UEA Agropecuaria
PrePrint UEA

Sección Agropecuaria
Vol. AGP2626. ep19–107

| Recibido: 13/03/2024 |
| Aceptado: 17/04/2024 |
| Publicado: 30/10/2026 |

Parámetros de digestibilidad y calidad del huevos con dietas de Sacha inchi en gallinas ponedoras

Digestibility and egg quality parameters in laying hens Fed Sacha inchi diets

Jhoana Maricela Ortega Ambuludi[1], Noelia Jazmín Cagua Tirira[1] María Isabel Viamonte Garcés[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGP2626ep19-107 Crossref

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la digestibilidad y los parámetros de la calidad de huevo en gallinas ponedoras consumiendo dietas con la inclusión de Sacha inchi (Plukenetia volubilis) o maní del monte. Se utilizaron 108 gallinas ponedoras de la línea Hy-line Brown de 45 semanas, el experimento duró 10 días. Las dietas fueron: control, dieta 1 (Sacha inchi 5%) y dieta 2 (Sacha inchi 10%). Para la elaboración de la harina se adquirieron 20 kg de semilla descascarada y pelada, secadas a 40°C durante 3 días. Se distribuyeron en un diseño completamente al azar. Los indicadores productivos: peso (inicial, final), rechazo, conversión alimenticia, número, masa (huevo), postura. Indicadores calidad de huevo: peso, pH (clara, yema), índice (yema, albumen, cáscara, forma) y Unidades de Haugh. Coeficientes de digestibilidad en nutrientes: materia seca, materia orgánica, proteína, fibra, grasa, energía metabolizable. Coeficientes de digestibilidad en minerales: calcio, fósforo, sodio, potasio, cobre, zinc; para lo cual se realizó un (ANOVA), se empleó la prueba de comparación Duncan. La inclusión de Sacha inchi al 10% demostró que en gallinas ponedoras mejoró los indicadores productivos en la conversión alimenticia con respecto a los indicadores de calidad de huevo en las unidades de Haugh fueron excelentes para ambos porcentajes de inclusión. El Sacha inchi al 10% no afectó los coeficientes de digestibilidad de la MS, MO, FB, grasa, EM, Ca, P, K y Na puede ser utilizado como materia prima para la formulación de dietas sin afectar el tracto digestivo de las gallinas ponedoras.

Palabras clave

hy-line brown, plukenetia volubilis L., maní del monte, coeficientes de digestibilidad, unidades de haugh.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the digestibility and egg quality parameters in laying hens consuming diets with the inclusion of Sacha inchi (Plukenetia volubilis) or wild peanuts. 108 45-week-old Hy-line Brown laying hens were used; the experiment lasted 10 days. The diets were: control, diet 1 and diet 2. To prepare the Sacha inchi flour, 20 kg of shelled and peeled seeds were purchased, dried at 40°C for 3 days. They were distributed in a completely randomized design. Productive indicators: weight (initial, final), rejection, feed conversion, number, mass (egg), posture. Egg quality indicators: weight, pH (white, yolk), index (yolk, albumen, shell, shape) and Haugh Units. Nutrient digestibility coefficients: dry matter, organic matter, protein, fiber, fat, metabolizable energy. Mineral digestibility coefficients: calcium, phosphorus, sodium, potassium, copper, zinc; For which an (ANOVA) was performed, the Duncan comparison test was used. The inclusion of Sacha inchi at 5% and 10% showed that it improved the productive indicators in feed conversion and egg quality indicators; with respect to the egg weight indicator, a difference was noted in favor of the control diet. Sacha inchi at 10% did not affect the apparent digestibility coefficients of DM, OM, FB, fat, ME, Ca, P, K and Na. It can be used as raw material for the formulation of diets without affecting the digestive tract of the laying hens.

Keywords

hy-line brown, mani del monte, plukenetia volubilis L., digestibility coefficients, haughs units.

