidónico (C20:4 n-6), mientras que aumentar el contenido de AGL no afectó en mayor medida. Estos resultados muestran que la variación del nivel de AGL en la dieta no afectó la calidad del huevo y la composición de la yema tanto como lo hizo la fuente de grasa en la dieta, lo que respalda el uso de aceites ácidos y destilados de ácidos grasos como ingredientes de grasa para alimentos.

Feng et al. (2020) investigaron los efectos comparativos de la suplementación dietética con aceite de microalgas o aceite de pescado sobre la composición de ácidos grasos, la calidad sensorial y la aceptabilidad general de los huevos de mesa. Un total de seiscientas treinta gallinas ponedoras Hy-Line Brown de 30 semanas de edad se asignaron a siete tratamientos dietéticos. Las ponedoras se alimentaron con una dieta control o con la dieta control suplementada con niveles graduales de ácido docosahexaenoico (DHA; 1,25, 2,50 y 5,00 mg/g de alimento) derivado de aceite de microalgas o aceite de pescado. El ensayo de alimentación tuvo una duración de 10 semanas. El enriquecimiento de huevos con DHA mediante la suplementación dietética con aceite de microalgas o aceite de pescado mejoró el DHA de la yema y el contenido total de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) n-3, y redujo la proporción n-6: n-3 en función de la dosis. Los resultados sugirieron que el aceite de microalgas sería más prometedor para el enriquecimiento de DHA en los huevos debido a la mejor calidad sensorial de los huevos resultantes.

Ebegbulem y Asukwo (2018) evaluaron el efecto de la duración y el método de almacenamiento en la calidad y la composición química de los huevos. Utilizaron ciento cincuenta huevos de gallinas Lohman Brown de 30 semanas de edad. Los parámetros de

calidad medidos fueron el peso del huevo (PE), el peso de la cáscara (PE), el grosor de la cáscara (GC), el peso de la yema (PV), la altura de la yema (AY), el diámetro de la yema (DV), el peso de la albúmina (PA), la altura de la albúmina (AL) y el diámetro de la albúmina (AD). Otros parámetros fueron el índice de yema (IY) y el índice de albúmina (IA). Los componentes químicos del huevo estudiado fueron la proteína cruda (PC), el extracto etéreo (EE), las cenizas y el extracto libre de nitrógeno (ELN). Los huevos almacenados a temperatura ambiente durante 7 días mostraron una superioridad significativa ($p < 0,05$) en el contenido de potasio y sodio en comparación con otros métodos. Se concluyó que los huevos de gallina no deben almacenarse más de 7 días, ni en cámara ni en refrigeración, para mantener su frescura óptima.

Anderson (2013) comparó la composición nutricional y los porcentajes de componentes de huevos con cáscara producidos en jaulas con respecto al color del huevo y la raza de gallina. Seleccionó cuatro razas Hy-Line Brown (HB) y Bovans Brown (BB), y Hy-Line W-36 (HW) y Bovans White (BovW). Se recolectaron simultáneamente dos conjuntos de huevos de cada réplica a las 101 semanas de edad. Los huevos HW presentaron un mayor porcentaje de yema ($P < 0,05$) que los huevos BovW, con un 28,12 % frente a un 27,00 %, respectivamente; sin embargo, los huevos BovW presentaron un 1,0 % más de albúmina. Los componentes de los huevos HB y BB no presentaron diferencias. Los huevos morenos fueron más pesados ($P < 0,01$) que los huevos blancos. Los huevos blancos presentaron un mayor porcentaje de yema ($P < 0,0001$) y los huevos morenos un mayor porcentaje de albúmina ($P < 0,0001$). El contenido total de grasa en las muestras fue ($P < 0,05$) mayor en los huevos blancos en un 0,70% que en los morenos debido al aumento de grasas saturadas y poliinsaturadas. Los niveles de vitamina A fueron mayores ($P < 0,0001$) en los huevos blancos y de vitamina E en los morenos ($P < 0,0001$). Concluyó, que el genotipo parece influir en la

composición nutricional y los porcentajes de componentes en los huevos de gallinas ponedoras.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Producción sostenible de huevos de gallina

La producción de huevos de gallina y la avicultura en general tienen en cuenta que el alimento representa aproximadamente el 70 % de los costos de producción, lo que ha impulsado una amplia investigación para optimizar su utilización sin comprometer el rendimiento ni la sostenibilidad animal. Con este fin, una de las estrategias productivas es el uso de enzimas exógenas, como la fitasa y la carbohidrasa, que se ha convertido en una práctica habitual en la industria avícola. Las proteasas exógenas se introdujeron por primera vez en 2011 y han despertado un interés constante debido a la preocupación por la volatilidad del suministro de materias primas ricas en proteínas (p. ej., la harina de soja) y las emisiones de nitrógeno. Las proteasas exógenas podrían complementar las enzimas endógenas hidrolizando eficientemente la cadena proteica en pequeños péptidos y aminoácidos, mejorando así la utilización de las proteínas, reduciendo el costo del alimento y las emisiones de nitrógeno. Estudios recientes han demostrado que la inclusión de proteasa en las dietas de las gallinas ponedoras puede optimizar la utilización de nutrientes, mejorar el rendimiento productivo y la eficiencia alimenticia, así como modular el microbioma intestinal (Liu et al., 2025).

Sin embargo, la eficacia de la proteasa se ve influenciada por diversos factores, como los niveles de proteína cruda, aminoácidos y grasa añadida en la dieta, la etapa de producción de las gallinas y la presencia de factores antinutricionales. Por ejemplo, estudios de Pouldel et al. (2024) han indicado que los beneficios de la proteasa son más evidentes en gallinas mayores y cuando los niveles de proteína y aminoácidos en la

dieta son bajos. Hasta donde sabemos, existe poca información sobre el efecto de la aplicación de proteasas en dietas de gallinas ponedoras, asociada a la variación en la composición dietética.

La producción avícola intensiva, genera desperdicios con alto contenido de nutrientes y material orgánico, que causan la contaminación de suelos y aguas, emiten olores desagradables y altas concentraciones de gases, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos; todo ello con un impacto negativo en el medio ambiente. Dentro de los diferentes sistemas de producción avícola, se debe contemplar un plan de manejo adecuado de los desechos, para que, en vez de generar contaminación ambiental, se conviertan en una fuente de ingresos, que permita a los productores avícolas contemplar la posibilidad de buscar alternativas económicas para el uso y manejo eficiente de la gallinaza (Estrada, 2005).

2.2.2. Calidad física del huevo.

Las investigaciones, actualmente están centradas en el manejo de un sistema integral para monitorear la producción y la calidad de los huevos, abordando los desafíos del registro manual y la evaluación de la calidad de las aves y el producto para optimizar la gestión avícola moderna, mejorar la eficiencia de la producción y garantizar el bienestar animal e inocuidad de los huevos (Wu et al., 2025). Sin embargo, a nivel de consumidor, se busca siempre un buen alimento, por lo que las investigaciones al respecto, se han centrado en mejorar la pigmentación de la yema y el valor nutricional de los huevos de mesa, para lo cual se debe considerar la biodisponibilidad de los carotenoides, y se trabaja en la liberación de la matriz del grano de maíz (principal ingrediente de la dieta), la solubilización en una fase lipídica y la incorporación en micelas mixtas para que puedan ser absorbidos por el epitelio intestinal (Zurak et al., 2025). En los últimos años, muchos estudios se han centrado en

comprender y mejorar la biodisponibilidad de los carotenoides, haciendo hincapié en el impacto de varios factores relacionados con el alimento y el huésped. Entre estos factores, se ha demostrado que la codigestión de carotenoides con otros componentes de la dieta afecta la digestión y absorción de estos compuestos (Greco et al., 2024).

2.2.3. Composición química del contenido del huevo

La composición y el peso de un huevo de gallina para consumo humano depende de la genética, la estación del año, la dieta, la edad y otros factores. El peso promedio de un huevo típico de la raza White Leghorn suele ser de 55 g. Además del agua (74%), la principal composición química del huevo de gallina es: 12,8% de proteínas, 11,8% de lípidos y pequeñas cantidades de minerales y carbohidratos. La mayoría de las proteínas se encuentran en la clara y la yema, representando el 50% y el 44%, respectivamente; la cáscara contiene el resto de las proteínas. La yema representa algo más de un tercio de la porción comestible, pero aporta tres cuartas partes de las calorías y proporciona la totalidad o la mayor parte de la grasa de los huevos enteros. La yema se compone principalmente de un 48% de agua, un 16% de proteínas, un 32,6% de grasa, vitaminas y algunos minerales. La clara de huevo se compone de un 88 % de agua, un 10 % de proteínas y algunos minerales. La cantidad de lípidos en la clara es insignificante (0,01 %) en comparación con la cantidad presente en la yema. Los carbohidratos son un componente menor de los huevos de gallina. Su contenido promedio es de aproximadamente 0,5 g por huevo, de los cuales el 40 % está presente en la yema. La cáscara constituye el 11 % del peso del huevo y aproximadamente el 98 % de esta se compone de calcio. Los carbohidratos se presentan en forma libre y conjugada, unidos a proteínas y lípidos. La glucosa representa aproximadamente el 98 % del total de carbohidratos libres en la clara de huevo. El contenido de carbohidratos en la yema de huevo es de aproximadamente un 0,7-1,0 % y consiste en oligosacáridos unidos a

proteínas, compuestos de manosa y glucosamina. El 0,3 % restante son carbohidratos libres en forma de glucosa. Aproximadamente el 94 % de los minerales se encuentran en la fracción de la cáscara del huevo; el resto se distribuye en la clara y la yema. La mayoría de los minerales se encuentran en forma conjugada, y solo una pequeña porción está presente como compuestos inorgánicos o iones. El calcio representa más del 98 % del total de minerales en la cáscara; otros componentes inorgánicos incluyen fósforo, magnesio y trazas de hierro y azufre. La yema de huevo contiene un 2 % de minerales, siendo el fósforo el más abundante. Más del 61 % del fósforo total de la yema de huevo se encuentra en fosfolípidos. Los principales componentes inorgánicos de la clara del huevo son el azufre, el potasio, el sodio y el cloro. (Kusum et al., 2018).