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: jm.ortegaa@uea.edu.ec, nj.caguat@uea.edu.ec, mviamonte@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Jhoana Maricela Ortega Ambuludi. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: jm.ortegaa@uea.edu.ec

Cómo citar

ORTEGA AMBULUDI, Jhoana Maricela, CAGUA TIRIRA, Noelia Jazmín and VIAMONTE GARCÉS, María Isabel 2026. Parámetros de digestibilidad y calidad del huevos con dietas de Sacha inchi en gallinas ponedoras. PrePrint UEA. Vol. AGP2626. p. ep19–107. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGP2626ep19-107

Editores Académicos Jorge Antonio Freile Almeida

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

Ecuador produce toda la carne de pollo y huevos de mesa que consumen sus habitantes. La avicultura aporta el 3% al PIB nacional, mientras que, si hablamos del PIB agropecuario, el aporte alcanza el 23%. La crianza de aves se realiza principalmente en zonas rurales del país, por eso la producción de proteína de origen aviar es estratégica en su aporte a la economía, generación de empleo, seguridad y soberanía alimentaria (Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador [CONAVE]. 2022)

En el país ha registrado una existencia de 2,7 millones de pollos criados en campo, en el 2022 mientras que, 22,2 millones fueron criados en planteles avícolas. Así que también en el sector avícola se registraron: 10,8 millones de gallinas ponedoras que se crían en planteles avícolas ubicados principalmente en la región Sierra (Instituto de Estadísticas y Censos [INEC], 2023). En las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha y Manabí se concentra el 95% de la producción con un total de huevos de mesa en una semana en el año 2021 fue de 85,37 millones de unidades, siendo inferior al 1% frente al año 2020 (Corporación

Financiera Nacional B.P,2023).

La línea Hy-Line Brown es descendiente alemán conocida por ser una de las aves ponedoras de huevos de color marrón, se adapta a diferentes condiciones climáticas ya sea por su rusticidad y sobre todo presenta pocos problemas sanitarios lo que permite que sea más rentable a comparación de otras, en cuanto a consumo de alimento, peso y cantidad de huevos (Patiño. Guerra y Mosquera. 2017).

Un alimento alternativo que se puede incorporar como materia prima amazónica para la alimentación de gallinas ponedoras como es el caso del Sacha inchi que además de aportar un valor nutritivo de aminoácidos y energía, contenga otros nutrientes que se requieren en pequeñas cantidades que son esenciales para el animal e incorporados para mejorar el índice productivo y el nivel de omega 3 en el huevo, el cual podría influir en una mayor rentabilidad en la crianza.

Por lo que las pruebas de digestibilidad permiten determinar el grado de aprovechamiento del alimento, es decir, indica los porcentajes en que el alimento es convertido por el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión, que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (Mariño-Guerrero y Roa-Vega 2021).

Actualmente no se han evidenciado investigaciones con referencia a incluir una dieta de alimentación a base de Sacha inchi en gallinas ponedoras que haya permitido evaluar su digestibilidad para que se implemente y favorezca a reducir los costos de producción. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la digestibilidad, parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas ponedoras consumiendo dietas con la inclusión de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) o maní del monte.

2. Metodología

2.1. Ubicación del experimento

El experimento fue realizado en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), ubicado en el Cantón Santa Clara y Arosemena Tola entre las provincias de Pastaza y Napo a 45 minutos de la vía Puyo-Tema km 44. Su clima corresponde a tropical húmedo con una temperatura ambiental anual que varía entre 23-24 ºC durante el mes de octubre su precipitación fue 161 mm. El trabajo se llevó a cabo en el programa avícola de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) durante el período 2023-2024.

2.2.Materiales y Métodos

2.2.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental en la que se evaluaron los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes y calidad de huevo en diferentes dietas con la inclusión de Sacha inchi en gallinas ponedoras.

2.2.2. Proceso de elaboración de la harina de Sacha inchi

La compra del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), se realizó en la empresa AGROINDUSTRIAS ECUADOR GDOS AGROG2EC S.A, un total de 20 kg de semilla descascarada y pelada. Posteriormente las semillas se llevaron al laboratorio de bromatología de la UEA para el proceso de secado en la estufa a 40°C durante 72 horas. El peso seco de las muestras fue de 11033,83 gramos, se procedió a la molienda en el CEIPA con un molino semiindustrial TRAPS TRF 300 G, con estriba de 0,2 mm para la obtención de harina y su posterior incorporación como materia prima para elaborar las dietas para las gallinas ponedoras.

2.2.3. Manejo de la alimentación

En la **Tabla 1** se muestra la composición y el valor nutricional de las dietas experimentales en cada tratamiento: **tratamiento control** (sin sustitución de ninguna materia prima), **Dieta 1** (sustitución de materias prima con Sacha inchi 5%), **Dieta 2** (sustitución de materias prima con Sacha inchi 10%).

2.2.4. Manejo de las aves ponedoras durante el experimento

Se trabajó con 108 gallinas de postura de la línea Hy-line Brown de 45 semanas, que se distribuyeron aleatoriamente al azar en 3 tratamientos, ubicadas en baterías. Para ello se ubicaron en 3 jaulas cada una de ellas con 4 aves, divididas en 3 tratamientos con 3 réplicas, dando como resultado 36 aves por tratamiento. El período experimental fue de 10 días, con 5 días de adaptación y 5 días de obtención de muestras. Se midió la digestibilidad de los nutrientes y la calidad del huevo de las gallinas de postura.

Tabla 1 | Composición y valor nutricional de las dietas experimentales en cada tratamiento

Materias primas	Proporciones de harinas, %		
	Control	Dieta 1 (5 % sacha inchi)	Dieta 2 (10 % sacha inchi)
Harina de Sacha inchi	0	5	10
Maíz amarillo molido	57,17	56,74	56,9
Harina de Soya	26,31	20,19	15,89
Afrecho de trigo	4,4	4,81	4
Carbonato de calcio	10,2	10,34	10,29
Fosfato monocálcico	1,12	2,12	2,12
Premezcla vitamínica y mineral*.	0,1	0,1	0,1
Sal común	0,4	0,4	0,4
Bicarbonato de sodio	0,1	0,1	0,1
Promotores del crecimiento	0,05	0,05	0,05
Antioxidantes	0,05	0,05	0,05
Antimicóticos	0,05	0,05	0,05
Atrapador de micotoxinas	0,05	0,05	0,05
Total	**100**	**100**	**100**
Aporte de nutrientes, calculados			
Proteína, %	17,83	17,82	18,58
Fibra, %	5,40	4,11	4,03
EM, Kcal/Kg MS	2883,09	2886,60	2930,42
Calcio, mg/100g	4587,27	3128,00	3237,67
Fósforo, mg/100g		181,13	181,10
Sodio, mg/100g	901,27	605,67	616,00
Potasio, mg/100g	1878,27	1103,00	1290,33
Cobre, mg/100g	43,08	27,67	38,67
Zinc, mg/100g	24,56	15,67	16,00

Los experimentos se montaron dentro de la instalación avícola en el galpón de 10 m x 6 m (60 m2), el piso y las paredes de hormigón con una altura de 0,75 m, ventanas de mallas cubiertas con cortinas que ayudan para la regulación de temperatura dentro del galpón. La instalación cuenta con cuatro sistemas de estructura metálica tipo piramidal de 3 pisos el cual incluye niples como bebederos y comederos lineales, con jaulas individuales (45 $\{}times$ 30 $\{}times$ 60 cm) para 4 aves. Se manejó un sistema de alojamiento, el

consumo del alimento de las dietas a las gallinas ponedoras durante los días del experimento fue de 115g/día/ave.

2.3. Esquema experimental

2.3.1. Determinación de los coeficientes de digestibilidad

Para la evaluación de los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes, las excretas se recolectaron por cada tratamiento y réplica, por el método de colecta total según el método descrito por Bauzá et al. (2016). Las muestras de cada día se almacenaron en un congelador a -15°C hasta terminar la colecta de cada periodo, al finalizar el periodo, se realizó un pool de cada réplica por tratamiento y se tomó una muestra de 200 g, luego fueron colocadas en una estufa Memmert UFE400 Oven – Gemini BV durante 6 días a 40°C, posteriormente se retiró la muestra y se trituró en un molino eléctrico de la marca Hamilton Beach 80350r, cada muestra fue colocada en una funda ziploc hermética para su posterior análisis del laboratorio de bromatología de la UEA, para determinar los nutrientes de MS, MO, PB, FB, Grasa, ELN, EB, Ca, Na, K, Cu, Zn.