Dentro de las proteínas de la clara de huevo se tiene a la ovoalbúmina (aproximadamente el 54%), es una glicoproteína con una masa molecular de aproximadamente 45 000 Da y consta de 386 aminoácidos, incluyendo cisteínas con enlaces disulfuro. Los extremos N-terminal y C-terminal de la proteína son glicina y prolina acetiladas, respectivamente, con un grupo carbohidrato unido al extremo N-terminal. Otra proteína del huevo es la ovotransferrina, que constituye el 12 % de las proteínas de la clara de huevo, con un peso molecular de 77,7 kDa. Es conocida por ser un inhibidor bacteriano y una proteína fijadora de hierro, además de ser una proteína férrica que contiene 686 residuos de aminoácidos con 15 puentes disulfuro. Además, la presencia de una sola cadena de glicano compuesta por residuos de manosa y N-acetilglucosamina en el extremo C-terminal de la proteína ha dado lugar a su clasificación como glicoproteína. La ovotransferrina, con algunos sitios específicos de unión al hierro, donde este se une mediante ligandos para formar un residuo de tirosina. También El ovomucoide es una glicoproteína que contiene una gran proporción de carbohidratos (alrededor del 25-30 % de la proteína total) y tiene un peso molecular de

aproximadamente 28 kDa. Es bien conocido por su actividad inhibidora de la tripsina. En otras palabras, se ha afirmado que la alta heterogeneidad del ovomucoide, resultado directo de su fracción de carbohidrato, desempeña un papel vital en su actividad inhibidora de enzimas proteolíticas. La ovomucina es otra proteína de la clara de huevo que constituye entre el 1,5 % y el 3,5 %, con una estructura gelatinosa que contribuye a la alta viscosidad de la proteína de la clara. Estructuralmente, es una glicoproteína sulfatada con un contenido de carbohidratos de aproximadamente el 33 %. Se ha descrito que existen dos tipos de ovomucina: a) la fracción rica en carbohidratos o β -ovomucina, que contiene N-acetilglucosamina, N-acetilgalactosamina, manosa, galactosa, ácido N-acetilneuramínico y sulfato; y b) la fracción baja en carbohidratos o α -ovomucina, que contiene N-acetilglucosamina, N-acetilgalactosamina, galactosa, manosa, ácido N-acetilneuramínico y sulfato. La lisozima es una proteína que contiene 129 aminoácidos y cuatro puentes disulfuro que pueden interactuar electrostáticamente con la ovomucina. Se ha asumido que esta interacción electrostática tiene un efecto considerable en el aclaramiento de la clara de huevo durante el almacenamiento. El peso molecular de la lisozima es de aproximadamente 14,3 kDa y esta proteína ha sido ampliamente estudiada debido a su actividad antimicrobiana contra bacterias gramnegativas y grampositivas que interfieren con el peptidoglicano de la pared celular bacteriana. También, tres tipos de globulinas, incluyendo G1, G2 y G3, están presentes en el huevo de gallina, entre las cuales la G1 se identifica como una lisozima. Sin embargo, otras dos, que contribuyen a aproximadamente el 4% de la clara de huevo, son similares y desempeñan un papel esencial en la formación de espuma. Tanto G2 como G3 tienen pesos moleculares similares de alrededor de 49,0 kDa y su fracción de carbohidratos y composición proteica son iguales. La avidina es otra proteína importante del huevo, tiene un peso molecular aproximado de 68,3 kDa, es una proteína

alcalina y constituye el 0,05 % de la proteína total de la clara de huevo. La absorción de la avidina en el cuerpo humano está restringida debido a su estructura; es decir, esta proteína puede unirse a hasta cuatro moléculas de biotina, lo que puede inhibir su absorción. Entre las propiedades funcionales de esta proteína y sus péptidos derivados, se encuentran sus propiedades antioxidantes, quelantes de metales, antivirales, antitumorales y de enzima convertidora de angiotensina (ECA). La avidina también se considera una proteína antimicrobiana, ya que puede unirse a la biotina. Debido a que la biotina es un factor de crecimiento para muchos microorganismos, la unión de la biotina a la avidina priva a los microorganismos de este nutriente esencial (Razi et al., 2023).

2.2.4. Contenido lipídico de la yema de huevo

La yema de huevo contiene ácidos grasos poliinsaturados esenciales, colesterol total, lipoproteínas de baja densidad y fracciones de lipoproteínas de alta densidad y estos contenidos están influenciados por factores genéticos, composición del alimento, intensidad de puesta, y edad de la gallina (Vorlova et al., 2001).

Gul et al. (2021) hace algunas aseveraciones acerca de la yema de huevo, luego de algunas investigaciones en este componente del huevo. La yema es la parte principal del huevo que contiene vitaminas, minerales, lípidos y proteínas que son esenciales para el desarrollo y la eclosión del embrión. La yema de huevo contiene cantidades significativas de lipoproteínas, triacilglicéridos y colesterol, cuya dinámica es indistinta durante la embriogénesis. Los efectos del colesterol en la abundancia, intensidad y función de la proteína de la yema no están bien definidos durante el desarrollo embrionario.

Shu et al. (2025) manifiestan que, la proteína Niemann-Pick C1-Like 1 (NPC1L1), expresada principalmente en las células epiteliales del intestino delgado, es esencial para la absorción de colesterol, tanto de la ingesta dietética como de la

secreción biliar, lo cual puede modificar el contenido de grasa en productos alimenticios como el huevo de las diferentes especies aviares, gallina (*Gallus gallus*), codorniz (*Coturnix japonica*) y pato (*Anas platyrhynchos*). Estos hallazgos implican que NPC1L1 en aves de corral desempeña un papel en el transporte de colesterol, predominantemente en el duodeno, el yeyuno y el hígado. Esta investigación sienta las bases para futuras investigaciones sobre el papel de NPC1L1 avícola en el transporte de colesterol y la composición de las grasas corporales y en los huevos de las aves.

Por otro lado, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte a nivel mundial. La influencia del tipo de alimento que se consume incide sobre las ECV, por lo que la elección del alimento a consumir resulta crucial. El huevo de gallina es un alimento proteico y también lipídico que debería ser evaluado antes de consumirse. Niveles elevados de triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad (LDL, colesterol malo) duplican el riesgo de ECV. La proporción de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) n-6/n-3 es fundamental para el desarrollo de trastornos metabólicos que aumentan el riesgo de enfermedad cardiovascular. Según investigaciones, el cuerpo humano puede mantener una salud óptima con una proporción de ingesta de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) n-6/n-3 de 5:1. A medida que aumenta la ingesta de una dieta rica en AGPI n-6, se observa un aumento en la incidencia de síndromes metabólicos debido a la activación de las vías inflamatorias. Los ácidos grasos omega-6 y omega-3 compiten por el mismo sitio de unión enzimática y, dependiendo de cuál se una, el ácido graso esencial resultante desencadena una cascada de factores proinflamatorios o antiinflamatorios (Bishekolaei y Pathak, 2024).

2.3 Definición de términos

Calidad de huevo

Son las características de un huevo que determinan su adecuación para el consumo (Kumar et al., 2022).

Calidad lipídica del huevo

Es una emulsión en la que los lípidos se encuentran principalmente en forma de lipoproteínas complejas (Dussaillant et al., 2017).

Gallinaza

Son los desechos de las explotaciones avícolas, que resulta de las deyecciones, plumas, residuo de alimento y huevos rotos, que caen al piso y se mezclan (Estrada, 2005).

Híbrido comercial

Es la gallina ponedora de una línea genética especializada en la producción eficiente de huevos, obtenida luego de diversos cruzamientos consanguíneos y selección de acuerdo a caracteres de importancia biológica y económica (Rentsch et al., 2023).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y duración del experimento

El presente experimento se realizó en la granja experimental de aves de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias (FICP) de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), a 2742 msnm, ubicado en el mismo campus de la UNC (Figura 1), del distrito, provincia y departamento de Cajamarca.

Figura 1

Ubicación del galpón de aves de la FICP-Universidad Nacional de Cajamarca en el campus universitario.



La fase experimental del estudio se realizó entre los meses de marzo y agosto del año 2024, con una duración de 25 semanas.

3.2 Diseño experimental de la investigación

Las gallinas de los diferentes genotipos fueron criadas en la misma granja avícola de la Universidad Nacional de Cajamarca, desde un día de edad. A las 20 semanas de edad, 100 gallinas fueron seleccionadas, distribuidas y alojadas en jaulas metálicas (Figura 2), bajo diseño experimental completamente al azar, en 5 tratamientos, considerando cada tratamiento al genotipo de la gallina. Se utilizaron 20 gallinas de cada genotipo. Los cinco genotipos evaluados fueron: Novogen Brown, Criolla Negra, Criolla Colorada, Criolla Barrada y Criolla Mejorada. Cada tratamiento contó con 5 repeticiones. Cada repetición o unidad experimental estuvo conformada por cuatro gallinas alojadas en una jaula (Figura 3 y 4)

Figura 2

Gallinas del experimento distribuidas en jaulas metálicas



Figura 3

Unidad experimental conformada por cuatro gallinas Novogen Brown



Figura 4

Unidad experimental conformada por cuatro gallinas criollas negras



3.3. Condiciones ambientales del experimento

Las aves fueron alojadas en un sistema piramidal de jaulas de alambre galvanizado. En cada jaula se alojó 4 gallinas. Las dimensiones de cada jaula fueron 40 × 38 × 38 cm (largo × ancho × alto). Cada jaula contó con un comedero lineal fabricado en plancha galvanizada y un bebedero de plástico. Durante el experimento todas las gallinas consumieron una dieta de postura que contenían maíz y soja como base alimenticia y se formularon para satisfacer los requerimientos dados por Novogen (2022) para todos los nutrientes. Las dietas para los cinco tratamientos tuvieron la misma fórmula alimenticia (Tabla 1) y la misma presentación granulométrica, tipo harina. Las dietas se mezclaron cada 4 semanas y se almacenaron a temperatura ambiente. Las gallinas se criaron en un galpón cerrado con acceso restringido de alimento y agua a discreción durante todo el estudio. No se utilizó ningún tipo de antibiótico en fase de producción de las aves, ni en el pienso ni en el agua de bebida. La temperatura ambiente dentro del galpón fluctuó entre 12 a 23°C, durante el experimento. El galpón contó con iluminación y ventilación manejada mediante ventanas (Figura 5). La iluminación se controló mediante un programa de 13 h al inicio del experimento, y luego avanzó 30 min por semana hasta alcanzar las 16 h diarias.

3.4. Muestreo de huevos para evaluación en laboratorio

Cuando las gallinas cumplieron 40 semanas de edad se colectaron 30 huevos por tratamiento, en total 150 huevos, cincuenta huevos para el análisis de la composición química del huevo y 50 huevos para el análisis de ácidos grasos de la yema del huevo, realizados en el laboratorio de evaluación nutricional de alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los otros 50 huevos se destinaron para las evaluaciones físicas del huevo, realizados en el Laboratorio de ovoproductos de la FICP-UNC (OVO LAB-UNC).

Tabla 1

Ingredientes y contenido nutricional de la dieta de postura utilizada en el experimento

Ingredientes (%)	Cantidad
Maíz amarillo	
Polvillo de arroz	58.0
Torta de soya	2.0
Aceite de palma	26.0
Carbonato de calcio	2.5
Fosfato monodivale	9.2
Sal común	1.6
DL-Metionina	0.4
Premezcla de vitaminas y microminerales	0.2
Contenido nutricional calculado	0.1
Materia seca (%)	
Energía metabolizable (Kcal/kg)	88.54
Proteína cruda (%)	2.91
Fibra cruda (%)	16.96
Lisina (%)	2.91
Metionina (%)	0.84
Calcio (%)	0.44
Fósforo disponible (%)	3.86
Sodio (%)	0.42
	0.18

Figura 5

Iluminación y ventanas para la ventilación del galpón



3.5. Evaluación del desempeño productivo de las gallinas

La producción de huevos, el peso de los huevos y el consumo de alimento se registraron diariamente por cada unidad experimental. A partir de estos datos, se calculó la ingesta diaria de alimento, el % de producción de huevos, masa de huevos y tasa de conversión alimenticia acumulada por kilogramo de huevos. El rendimiento productivo de las gallinas fue evaluado desde las 20 semanas de edad hasta las 45 semanas.

3.6. Evaluación de los desechos producidos por las gallinas

Las gallinas fueron ubicadas en las jaulas de acuerdo a cada genotipo, lo que permitió acumular los desechos de las aves en el piso por separado. Cada 5 semanas se colectó la gallinaza, de acuerdo a lo que producía cada grupo de aves. La gallinaza fresca fue pesada inmediatamente y de cada tratamiento se tomó una muestra de aproximadamente 1 kg. Dichas muestras se llevaron al Laboratorio de Nutrición Animal de la FICP-UNC. Se determinó la humedad de la muestra mediante desecación en una estufa a 105°C x 24 horas. La materia seca de la gallinaza luego fue incinerada en una mufla a 600°C x 4 horas. Los restos obtenidos luego de la incineración se le denominó ceniza o materia inorgánica. La materia orgánica se la determinó por diferencia de la materia seca menos la ceniza. Los datos reportados en el presente trabajo de investigación representan el promedio de 5 muestras recolectadas cada 5 semanas.

3.7. Determinación de las propiedades físicas del huevo

Los diez huevos colectados de cada genotipo fueron pesados individualmente. Una repetición lo constituyó el promedio de los datos de dos huevos. Se midió la longitud y diámetro del huevo con un vernier digital. La cáscara con membranas, la albúmina y la yema se separaron cuidadosamente y se pesaron en una balanza de precisión. Se determinó la proporción del peso de los componentes del huevo en relación al peso total del huevo. Se determinó el peso del huevo y la altura de la

albúmina, que permitieron calcular los valores de unidad Haugh (UH). La altura de la albúmina y la altura de la yema se lo determinó con el vernier digital. Se midió el grosor de la cáscara de huevo con el equipo BIT micrométrico. Se utilizaron las siguientes fórmulas para el cálculo de índices:

Índice de forma del huevo = ancho del huevo (mm) $\times$ 100/longitud del huevo (mm).

Índice de yema = altura de yema (mm) /ancho de yema (mm)

Unidad Haugh (UH) = $100 \log (h - 1,7 W^{0.37} + 7.6)$

Donde:

h = altura media de la albúmina (mm)

W= peso del huevo (g).

3.8. Determinación de la composición química del huevo

Para este análisis se consideró la albúmina y la yema de dos huevos como una repetición. Fueron homogenizados antes de su empaque en bolsas de polietileno y etiquetadas de acuerdo al número de réplica y tratamiento. Las muestras se congelaron a -20 °C, hasta que se enviaron al LENA-UNALM, Lima. Se determinó la humedad, ceniza, proteína total (PC) y extracto etéreo (EE). El contenido de humedad se lo determinó en la estufa a 105 °C x 24 h y por diferencia entre el peso fresco y el peso de la materia seca, la ceniza se determinó en una mufla mediante incineración a 500°C x 6 horas, el contenido de PC se determinó utilizando el método Kjeldahl, el EE utilizando el análisis Soxhlet de acuerdo con AOAC International (2005) (Métodos 942.05, 950.46, 925.31 y 925.32, respectivamente).

3.9. determinación del perfil de ácidos grasos del huevo

Las muestras fueron enviadas en bolsas de polietileno (Figura 6). Una muestra o repetición lo constituyó el contenido de dos yemas, las cuales se congelaron y se

enviaron al laboratorio en cajas térmicas. La composición de ácidos grasos de la yema de huevo se determinó en el LENA-UNALM, utilizando un cromatógrafo de gases. Primero se extrajeron los lípidos totales de la yema de acuerdo con el método de Folch. La grasa extraída se disolvió en éter dietílico, luego se evaporó el disolvente y los ésteres metílicos de ácidos grasos fueron determinados como lo describe Li y Watkins (2001). Los resultados se expresaron como % del total de ácidos grasos de la grasa de la yema de huevo.

Figura 6

Muestras de yema de huevo de gallina Novogen Brown (n=5) para el análisis de ácido grasos



3.10. Análisis de los datos

Los análisis estadísticos de los datos se realizaron utilizando el procedimiento GLM (General Linear Models) del software SAS 9.4. Los análisis de varianza (ANAVA) se efectuaron para los datos productivos, características físicas y químicas del huevo. Diferencias significativas entre medias fueron determinadas usando la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características productivas de las gallinas ponedoras

Los resultados sobre el rendimiento de la postura se presentan en la Tabla 2. La tasa de puesta, el peso de huevo y la masa de huevo producida por gallina diariamente fueron mayores para las gallinas ponedoras Novogen Brown que para los genotipos criollos. Igualmente, la conversión alimenticia fue mejor para las gallinas NB ($P < 0.05$). No se detectó ningún efecto significativo en la ingesta de alimento.

Tabla 2

Rendimiento productivo de los diferentes genotipos de gallinas ponedoras de 20 a 45 semanas de edad.

	NB	CN	CC	CB	CM	SEM	p
Ingesta de alimento diario (g/ave)	108.6	113.0	112.6	111.0	114.8	4.304	0.081
Tasa de puesta (%)	89.6 ^a	54.0 ^c	53.6 ^c	59.0 ^b	53.6 ^c	7.025	0.007
Peso de huevo (g)	56.4 ^a	48.0 ^b	43.8 ^c	49.6 ^b	46.4 ^{bc}	2.766	0.002
Masa de huevo diario (g/ave)	50.6 ^a	33.8 ^b	23.5 ^d	29.3 ^c	24.9 ^d	4.875	0.002
Conversión alimenticia	2.12 ^c	3.56 ^b	3.99 ^{ab}	3.86 ^{ab}	4.25 ^a	0.418	0.005

Nota. NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada.

Como se esperaba, el genotipo de las gallinas tuvo un efecto significativo en el rendimiento de la postura. Las gallinas Novogen Brown utilizadas en este estudio pertenecen a una línea que ha sido mejorada genéticamente permanentemente durante varias décadas (Habig et al., 2012), mientras que no se ha realizado ningún mejoramiento genético para el carácter producción de huevos en la raza criolla CN, CC y CB, ni aún en la denominada Criolla Mejorada, cuyo carácter mejorado es su peso corporal, mas no su capacidad para la producción de huevos. Por lo tanto, la tasa de puesta de las gallinas Novogen Brown fue mayor en más de 30% en el período de investigación, con respecto de los genotipos criollos. Esto indicaría que el híbrido

comercial podría utilizarse en la producción de huevos de gallina en el valle andino de Cajamarca a 2742 msnm y bajo las condiciones ambientales que se presentaron en el presente estudio. Nuestros resultados coinciden de manera general con lo manifestado por Gulabrai et al. (2025), quienes concluyen que el genotipo y las condiciones ambientales influyen en los parámetros productivos de la gallina en postura.

En cuanto a producción eficiente de huevos según genotipos, el índice de conversión alimenticia es el indicador que registra la mayor transformación del alimento en huevo (Zhou et al., 2023). El híbrido comercial Novogen Brown obtuvo la mejor conversión alimenticia, seguida de la gallina criolla negra (2.12 y 3.56, respectivamente), lo que indica que, para producir 1 kg de huevos, la gallina Novogen consumió 2.12 kg de pienso de postura, mientras que la gallina criolla negra ingirió 3.56 kg de alimento.

4.2. Características de los desechos del proceso productivo

La producción de gallinaza como consecuencia de la actividad productiva avícola se registró por cada genotipo de gallinas. La producción de gallinaza fresca generada durante las 25 semanas experimentales, el contenido de humedad promedio, las proporciones de materia orgánica e inorgánica de la gallinaza se muestran en las Figuras 7, 8, 9 y 10, respectivamente.

Figura 7

Producción de gallinaza fresca durante 25 semanas según genotipo de gallina (n=20).

NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada

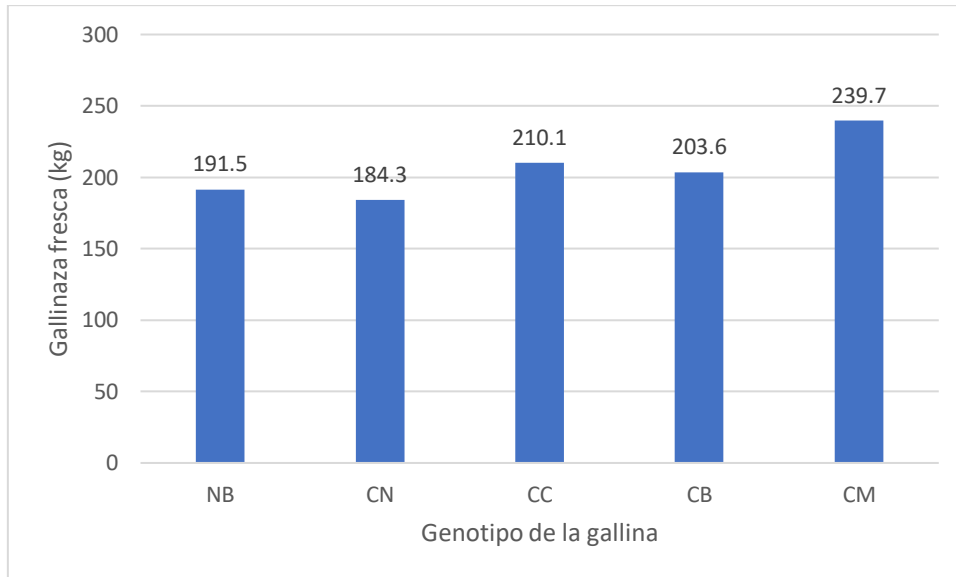


Figura 8

Humedad de la gallinaza fresca según genotipo de la gallina. NB: Novogen Brown, CN:

Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada

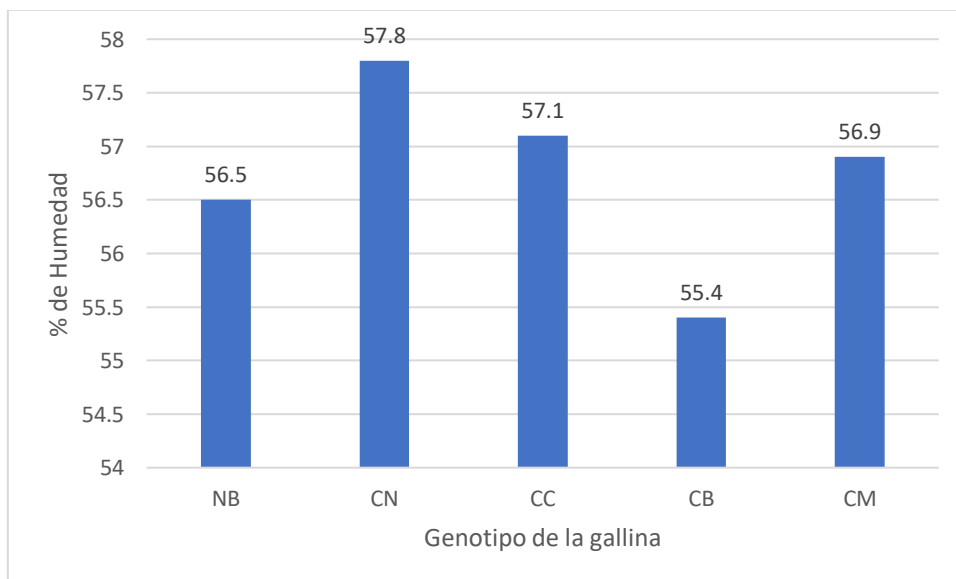


Figura 9

Materia orgánica de la gallinaza fresca según genotipo de la gallina. NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada

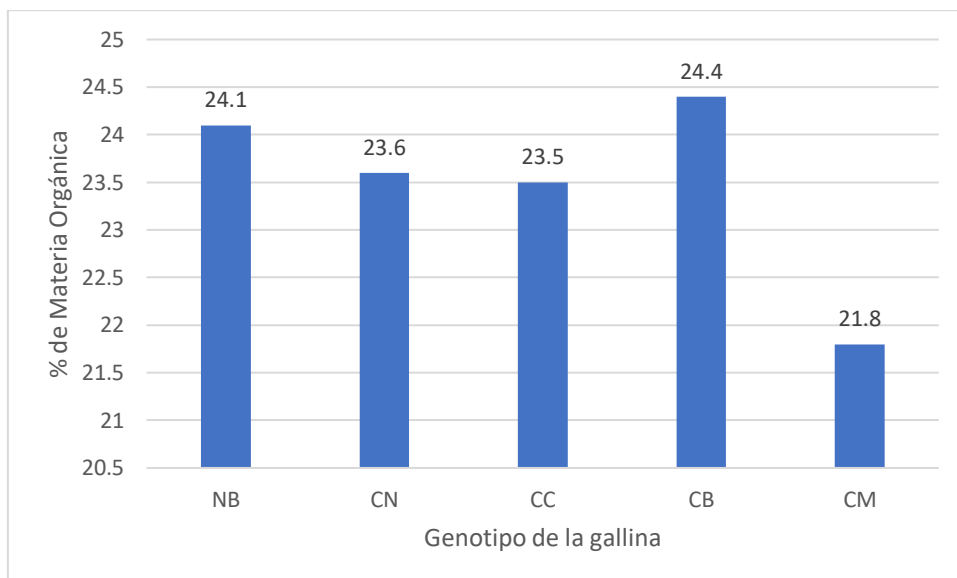
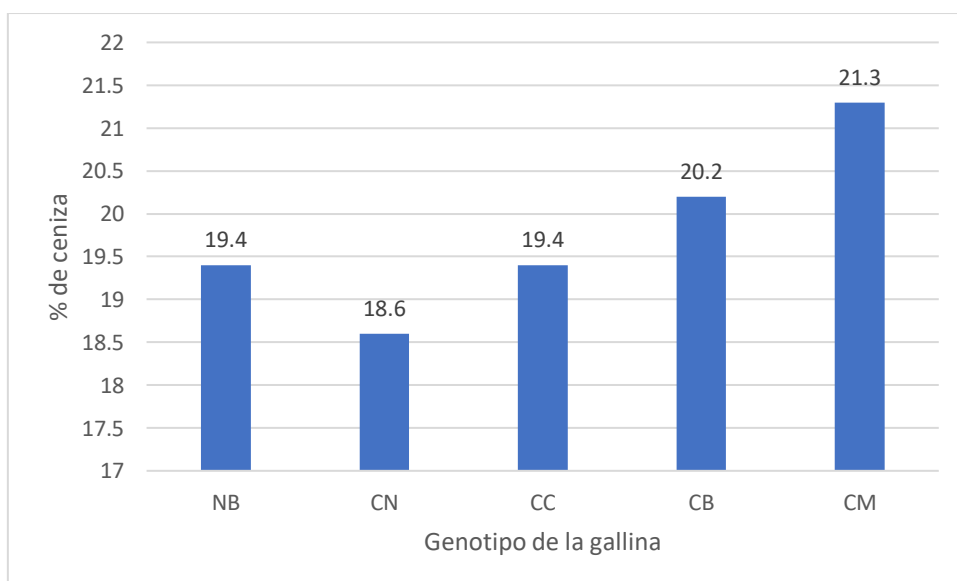


Figura 10

Ceniza de la gallinaza fresca según genotipo de la gallina. NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada



La avicultura sostenible busca producir alimento para consumo humano con mayor eficiencia. Se busca mayor producción de huevos con mejor utilización de los alimentos y menores emisiones de nitrógeno (Liu et al., 2025). Por lo tanto, se debe obtener huevos de gallina de las aves que menor cantidad de gallinaza generen. En esa dirección, con el presente estudio se determinó que la gallina criolla negra y el híbrido comercial Novogen Brown tuvieron menores producciones de gallinaza (184.3 y 191.5 kg, respectivamente). A diferencia de la gallina de mayor tamaño corporal, la criolla mejorada, que produjo 239.7 kg de gallinaza. Otros investigadores utilizan arcillas en la dieta y en la cama de las aves para encontrar mejor eficiencia productiva (Elsherbeni et al., 2024)

Estrada (2005) reflexiona en el sentido que, la producción avícola intensiva, genera desperdicios con alto contenido de nutrientes y material orgánico, que causan la contaminación de suelos y aguas, emiten olores desagradables y altas concentraciones de gases, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos; todo ello con un impacto negativo en el medio ambiente. Sin embargo, si en las granjas avícolas se contempla un plan de manejo adecuado de los desechos, para evitar generar contaminación ambiental, y convertir la gallinaza en una fuente de ingresos, que podría ser utilizada como abono orgánico o como una fuente alimenticia nitrogenada para rumiantes.

4.3. Calidad física de los huevos de gallina

En la Tabla 3 se muestran las características físicas del huevo de gallina según genotipo. Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre tratamientos para los indicadores: peso de huevo, ancho de huevo, peso de la cáscara, índice de forma de huevo y unidad Haugh. No se encontró influencia del genotipo de la gallina en el peso relativo

de la cáscara, grosor de la cáscara, altura del albumen, diámetro de la yema, altura de la yema e índice de yema.

Tabla 3

Características físicas del huevo de gallina de diferentes genotipos

	NB	CN	CC	CB	CM	SEM	p
Peso de huevo (g)	65.7 ^a	59.3 ^{ab}	54.6 ^b	57.5 ^{ab}	58.2 ^{ab}	3.03	0.033
Longitud de huevo (mm)	68.8 ^a	51.1 ^c	52.4 ^c	52.0 ^c	62.2 ^b	4.51	0.024
Ancho de huevo (mm)	43.4 ^a	39 ^b	34.8 ^c	38.0 ^b	39.8 ^b	1.05	0.047
Peso de la cáscara (g)	4.92 ^a	4.30 ^{ab}	3.72 ^b	4.06 ^{ab}	4.32 ^{ab}	0.58	0.031
Índice de forma de huevo	75.02 ^a	74.7 ^b	73.1 ^b	73.9 ^b	74.8 ^b	0.62	0.009
Proporción de cáscara (%)	11.23	10.34	11.05	11.87	10.61	0.07	0.076
Grosor de la cáscara (mm)	0.372	0.351	0.310	0.341	0.348	0.01	0.135
Altura de albumen (g)	6.01	5.81	5.72	5.73	5.52	0.19	0.092
Diámetro de yema (mm)	43.23	42.76	42.41	43.09	42.15	0.47	0.241
Altura de la yema (mm)	16.28	15.62	15.37	14.84	14.96	0.54	0.067
Índice de yema	38.12	37.64	37.32	37.14	37.43	0.26	0.152
Unidad Haugh	82.46 ^a	79.34 ^b	78.59 ^b	79.31 ^b	79.17 ^b	1.17	0.017

Nota. NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada

En las gallinas Criollas CN, CC y CB, el estudio actual reveló que la longitud del huevo fue de 51.0, 52.4 y 52.0 mm, respectivamente. Sin embargo, la gallina Criolla Mejorada y la gallina Novogen Brown tuvieron una mayor longitud de huevo. Singh et al. (2018) informaron una longitud de huevo similar al de las gallinas criollas cajamarquinas (54.6 mm) en las aves nativas de la India Uttara, Las diferencias en la longitud del huevo podrían deberse a la variabilidad en los genotipos y las condiciones ambientales (Zhang et al., 2024; Kumar et al., 2022). En el estudio actual, el ancho del huevo observado en la gallina CN, CC y CB fue de 39.0, 34.8 y 38.0 mm, respectivamente. Estos hallazgos estuvieron en línea con Jena et al. (2018) en la gallina indígena Kadaknath e informaron un ancho del huevo de 33.7 mm. El índice de forma se calculó como 74.7, 73.1 y 73.9 para huevos de CN, CC y CB en este estudio, similar

al de los genotipos NB y CM. Singh et al. (2000) informaron un índice de forma similar (75.46) para huevos de gallina Aseel en condiciones de campo.

En las gallinas NB, CN, CC, CB y CM, el presente estudio reveló un peso de la cáscara de 4.92, 4.30, 3.12, 4.06 y 4.32 g, respectivamente, y los resultados concordaron con los de Jena et al. (2018), que informaron un peso de la cáscara similar en las razas de gallinas Aseel y Kadaknath, 4.94 y 4.34 g, respectivamente. En este estudio, se observó un grosor medio de la cáscara de 0.372, 0.356, 0.360, 0.341 y 0.348 mm en NB, CN, CC, CB y CM, respectivamente, lo que coincidió con los resultados de varios estudios (Islam et al. 2001; Rajkumar et al. 2014) en diferentes razas de gallinas indígenas. En el presente estudio, la proporción de cáscara en las gallinas NB, CN, CC, CB y CM se calculó en 11.23, 10.34, 11.05, 11.87 y 10.61%, respectivamente. Aygun y Olgun (2019) informaron de una proporción de cáscara similar en otras razas de gallinas y ligeramente inferior en las codornices (9,56%).

En el presente estudio, se encontró que la altura de la albúmina en las gallinas NB, CN, CC, CB y CM era de 6.01, 5.81, 5.72, 5.73, 5.70 y 5.52 mm, respectivamente, en los huevos de gallinas Aseel y Kadaknath. Jena et al. (2018) informaron que la altura de la albúmina en la raza de gallina Kadaknath era de 5.05 mm. Se encontró que el diámetro de la yema en las gallinas NB, CN, CC, CB y CM era de 43.23, 42.76, 42.41, 43.09 y 42.15 mm, respectivamente. La altura de la yema en el estudio actual fue de 16.28, 15.62, 15.37, 14.84 y 14.96 mm en gallinas NB, CN, CC, CB y CM, respectivamente. Rajkumar et al. (2014) informaron hallazgos similares de altura de yema (14,57 mm) en gallinas Aseel. En el presente estudio, se encontró que el índice de yema era de 38.12, 37.64, 37.32, 37.14 y 37.43 en las gallinas Aseel y Kadaknath. Rajkumar et al. (2014) informaron hallazgos comparables para el índice de yema en los pollos Aseel.

La unidad Haugh, que evalúa la calidad de la albúmina y la frescura del huevo (Zu et al., 2025), fue de 82.46 para los huevos de Novogen Brown, de 79.34 para los huevos de Criolla Negra, 78.59 para los huevos de Criolla Colorada, 79.31 para los huevos de Criolla Barrada y 79.17 para los de Criolla Mejorada, en el presente estudio. Usman et al. (2014) informaron estimaciones comparables de la unidad Haugh en diferentes variedades de Aseel. El valor de la unidad Haugh informado por Haunshi et al. (2011) fue comparativamente menor que el del estudio actual en gallinas Aseel y Kadaknath.

4.4. Composición química del contenido del huevo

La composición química del huevo determinada de acuerdo a un análisis proximal, en sus componentes humedad, proteína total (PT), extracto etéreo (EE), ceniza y extracto libre de nitrógeno (ELN) se muestra en la Tabla 4. Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) atribuidas al genotipo de la gallina en el contenido de humedad, EE y ceniza. No se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) en la PT y ELN. El EE, que representa la parte lipídica del huevo, y la ceniza fueron mayores en las gallinas criollas CC, CB y CM, respecto del EE en el huevo de las gallinas NB y CN.

Tabla 4

Composición química del huevo (clara + yema) según genotipos

	NB	CN	CC	CB	CM	SEM	p
Agua (%)	76.64 ^a	75.36 ^a	72.59 ^b	71.82 ^b	73.88 ^{ab}	0.878	0.041
Proteína total (%)	12.30	13.29	13.13	13.12	12.59	0.187	0.429
Extracto etéreo (%)	7.54 ^b	7.92 ^b	10.36 ^a	10.92 ^a	9.65 ^a	0.665	0.006
Ceniza (%)	0.88 ^b	0.91 ^b	1.24 ^a	1.18 ^a	1.04 ^{ab}	0.071	0.009
Extracto libre de nitrógeno (%)	2.34	2.21	2.34	2.48	2.52	0.056	0.135

Nota. NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada.

La composición química del huevo de gallina en el presente estudio fue determinada siguiendo el esquema de análisis proximal o denominado análisis de Weende, en el que se considera el valor de la proteína a la cantidad de N encontrado en la muestra multiplicado por el factor 6.25. El valor del extracto etéreo representa los lípidos de la muestra, la ceniza el contenido de minerales y el extracto libre de nitrógeno a los carbohidratos soluble. Los valores para los nutrientes del huevo evaluados en el presente estudio están enmarcados dentro de los valores nutricionales reportados por Kusum et al. (2018) para los huevos de la gallina de raza Leghorn, que contenían 74% de agua, 12.8% de proteínas, 11.8% de lípidos y pequeñas cantidades de minerales y carbohidratos. Al respecto, las gallinas NB y CN del experimento estuvieron muy por debajo de los valores lipídicos de la gallina Leghorn, con valores de 7.54 y 7.92% de EE, respectivamente. Sin embargo, las cantidades de lípidos del huevo de las gallinas CC, CB y CM estuvieron más cercanos a los valores de la gallina Leghorn.

Los valores de la proteína del huevo en nuestro estudio no se vieron influenciados por el genotipo, aun cuando el otro componente principal de la clara del huevo, el agua si mostró diferencias según genotipo. La proteína de la clara del huevo es un componente nutricional formado por un complejo de diferentes tipos de proteínas con diversas propiedades como las antimicrobiales y funcionales para el organismo del consumidor (Razi et al., 2023). Son las proteínas le permiten cierta estabilidad al huevo para su conservación luego de ovopuestos (Ebegbulem y Asukwo, 2018). De otro lado, los niveles de carbohidratos de los huevos evaluados según genotipos, no mostraron diferencias. Estos resultados en carbohidratos guardan relación con los niveles de proteína, tal como lo señala Razi, que por lo general algunas proteínas están unidas a algunos carbohidratos bajo la forma de proteoglicanos.

4.5. Perfil de ácidos grasos de la yema de huevo

La composición de los principales ácidos grasos, el total de ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, omega 6 y omega 3, y la ratio omega 6 / omega 3 de la yema de huevo se presentan en la Tabla 5. Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) por efecto del genotipo en el ácido palmítico, ácido oleico, ácido linoleico, ácido linolénico, ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), ácidos grasos omega 6 (AG n-6) y ratio AG omega 6 / AG omega 3. No se determinaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) en el ácido graso esteárico, ácido docosahexaenoico (DHA), ácidos grasos saturados (AGS) y ácidos grasos omega 3 (AG n-3). El ácido palmítico fue mayor en los huevos de las gallinas CN, CC y CB respecto al de las gallinas NB y CM. El ácido oleico fue superior en los huevos de las gallinas NB, CC, CB y CM, con menor cantidad en la yema de huevo del genotipo CN. Sin embargo, el más alto valor de ácido linoleico se encontró en el huevo de la gallina CN, seguido del genotipo NB y con menores valores el de las gallinas CC, CB y CM. El ácido linolénico tuvo mayor contenido en el huevo de las gallinas CN y CB, seguido de los genotipos NB, CC y CM. Menor contenido de AGMI se observa en los huevos de la gallina CN respecto de los demás genotipos. Del mismo modo, el mayor contenido de AGPI en el huevo se lo determinó en las gallinas CN, seguido del grupo de gallinas NB y CM, y menor contenido en gallinas CC y CB. Mayor contenido de AG n-6 en la yema de huevo lo obtuvo el genotipo CN, seguido de la gallina NB y con menores valores las gallinas CC, CB y CM. Mejores ratios de AG n-6/n-3 se encontraron en la grasa de la yema de huevo de las gallinas CC, CB y CM y la ratio más desfavorable lo tuvieron las gallinas NB y CN.

Tabla 5

Composición de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) de la yema de huevo según genotipos

	NB	CN	CC	CB	CM	SEM	p
Ácido palmítico	22.60 ^b	24.49 ^a	24.50 ^a	24.87 ^a	22.92 ^b	0.463	0.007
Ácido esteárico	8.32	7.59	8.93	9.05	9.39	0.318	0.129
Ácido oleico	49.02 ^a	41.15 ^b	50.34 ^a	48.80 ^a	50.28 ^a	1.721	0.002
Ácido linoleico	11.98 ^b	18.57 ^a	8.92 ^c	9.01 ^c	9.57 ^c	1.827	0.003
Ácido linolénico	0.19 ^b	0.60 ^a	0.18 ^b	0.47 ^a	0.15 ^b	0.091	0.001
Ácido docosahexaenoico (DHA)	1.14	1.41	1.64	1.91	1.86	0.143	0.146
Ácidos grasos saturados	32.19	32.96	34.25	34.78	33.19	0.463	0.097
Ácidos grasos monoinsaturados	51.98 ^a	44.47 ^b	52.99 ^a	51.98 ^a	52.85 ^a	1.610	0.004
Ácidos grasos poliinsaturados	15.55 ^b	22.67 ^a	12.83 ^c	13.31 ^c	14.02 ^b	1.807	0.007
Ácidos grasos Omega 6	13.85 ^b	20.36 ^a	10.88 ^c	11.28 ^c	11.76 ^c	1.759	0.002
Ácidos grasos Omega 3	1.35	2.00	1.82	2.38	2.01	0.168	0.107
Ratio Omega 6 / Omega 3	10.17 ^a	10.23 ^a	6.52 ^b	5.03 ^b	6.58 ^b	1.055	0.006

Nota. NB: Novogen Brown, CN: Criolla Negra, CC: Criolla Colorada, CB: Criolla Barrada, CM: Criolla Mejorada.

En nuestro estudio se han encontrado variadas diferencias en la composición de ácidos grasos en la yema de huevo, influenciado por el genotipo. La composición de ácidos grasos en la yema de huevo de gallina, generalmente está relacionada con la dieta que consume la gallina y el aporte de ácidos grasos de los ingredientes del pienso de las aves. Sin embargo, existen pocos estudios que hayan investigado el efecto del genotipo sobre el contenido de ácidos grasos en el huevo de una misma especie. Desde luego, existe influencia de la especie avícola en el perfil de ácidos grasos de la yema de huevo, debido a las diferencias anatómicas y fisiológicas existentes en las células epiteliales del intestino delgado relacionadas con la absorción del colesterol tanto de la ingesta dietética como de la secreción biliar (Shu et al., 2025). Tales diferencias podrían existir

en los genotipos de las gallinas evaluadas en el presente experimento, considerando las diferencias encontradas en los valores de ácidos grasos en la yema de huevo.

En el presente estudio, se encontró que las gallinas criollas CN, CC y CB muestran los valores más altos de ácido palmítico en la yema, lo cual es parecido al reporte de Palomar et al (2023), quienes determinaron valores de 25% de ácido palmítico en la yema de huevo de gallinas que consumieron una dieta con aceite de palma. En cuanto al ácido oleico, se encuentra dentro de los parámetros reportados para un híbrido comercial. Feng et al. (2020), encontraron que el ácido oleico es el de mayor contenido en los ácidos grasos totales de la yema y se sitúa alrededor del doble del contenido de ácido palmítico.

Existen algunos reportes que concuerdan con nuestros resultados en cuanto a la influencia del genotipo sobre la composición de los ácidos grasos. Romero et al. (2024) encontró diferencias entre los genotipos Black Castellana (gallina oriunda de España) y Lohman Brown (híbrido comercial), coincidentemente en los mismos contenidos de ácidos grasos de nuestro estudio, como son los contenidos de ácidos grasos oleico, linoleico, linolénico, AGMI, AGPI, AG n-3 y ratio AG n-6/n-3. También Anderson (2013) reporta diferencias en el contenido de ácidos grasos en gallinas que ponían huevos de color marrón y blanco, concluyéndose que el genotipo de las gallinas tuvo un efecto marcado en el tipo de grasa de la yema de huevo.

Los resultados de nuestra investigación podrían ser de mucha importancia para su uso en programas de selección de gallinas productoras de huevo con la mejor ratio AG n-6/n-3. Por cuanto se considera un huevo más saludable al que contiene un menor valor en este indicador (Bishekolae y Pathak, 2024) Los resultados arrojaron mejores índices de omega 6/omega 3 en el huevo de las gallinas criollas negras, barradas y mejoradas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. Se concluye que a pesar del clima frío pero controlable y las condiciones hipobáricas del valle de Cajamarca, la gallina Novogen Brown tiene mayores tasas de postura, peso de huevo, masa de huevo y mejor conversión alimenticia en comparación con los indicadores productivo de las gallinas criollas.
2. En cuanto a la generación de desechos (gallinaza) como consecuencia de la producción de huevos de gallina en el valle de Cajamarca, las gallinas Novogen Brown y criolla negra fueron las que produjeron menor cantidad, respecto de las gallinas criollas colorada, barrada y mejorada, sin que esto pudiera representar mayores riesgos en el proceso productivo, por cuanto la buena gestión de los desechos podría ser una oportunidad de mayores ingresos económicos para el avicultor.
3. La calidad física de los huevos de gallina muestra algunas divergencias entre genotipos, sin embargo, la unidad Haugh como indicador de frescura y de importancia en la conservación del huevo, fue mejor en el genotipo Novogen Brown en comparación con la de las demás gallinas criollas.
4. La composición química del huevo, indica que los huevos de gallinas Novogen Brown y criolla negra tienen mayor contenido acuoso respecto de los huevos de los otros genotipos. Sin embargo, los huevos de las gallinas criollas colorada, barrada y mejorada tienen mayores contenidos de lípidos y cenizas que los de Novogen Brown y criolla negra.
5. El perfil de ácidos grasos de los huevos de gallina también presenta diversos resultados a favor de uno u otro genotipo. Sin embargo, en el indicador de salud cardiovascular, como es el índice de ácidos grasos omega 6 / omega 3, se

encontró el indicador más favorable en el huevo de las gallinas criollas colorada, barrada y mejorada por situarse más cercano al valor 5.

6. De manera general se concluye que las condiciones ambientales del valle andino de Cajamarca son favorables para la producción de huevos de manera intensiva no solo para las gallinas criollas adaptadas a estas condiciones, sino también para las gallinas exóticas de alta productividad y grandes exigencias metabólicas, como lo es el híbrido comercial Novogen Brown.

RECOMENDACIONES

1. Continuar evaluando el rendimiento productivo de gallinas ponedoras de otros híbridos comerciales que se ofertan en el Perú, bajo condiciones del valle de Cajamarca.
2. Conservar y mejorar el genotipo de gallinas criollas, manteniendo características propias de la raza como es el color verde en la cáscara del huevo y su rusticidad.
3. Evaluar la calidad física y nutricional del huevo obtenido en sistemas de producción en pastoreo o sistemas mixtos, determinando el mejor genotipo de gallina, según desempeño productivo.
4. Determinar estrategias tendientes para el mejor aprovechamiento de los nutrientes de la gallinaza generada en la producción de huevos de gallina acorde con las condiciones climáticas del valle andino de Cajamarca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, K. E. (2013). Comparison of fatty acid, cholesterol, vitamin A and E composition, and trans fats in eggs from brown and white egg strains that were molted or nonmolted. *Poultry Science* 92 :3259–3265.
- Aygun, A., and O. Olgun. (2019). Comparison of egg quality, yolk cholesterol and fatty acid contents of chicken, quail, partridge and pheasant eggs. Genetic evaluation of egg quality traits in Uttara fowl using MMLSML. *Indian J. Poult. Sci.*: (pp. 15–20) 5315–20.
- Bishekolaei, M., Y., Pathak. (2024). Influence of omega n-6/n-3 ratio on cardiovascular disease and nutritional interventions. *Human Nutrition & Metabolism* 37: 200275.
- Castro, F.L.S., Chai, L., Arango, J., Owens, C.M., Smith, P.A., Reichelt, S., and Menconi, A., (2023). Poultry industry paradigms: connecting the dots. *J. Appl. Poul. Res.* 32 (1): 100310.
- Cheng, L. F., Q.Q. Zhang, W.Y. Zhao, C. Chang, X. Wang, Z.X, Yan, J. Cao, H.G. Liu, and A.L. Geng. (2025). Research on machine vision online monitoring system for egg production and quality in cage environment. *Poultry Science* 104: 104552.
- Dussaillant, C., Echeverría, G., Rozowski, J., Velasco, N., Arteaga, A., Rigotti, A. 2017. Consumo de huevo y enfermedad cardiovascular: una revisión de la literatura científica. *Nutr Hosp* 34:710-718.
- Ebegbulem, V. N. and E. N., Asukwo. (2018). Quality and chemical composition of chicken eggs as affected by storage duration and method. *Science & Technology* 4: 189-193.

- Elsherbeni, A., I. M. Youssef, R. E. Hamouda, M. Kamal, G. M. El-Gendi O. H. El-Garhi, H. E. Alfassam, H. A. Rudayni, A. A. Allam, M. Moustafa, M. O. Alshaharn, and M. S. El Kholy. (2024). Performance and economic efficiency of laying hens in response to adding zeolite to feed and litter. *Poultry Science* 103:103799.
- Estrada, M. M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación* 2(1): 43-48.
- Feng, J., S. Long, H. Zhang, S. Wu, G. Qi and J. Wang. (2020). Comparative effects of dietary microalgae oil and fish oil on fatty acid composition and sensory quality of table eggs. *Poultry Science* 99:1734–1743.
- Franzo, G., Legnardi, M., Faustini, G., Tucciarone, C.M., and Cecchinato, M. (2023). When everything becomes bigger: big data for big poultry production. *Animals* 13 (11), 1804
- Greco, M. V., Franchi, M. L., Rico S. L., Pardo, A. G., and Pose, G. N. (2014). Mycotoxins and mycotoxigenic fungi in poultry feed for food-producing animals. *The Scientific World Journal*, Article 968215.
- Gul, H., Chen, X., Geng, Z. 2021. Comparative Yolk Proteomic Analysis of Fertilized Low and High Cholesterol Eggs during Embryonic Development. *Animals* 11: 744.
- Gulabrai, B. P., A. N. Pullin, K. E. Anderson, A. S. Kiess. (2025). The influence of genetic strain on production and egg quality amongst four strains of laying hens housed in a cage-free environment. *Poultry Science*: 105073
- Habig, C., R. Geffers, and O. Distl. (2012). Differential gene expression from genome wide microarray analyses distinguishes Lohmann selected Leghorn and Lohmann brown layers. *Plos One* 7: e46787.

- Haunshi, S., M. Niranjana, M. Shanmugam, M. K. Padhi, M. R. Reddy, R. Sunitha, U. Rajkumar, and A. K. Panda. (2011). Characterization of two Indian native chicken breeds for production, egg and semen quality, and welfare traits. *Poult. Sci.* 90:314–320.
- Hu, Z., Y. Lu, H. Xu, Y. Zhou, Z. Zhang, J. Zhu, Q. Deng, X. Wang, Y. Liu, Y. Zhang, Y. Wang. 2025. Comparative analysis of the performance, egg quality and ovarian immune function of fast and slow feather strains in tianfu green shell laying hens at various stages of egg production. *Poultry Science* 104: 104747.
- Islam, M. A., S. M. Bulbul, G. Seeland, and A. B. M. M. Islam. (2001). Egg quality of different chicken genotypes in summer and winter. *Pak. J. Biol. Sci.* 4:1411–1414.
- Jena, P., B. Panigrahi, N. Panda, L. Mohapatra, B. Mallik, and J. Bagh. (2018). Reproductive performance and egg quality traits of Kadaknath in intensive managemental condition under hot and humid climate. *Int. J. Livest. Res.* 8:105–112.
- Kumar, M., P. Ratwan, S. P. Dahiya, and A. K. Nehra. (2022). Climate change and heat stress: Impact on production, reproduction and growth performance of poultry and its mitigation using genetic strategies. *J. Therm. Biol.* 97:102867.
- Kusum M, R. C. Verma, M. Renu, J. Hk and S. Deepak. (2018). A review: Chemical composition and utilization of egg. *International Journal of Chemical Studies* 6(3): 3186-3189
- Liu, H., M. U. Faruk, A. Smith, R. Aureli, and C. Chatelle. (2025). Research note: A novel protease improves egg production and fecal nutrient utilization in laying hens fed corn- or wheat-based diet. *Poultry Science* 104: 105013.

- MIDAGRI [Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego]. (2025). Producción y Comercialización de Productos Avícolas. Boletín estadístico mensual 12-2024. Dirección General de Estadística, Seguimiento y Evaluación de Políticas / Dirección de Estadística e Información Agraria. Lima, Perú.
- Neeteson, A.M., Avendaño, S., Koerhuis, A., Duggan, B., Souza, E., Mason, J., and Bailey, R. (2023). Evolutions in commercial meat poultry breeding. *Animals* 13 (19): 3150.
- Novogen. (2022). Management Guide. Novogen Brown Layers. France.
- Palomar, M., M. D. Soler, A. Tres, A. C. Barroeta, M. Munoz-Nuñez and C. Garcés-Narro. (2023). Influence of free fatty acid content and degree of fat saturation in laying hen diets on egg quality, yolk fatty acid profile, and cholesterol content. *Poultry Science* 102:102236.
- Poudel, I., Hodge, V.R., Wamsley, K.G.S., Roberson, K., Adhikari, P.A., (2024). Effects of protease enzyme supplementation and varying levels of amino acid inclusion on productive performance, egg quality, amino acid digestibility, and economics of egg production in Hy-Line W-36 laying hen from 50 to 70 wk of age. *J. Appl. Poult. Res.* 33: 100452.
- Rajkumar, U., M. Muthukumar, S. Haunshi, M. Mraju, S. V. Rama Rao, and R. N. Chatterjee. (2014). Comparative evaluation of carcass traits and meat quality in native Aseel chickens and commercial broilers. *Br. Poult. Sci.* 57:339–347.
- Razi, S. M., H. Fahim, S. Amirabadi, and A.Rashidinejad. (2023). An overview of the functional properties of egg white proteins and their application in the food industry. *Food Hydrocolloids* 135: 108183.
- Réhault-Godbert, S., N. Guyot and Y. Nys. (2019). The Golden Egg: Nutritional Value, Bioactivities, and Emerging Benefits for Human Health. *Nutrients* 11: 684

- Rentsch, A. K., Ellis, J. L., and T. M. Widowski. (2023). Fearfulness in commercial laying hens: a meta-analysis comparing brown and white egg layers. *Poultry Science* 102:102664.
- Romero, C., J. L. Yustos, I. Sanchez-Roman, M. Lopez-Torres, and S. Chamorro. (2024). Assessment of performance and egg quality in laying hens of Spanish indigenous breed Black Castellana as compared with a selected white egg-layer strain. *Poultry Science* 103:104096.
- Shu, X., Z. Chen, J. Chen, H. Wang, B. Xu, L. Liu, J. Zhang, X. Zheng. (2025). Cloning, phylogenetic analysis, tissue expression profiling, and functional roles of NPC1L1 in chickens, quails, and ducks. *Poultry Science* 104: 105032.
- Singh, M. K., S. Kumar, R. K. Sharma, S. K. Singh, B. Singh, and D. V. Singh. (2018). Genetic evaluation of egg quality traits in Uttara fowl using MMLSML. *Indian J. Poult. Sci.*: (pp. 15–20) 5315–20.
- Singh, R., K. M. Cheng, and F. G. Silversides. (2000). Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poult. Sci.* 88:256–264.
- Usman, M., A. Basheer, M. Akram, and I. Zahoor. (2014). A comparative study of production performance and egg quality parameters of naked neck and indigenous Aseel chicken of Pakistan. *J. Appl. Basic Sci.* 10:160–63.
- Vorlova, L., E. Sieglova, R. Karpi-Kova, and V. Kopriva. (2001). Cholesterol content in eggs during the laying period. *Acta Vet. Brno* 70:387–390.
- Wu, Z., H. Zhang, and C. Fang. (2025). Research on machine vision online monitoring system for egg production and quality in cage environment. *Poultry Science* 104: 104552.

- Zhang, X., Y. Li, Q. Li, T. Zhang, Y. Sun, J. Chen, and F. Shi. 2024. Research Note: Genetic parameters estimation of egg quality traits in Rhode Island Red and White Leghorn chickens. *Poultry Science* 103:104263.
- Zhou, Q., F. Lan, S. Gu, G. Li, G. Wu, Y. Yan, X. Li, J. Jin, C. Wen, C. Sun, and N. Yang. (2023). Genetic and microbiome analysis of feed efficiency in laying hens. *Poultry Science* 102:102393.
- Zurak, D., Z. Svecnjak, K. Kljak, G. Kis, V. Pirgozliev, and D. Grbesa. (2025). Effect of supplementing corn diet for laying hens with vitamin A and trace minerals on carotenoid content and deposition efficiency in egg yolk. *PoultryScience*104: 104843.

ANEXOS

ANEXO 1. INGESTA DIARIA DE ALIMENTO POR AVE

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla Barrada	Criolla mejorada
1	108	112	112	108	114
2	109	114	110	112	115
3	105	120	112	114	125
4	110	121	114	115	108
5	111	118	112	106	112
Total	543	585	560	555	574
promedio	108.6	117	112.0	111	114.8

ANEXO 2. ANAVA INGESTA DIARIA DE ALIMENTO POR AVE

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	1852.8	463.2	2,3820276	2.87	4.43
Error	20	4047.2	202.4			
Total	24	2200				

CV (%) 3.82953431

ANEXO 3. PORCENTAJE DE POSTURA

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	
1	88	58	54	49	51
2	89	56	55	60	62
3	91	55	50	71	48
4	89	51	47	62	53
5	92	50	62	53	54
total	449	270	268	295	268
promedio	89.8	54	53.6	59	53.6

ANEXO 4. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	4934.8	1233.7	42.163363	2.87	4.43
Error	20	585.2	29.3			
Total	24	5520				

CV (%) 8.72459893

ANEXO 5. PESO DE HUEVO

Repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	55	56	48	49	51
2	58	58	45	53	49
3	59	60	40	52	43
4	56	59	42	48	44
5	54	57	44	46	45
Total	282	290	219	248	232
Promedio	56.4	58	43.8	49.6	46.4

ANEXO 6. ANAVA PESO DE HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	764.96	191.2	26.4875346	2.87	4.43
Error	20	144.4	7.2			
Total	24	909.36				

CV (%) 5.28521984

ANEXO 7. MASA DE HUEVO

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	48.4	32.4	25.9	24.1	26.1
2	51.6	32.4	24.7	31.8	30.3
3	53.6	33	20	36.9	20.6
4	49.8	39.1	19.7	29.7	23.3
5	49.6	28.5	27.3	24.3	24.4
Total	253	165.4	117.6	146.8	124.7
promedio	50.6	33.08	23.52	29.36	24.94

ANEXO 8. ANAVA MASA DE HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	2377	594.3	40.8363112	2.87	4.43
Error	20	291.04	14.6			
Total	24	2668.04				

CV (%) 11.8102427

ANEXO 9. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	2.23	3.45	3.55	4.48	4.3
2	2.11	3.51	3.8	3.52	3.7
3	1.95	3.63	4.35	3.09	6.05
4	2.2	3.09	4.77	3.87	4.6
5	2.24	4.14	3.51	4.36	4.59
Total	8.5	17.82	19.98	19.32	23.24
promedio	2.125	3.564	3.996	3.864	4.648

ANEXO 10. ANAVA DE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	24.628576	6.2	8.35221457	2.87	4.43
Error	20	14.74374	0.7			
Total	24	39.372316				

CV (%) 13.5916895

ANEXO 11. LONGITUD DE HUEVO

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	60	48	45	52	41
2	71	45	41	48	59
3	72	60	43	54	47
4	72	49	40	59	54
5	69	53	43	47	60
Total	344	255	212	260	261
promedio	68.8	51	42.4	52	52.2

ANEXO 12. ANAVA DE LONGITUD DE HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	1836.24	459.1	15.0808147	2.87	4.43
Error	20	608.8	30.4			
Total	24	2445.04				

CV (%) 10.3551909

ANEXO 13. ANCHO DE HUEVO

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	38	38	35	40	42
2	42	41	33	36	39
3	46	40	38	38	37
4	46	40	35	41	40
5	45	36	33	35	41
Total	217	195	174	190	199
promedio	43.4	39	34.8	38	39.8

ANEXO 14. ANAVA DE ANCHO DE HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	193.2	48.3	7.99668874	2.87	4.43
Error	20	120.8	6.0			
Total	24	314				

CV (%) 6.30164396

ANEXO 15. PESO DE CÁSCARA

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla Mejorada
1	4	4.8	3	3.7	4.9
2	4.2	5	3.4	4.2	3.9
3	4.1	3.7	3.1	4.8	4.1
4	4.3	4.9	3	3.9	4.5
5	4.5	3.1	3.1	3.7	4.2
Total	21.1	21.5	15.6	20.3	21.6
promedio	4.22	4.3	3.12	4.06	4.32

ANEXO 16. ANAVA DE PESO DE CÁSCARA

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	5.0936	1.3	5.51733102	2.87	4.43
Error	20	4.616	0.2			
Total	24	9.7096				

CV (%) 11.9984137

ANEXO 17

INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO DEL HUEVO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN
LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"



INFORME DE ENSAYO LENA N.º 1011/2024

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
NOMBRE DEL PRODUCTO : 50 MUESTRAS VARIAS
FECHA DE RECEPCIÓN : 15/10/2024
IDENTIFICACIÓN : AQ24-1011

RESULTADOS DE ANALISIS

Métodos utilizados:

- a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
- b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
- c.- Extracto etéreo: AOAC (2005), 2003.05
- d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
- e.- Ceniza: AOAC (2005), 942.05
- g.- Calcio: AOAC (2005), 927.02
- h.- Fósforo AOAC (2005), 965.17
- i.- FDA: ANKOM (2005). Method N° 5 Acid Detergent Fiber in feed. Filter bags technique
- j.- FDN: ANKOM (2005). Method N° 6. Neutral Detergent Fiber in feed. Filter bags technique

K.- Métodos utilizados:

Li, Y., & Watkins, B. A. (2001). Analysis of fatty acids in food lipids. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 00(1). <https://doi.org/10.1002/0471142913.fad0102s00>

Analytical Method Parameters:

Columna: Restek SP2560 100m x 250µm x 0.2µmT⁺
Horno: 100 °C por 4 minutos, a 20° C/min hasta 150°C por 4 minutos, a 20°C/min hasta 200°C por 4 minutos, a 4°C/min hasta 220°C por 8 min, a 4°C/min hasta 230°C por 10 min.
Relación split de 35:1.
R^o detector FID: 200°C, respectivamente.
Hidrógeno: 40 ml/min.
Aire: 450 ml/min.
Nitrógeno: 30 ml/min.

Atentamente,



Alejandro Sotelo
Ph.D. Alejandro Sotelo Méndez (e)
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos

La Molina, 24 de Enero del 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

RESULTADOS DE ANALISIS QUÍMICO

CODIGO	AQ24-1011/01	AQ24-1011/02	AQ24-1011/03	AQ24-1011/04	AQ24-1011/05	AQ24-1011/06
MUESTRA	NOVOGEN 1	NOVOGEN 2	NOVOGEN 3	NOVOGEN 4	NOVOGEN 5	CN 1
a.- HUMEDAD, %	76.15	77.02	77.25	76.14	76.62	74.36
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	12.81	12.17	11.67	12.56	12.31	14.40
c.- EXTRACTO ETereo, %	7.76	7.46	7.36	7.77	7.54	7.61
d.- FIBRA CRUDA, %	0.25	0.20	0.28	0.30	0.27	0.26
e.- CENIZA, %	0.87	0.89	0.90	0.90	0.83	0.89
f.- EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO, %	2.16	2.26	2.54	2.33	2.43	2.48

CODIGO	AQ24-1011/07	AQ24-1011/08	AQ24-1011/09	AQ24-1011/10	AQ24-1011/11	AQ24-1011/12
MUESTRA	CN-2	CN 3	CN 4	CN 5	CRIOLLA_ UNC 1	CRIOLLA_ UNC 2
a.- HUMEDAD, %	76.26	75.35	77.06	73.78	75.58	72.35
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	12.43	13.25	12.68	13.63	12.99	14.47
c.- EXTRACTO ETereo, %	7.96	7.96	7.01	9.04	7.86	9.31
d.- FIBRA CRUDA, %	0.34	0.30	0.36	0.37	0.33	0.45
e.- CENIZA, %	0.96	0.87	0.82	0.99	0.91	1.10
f.- EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO, %	2.05	2.27	2.07	2.19	2.33	2.32

CODIGO	AQ24-1011/013	AQ24-1011/014	AQ24-1011/015	AQ24-1011/016	AQ24-1011/017	AQ24-1011/018
MUESTRA	CRIOLLA_ UNC 3	CRIOLLA_ UNC 4	CRIOLLA_ UNC 5	CB 1	CB 2	CB 3
a.- HUMEDAD, %	70.63	71.37	73.08	72.63	66.16	75.94
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	12.76	12.87	12.57	11.49	16.74	11.90
c.- EXTRACTO ETereo, %	12.41	11.65	10.55	11.82	12.24	8.80
d.- FIBRA CRUDA, %	0.13	0.41	0.32	0.51	0.58	0.34
e.- CENIZA, %	1.42	1.22	1.54	1.27	1.24	0.91
f.- EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO, %	2.65	2.48	1.94	2.28	3.04	2.11

CODIGO	AQ24-1011/019	AQ24-1011/020	AQ24-1011/021	AQ24-1011/022	AQ24-1011/023	AQ24-1011/024
MUESTRA	CB- 4	CB 5	CRIOLLA_MEJORADA 1	CRIOLLA_MEJORADA 2	CRIOLLA_MEJORADA 3	CRIOLLA_MEJORADA 4
a.- HUMEDAD, %	70.81	73.67	72.74	74.67	71.50	72.84
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	13.27	12.20	12.56	11.84	13.43	13.17
c.- EXTRACTO ETereo, %	11.65	10.09	10.67	9.76	10.81	9.86
d.- FIBRA CRUDA, %	0.47	0.39	0.35	0.34	0.33	0.35
e.- CENIZA, %	1.31	1.16	1.14	1.04	1.18	1.01
f.- EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO, %	2.49	2.49	2.54	2.35	2.75	2.77

CODIGO	AQ24-1011/025
MUESTRA	CRIOLLA_MEJORADA 5
a.- HUMEDAD, %	77.67
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	11.99
c.- EXTRACTO ETereo, %	7.16
d.- FIBRA CRUDA, %	0.12
e.- CENIZA, %	0.83
f.- EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO, %	2.23



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION

LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

RESULTADOS DE ANALISIS DE ACIDOS GRASOS

CADENA	ACIDOS GRASOS	NOVOGEN 1	NOVOGEN 2	NOVOGEN 3
		AQ24-1011/26	AQ24-1011/27	AQ24-1011/28
C4:0	Ácido butírico	n.d.	n.d.	n.d.
C6:0	Ácido hexanoico	n.d.	n.d.	n.d.
C8:0	Ácido octanoico	n.d.	n.d.	n.d.
C10:0	Ácido decanoico	n.d.	n.d.	n.d.
C11:0	Ácido undecanoico	n.d.	n.d.	n.d.
C12:0	Ácido laúrico	n.d.	n.d.	n.d.
C13:0	Ácido tridecanoico	n.d.	n.d.	n.d.
C14:0	Ácido mirístico	0.377	0.402	0.466
C14:1	Ácido miristoleico	0.074	0.072	0.078
C15:0	Ácido pentadecanoico	0.063	0.075	0.119
C15:1	Ácido cis-10 pentadecenoico	n.d.	n.d.	n.d.
C16:0	Ácido palmítico	22.705	22.716	22.890
C16:1	Ácido palmitleico	2.803	2.149	3.154
C17:0	Ácido heptadecanoico	0.155	0.205	0.169
C17:1	Ácido cis-10 heptadecenoico	n.d.	n.d.	n.d.
C18:0	Ácido esteárico	7.453	8.791	7.536
C18:1n9t	Ácido trans-9 elaidico	n.d.	n.d.	n.d.
C18:1n-9	Ácido cis-9 oleico	50.386	47.033	50.967
C18:2n9t	Ácido linolelaídico	n.d.	n.d.	n.d.
C18:2	Ácido linoleico (Omega 6)	10.974	12.834	11.060
C20:0	Ácido araquídico (Omega6)	0.046	0.049	0.049
C18:3n-6	Ácido gamma-linolénico (Omega 6)	0.080	0.150	0.078
C20:1	Ácido cis 11-eicosenoico	0.300	0.263	0.326
C18:3n-3	Ácido linolenico (Omega 3)	0.201	0.214	0.208
C21:0	Ácido heneicosanoico	n.d.	n.d.	n.d.
C20:2	Ácido cis-11,14-eicosadienoico	0.151	0.161	0.166
C22:0	Ácido behenico	n.d.	n.d.	n.d.
C20:3n-6	Ácido cis-8,11,14- eicosatrienoico	0.158	0.194	0.164
C22:1	Ácido erúcico	n.d.	n.d.	n.d.
C20:3n-3	Ácido cis-11, 14, 17- eicosatrienoico	n.d.	n.d.	n.d.
C23:0	Ácido tricosanoato	n.d.	n.d.	n.d.
C20:4	Ácido cis-5, 8, 11, 14 – eicosatetraenoico	1.482	1.815	1.473
C22:2	Ácido cis - 13, 16 – docosadienoico	n.d.	n.d.	n.d.
C24:0	Ácido lignocerico	n.d.	n.d.	n.d.
C20:5	EPA- Ácido cis - 5, 8, 11, 14, 17 - eicosapentaenoico (Omega 3)	n.d.	n.d.	n.d.
C24:1	Ácido nervónico	n.d.	n.d.	n.d.
C22:6	DHA - Ácido cis - 4, 7, 10, 13, 16, 19 - docosahexaenoico (Omega 3)	1.110	1.130	1.096

n.d.: No detectado

NOVOGEN 4	NOVOGEN 5	CN 1	CN 2	CN 3	CN 4	CN 5
AQ24-1011/29	AQ24-1011/30	AQ24-1011/31	AQ24-1011/32	AQ24-1011/33	AQ24-1011/34	AQ24-1011/35
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.591	0.359	0.459	0.401	0.434	0.418	0.441
0.095	0.044	0.101	0.095	0.085	0.088	0.116
0.189	0.123	0.101	0.093	0.091	0.125	0.091
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
24.087	20.597	25.549	24.561	23.146	23.790	25.379
4.106	1.437	2.911	3.211	2.221	2.481	3.746
0.220	0.309	0.189	0.179	0.210	0.233	0.172
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
7.948	9.862	8.133	7.513	8.104	7.642	6.570
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
48.828	47.897	39.335	41.949	41.703	40.215	42.584
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
10.228	14.834	18.706	17.882	19.702	19.812	16.777
0.053	0.053	0.059	0.056	0.058	0.065	0.055
0.137	0.152	0.157	0.133	0.148	0.142	0.128
0.283	0.330	0.316	0.327	0.276	0.286	0.291
0.172	0.160	0.562	0.595	0.622	0.666	0.539
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.149	0.197	0.262	0.250	0.302	0.261	0.189
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.150	0.205	0.202	0.170	0.156	0.199	0.139
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1.628	2.170	1.645	1.351	1.472	1.768	1.362
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1.135	1.271	1.311	1.234	1.273	1.809	1.420

CRIOLLA-UNC 1						
CRIOLLA-UNC 2						
CRIOLLA-UNC 3						
CRIOLLA-UNC 4						
CRIOLLA-UNC 5						
CB 1						
CB 2						
AQ24-1011/36	AQ24-1011/37	AQ24-1011/38	AQ24-1011/39	AQ24-1011/40	AQ24-1011/41	AQ24-1011/42
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.360	0.365	0.406	0.378	0.490	0.412	0.406
0.063	0.059	0.072	0.059	0.101	0.088	0.106
0.070	0.101	0.064	0.070	0.120	0.078	0.111
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
24.883	25.083	25.052	24.900	22.613	25.717	25.753
1.891	1.758	2.898	2.063	2.584	3.210	3.834
0.194	0.179	0.165	0.160	0.207	0.248	0.185
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
7.935	7.996	7.575	12.125	9.022	8.458	8.473
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
53.212	51.612	49.878	48.287	48.719	44.791	48.645
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
7.636	9.306	10.433	7.310	9.908	12.922	7.728
0.058	0.080	0.044	0.066	0.112	0.053	0.058
0.108	0.060	0.097	0.112	0.112	0.096	0.101
0.296	0.414	0.313	0.335	0.348	0.331	0.356
0.132	0.182	0.180	0.159	0.242	0.689	0.383
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.183	0.201	0.141	0.172	0.263	0.249	0.225
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.118	0.157	0.120	0.176	0.177	0.199	0.181
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1.537	1.267	1.424	2.001	2.036	1.236	1.503
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1.323	1.179	1.138	1.627	2.943	1.222	1.951

CB 3	CB 4	CB 5	CRIOLLA - MEJORADA 1	CRIOLLA - MEJORADA 2	CRIOLLA - MEJORADA 3	CRIOLLA - MEJORADA 4	CRIOLLA - MEJORADA 5
AQ24-1011/43	AQ24-1011/44	AQ24-1011/45	AQ24-1011/46	AQ24-1011/47	AQ24-1011/48	AQ24-1011/49	AQ24-1011/50
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.411	0.402	0.377	0.428	0.311	0.418	0.348	0.463
0.062	0.058	0.075	0.073	0.042	0.058	0.051	0.074
0.082	0.091	0.116	0.106	0.108	0.086	0.085	0.340
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
24.314	23.066	25.495	22.829	21.843	23.739	22.718	23.469
2.292	2.631	2.041	2.623	1.654	2.151	1.926	2.472
0.228	0.240	0.205	0.186	0.230	0.252	0.193	0.204
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
9.510	7.500	11.332	8.130	10.085	9.374	10.296	9.100
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
49.901	51.020	49.653	53.094	46.902	48.478	52.101	50.840
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
8.024	9.751	6.617	8.398	11.511	11.248	7.967	8.727
0.067	0.070	0.071	0.061	0.062	0.059	0.064	0.061
0.120	0.109	0.123	0.093	0.122	0.132	0.095	0.105
0.189	0.391	0.240	0.354	0.357	0.356	0.285	0.340
0.277	0.796	0.212	0.144	0.157	0.174	0.147	0.135
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.144	0.247	0.255	0.186	0.240	0.217	0.144	0.142
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.134	0.271	0.167	0.137	0.189	0.158	0.126	0.156
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1.124	1.371	1.745	1.852	2.249	1.911	1.939	1.996
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3.120	1.987	1.276	1.306	3.940	1.189	1.516	1.377

Cuadro referencial

Ácidos grasos saturados (SFA)	
C4:0	Ácido butírico
C6:0	Ácido hexanoico
C8:0	Ácido octanoico
C10:0	Ácido decanoico
C11:0	Ácido undecanoico
C12:0	Ácido laúrico
C13:0	Ácido tridecanoico
C14:0	Ácido mirístico
C15:0	Ácido pentadecanoico
C16:0	Ácido palmítico
C17:0	Ácido heptadecanoico
C18:0	Ácido esteárico
C20:0	Ácido araquídico (Omega6)
C21:0	Ácido heneicosenoico
C22:0	Ácido behénico
C23:0	Ácido tricosenoico
C24:0	Ácido lignocerico
Ácidos grasos Trans	
C18:1n9t	Ácido trans-9 elaidico
C18:2n9t	Ácido linolelaídico
Ácidos grasos insaturados (UFA)	
Ácidos grasos monoinsaturados (MUFA)	
C14:1	Ácido miristoleico
C15:1	Ácido cis-10 pentadecanoico
C16:1	Ácido palmitoleico
C17:1	Ácido cis-10 heptadecanoico
C18:1n9t	Ácido trans-9 elaidico
C18:1n-9	Ácido cis-9 oleico
C20:1	Ácido cis 11-eicosenoico
C22:1	Ácido erúcico
C24:1	Ácido nervónico
Ácidos grasos poliinsaturados (PUFA)	
C18:2n9t	Ácido linolelaídico
C18:2	Ácido linoleico (Omega 6)
C18:3n-6	Ácido gamma-linolénico (Omega 6)
C18:3n-3	Ácido linolenico (Omega 3)
C20:2	Ácido cis-11,14-eicosadienoico
C20:3n-6	Ácido cis-8,11,14- eicosatrienoico
C20:3n-3	Ácido cis-11, 14, 17- eicosatrienoico
C20:4	Ácido cis-5, 8, 11, 14 - eicosatetraenoico
C22:2	Ácido cis - 13, 16 - docosadienoico
C20:5	Ácido cis - 5, 8, 11, 14, 17 – eicosapentaenoico (Omega 3)
C22:6	Ácido cis - 4, 7, 10, 13, 16, 19 - docosahexaenoico (Omega 3)

Anexo 18. ANAVA DE LA HUMEDAD DEL HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	77.12348	19.3	3.85901732	2.87	4.43
Error	20	99.92632	5.0			
Total	24	177.0498				

CV (%) 3.01798993

Anexo 19. ANAVA DE LA PROTEÍNA TOTAL DEL HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	3.492576	0.9	0.68385445	2.87	4.43
Error	20	25.53596	1.3			
Total	24	29.028536				

CV (%) 8.76722375

ANEXO 20. ANAVA DEL EXTRACTO ETÉREO DEL HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	44.26496	11.1	6.82199216	2.87	4.43
Error	20	32.44284	1.6			
Total	24	76.7078				

CV (%) 13.7274562

ANEXO 21. ANAVA DE LA CENIZA DEL HUEVO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	0.51064	0.1	5.67176115	2.87	4.43
Error	20	0.45016	0.0			
Total	24	0.9608				

CV (%) 14.3155214

ANEXO 22. ANAVA DEL EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	0.31552	0.1	1.30999435	2.87	4.43
Error	20	1.20428	0.1			
Total	24	1.5198				

CV (%) 10.3016545

ANEXO 23. ANAVA DEL ACIDO PALMÍTICO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	21.463296	5.4	4.73295252	2.87	4.43
Error	20	22.67432	1.1			
Total	24	44.137616				

CV (%) 4.45961989

ANEXO 24. ANAVA DEL ACIDO ESTEÁRICO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	10.132736	2.5	1.63073306	2.87	4.43
Error	20	31.06804	1.6			
Total	24	41.200776				

CV (%) 14.398081

ANEXO 25. ANAVA DEL ÀCIDO CIS 9 OLEICO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	296.081056	74.0	17.5978443	2.87	4.43
Error	20	84.12424	4.2			
Total	24	380.205296				

CV (%) 4.27981646

ANEXO 26. ANAVA DEL ÁCIDO LINOLEICO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	333.985536	83.5	26.3588443	2.87	4.43
Error	20	63.3536	3.2			
Total	24	397.339136				

CV (%) 15.3277562

ANEXO 27. ANAVA DEL ÁCIDO LINOLÉNICO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	0.830856	0.2	14.3945946	2.87	4.43
Error	20	0.2886	0.0			
Total	24	1.119456				

CV (%) 17.8227125

ANEXO 28. ANAVA DEL DOCOSAHEXAENEICO

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	2.04657104	0.5	0.99506407	2.87	4.43
Error	20	10.2836144	0.5			
Total	24	12.3301854				

CV (%) 14.9479702

ANEXO 29. DATOS DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	32.83	34.59	33.56	35.09	32.68
2	32.31	32.9	33.38	34.67	31.82
3	31.31	32.13	37.76	31.43	33.99
4	33.18	32.36	32.67	37.67	33.75
5	31.35	32.82	33.87	35.05	33.71
Total	160.98	164.8	171.24	173.91	165.95
Promedio	32.196	32.96	34.248	34.782	33.19

ANEXO 30. ANAVA DE LOS ÁCIDOS GRASOS SATURADOS

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	21.440344	5.4	2.33435532	2.87	4.43
Error	20	45.92348	2.3			
Total	24	67.363824				

CV (%) 4.52667398

ANEXO 31. DATOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	52.82	42.66	53.16	48.42	48.96
2	49.52	45.58	55.46	52.94	51.04
3	54.53	44.28	53.84	52.44	54.36
4	53.31	43.07	50.74	54.1	56.14
5	49.71	46.74	51.75	52.01	53.73
Total	259.89	222.33	264.95	259.91	264.23
Promedio	51.978	44.466	52.99	51.982	52.846

ANEXO 32. ANAVA DE LOS ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	259.364256	64.8	13.52549	2.87	4.43
Error	20	95.8798	4.8			
Total	24	355.244056				

CV (%) 4.30563398

ANEXO 33. DATOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	14.45	22.84	11.04	16.61	12.11
2	16.5	21.61	12.35	12.07	18.41
3	14.25	23.68	13.53	12.94	15.03
4	13.6	24.66	11.56	14.53	11.93
5	18.94	20.55	15.68	10.39	12.64
Total	77.74	113.34	64.16	66.54	70.12
Promedio	15.548	22.668	12.832	13.308	14.024

ANEXO 34. ANAVA DE LOS ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	326.64656	81.7	16.9817015	2.87	4.43
Error	20	96.17604	4.8			
Total	24	422.8226				

CV (%) 13.988888

ANEXO 35. DATOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS n-6

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	14.22	20.44	9.24	14.49	9.99
2	14.36	19.47	10.78	10.02	15.82
3	12.45	21.34	11.83	11.47	12.78
4	11.7	22.03	9.29	12.19	9.77
5	16.51	18.52	13.25	8.25	10.42
Total	69.24	101.8	54.39	56.42	58.78
Promedio	13.848	20.36	10.878	11.284	11.756

ANEXO 36. ANAVA DE LOS ÁCIDOS GRASOS n-6

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	309.647024	77.4	18.8614106	2.87	4.43
Error	20	82.0848	4.1			
Total	24	391.731824				

CV (%) 14.8687168

ANEXO 37. DATOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS n-3

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	1.37	1.87	1.45	1.91	1.45
2	1.34	1.83	1.36	2.33	4.09
3	1.31	1.89	1.32	3.4	1.36
4	1.3	2.47	1.79	2.78	1.66
5	1.43	1.96	3.18	1.48	1.51
Total	6.75	10.02	9.1	11.9	10.07
Promedio	1.35	2.004	1.82	2.38	2.014

ANEXO 38. ANAVA DE LOS ÁCIDOS GRASOS n-3

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	2.810936	0.7	1.35023787	2.87	4.43
Error	20	10.40904	0.5			
Total	24	13.219976				

CV (%) 17.6998115

ANEXO 39. DATOS DEL RATIO n-6/n.3

repetición	Novogen Brown	Criolla negra	Criolla colorada	Criolla barrada	Criolla mejorada
1	10.14	10.91	6.35	7.58	6.89
2	10.68	10.65	7.92	4.29	3.86
3	9.54	11.26	8.98	3.37	9.37
4	8.96	8.9	5.2	4.38	5.87
5	11.54	9.45	4.16	5.55	6.9
total	50.86	51.17	32.61	25.17	32.89
promedio	10.172	10.234	6.522	5.034	6.578

ANEXO 40. ANAVA DEL RATIO n-6/n.3

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	4	111.42872	27.9	11.1849543	2.87	4.43
Error	20	49.81188	2.5			
Total	24	161.2406				

CV (%) 16.474333