Los coeficientes de digestibilidad fecal aparente (CDFA) de los nutrientes en las dietas utilizadas se calcularon en una hoja de Excel, según McDonald et al. (2005) de acuerdo con la siguiente fórmula:

CDFA (%)=

$$\frac{Nutrienteingerido - Nutrienteexcretado}{Nutrienteingerido} * 100 \quad (1)$$

2.3.2. Determinación de la composición proximal de las dietas

Los análisis proximales o químicos de las dietas y las heces fecales colectadas para determinar los nutrientes y minerales de cada tratamiento se realizó por triplicado en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, donde se determinó: Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Grasa, ELN, EB como nutrientes y Ca, Na, K, Cu, Zn, según la metodología descrita por la AOAC (2023).

Para la determinación de grasa se usó el equipo automático Extractor ANKOM XT-15; previo a la medición de los minerales las muestras de las dietas y heces fecales se procesaron en el Digestor por microondas ETHOS ONE y luego se obtuvieron los datos espectrofotómetro de Absorción atómica AAS 8020 YL PerkinElmer , para el caso del P se evaluó mediante el espectrofotómetro UV/Vis Lambda 25 PerkinElmer; la proteína se determinó usando dos equipos el SH420F Digestor Kjeldahl y un Destilador automático K9840 empleados en el método Kjeldahl; la fibra se utilizó el equipo Determinador de Fibra TECNAL TE-149.

Ceniza:

$$ceniza = (Ceniza + crisol) - Pesocrisol \quad (2)$$

$$\%Ceniza = \frac{ceniza}{muestra} * 100 \quad (3)$$

Humedad:

$$MS(g) = (MS + crisol) - Pesocrisol \quad (4)$$

$$Humedad(g) = Muestra - MS \quad (5)$$

$$\%Humedad = \frac{Humedad(g)}{muestra} * 100 \quad (6)$$

Grasa:

$$Muestradesengrasada(g) = Md + bolsa - Pesobolsa \quad (7)$$

$$Grasa(g) = Muestra - Muestradesengrasada(g) \quad (8)$$

$$\%Grasa = \frac{Grasa(g)}{muestra} * 100 \quad (9)$$

Minerales:

Aforo 1 (ml)= 25

Alícuota (ml)= 0,1

Aforo 2 (ml)= 10

$$Ecuaciónvolumétrica: C1V1 = C2V2 \quad (10)$$

Concentración alícuota (C.A) =

$$\frac{Aforo\ 2 * Concentración\ (\frac{mg}{L})}{Alícuota(ml)} \quad (11)$$

Ejemplo con Cu

$$MgCoenlamuestra = \frac{C.A * Aforo1(ml)}{1000} \quad (12)$$

$$\frac{Mg}{Kg} deCo = \frac{MgCoenlamuestra}{Peso(kg)} \quad (13)$$

$$\frac{mg}{100g} = \frac{Mg/Kg}{10} \quad (14)$$

Proteína Cruda

Se realizó por el método Kjeldahl y constó de 3 pasos: digestión, destilación y titulación

%P.B =

$$\frac{HCL0,1estandarizadox0,014x6,25xml.HCL0,1Gastados}{(pesopapelmuestra) - (pesopapel)} \quad (15)$$

Fibra Cruda

% F.C =

$$\frac{Wcrisolconmuestradigerida - Wdelcrisolconcenizas}{Wpapelconmuestra - Wpapelsolo} \quad (16)$$

La EB y el ELN se determinaron por ecuación para estimar los requerimientos de energía, según la metodología descrita por (Rostagno et al. 2017).

Extracto libre de Nitrógeno

ELN=

$$100\,\% - (\text{humedad} + \%\text{proteína} + \%\text{Extracto Etéreo} + \%\text{fibra} + \%\text{ceniza}) \quad (17)$$

EB (Kcal/kg MS-1) =

$$(\%PB * 4) + (\%Grasa * 9) + (\%FB * 2) + (\%ELN * 4) \quad (18)$$

2.4. Indicadores productivos

El consumo de alimento de las aves se evaluó diariamente, por el método de oferta y rechazo. Para evaluar el peso vivo se utilizó una balanza Camry de precisión $\{}pm$ 0,10 g, a partir de estos datos se estimó la ganancia de peso de las aves con el peso inicial y final, la conversión alimenticia por cada tratamiento. El porcentaje de postura se consideró el número de huevos por tratamiento y réplica multiplicados por 100 y dividido para el número de aves/días del experimento. Para la conversión alimenticia se tomó en cuenta el consumo sobre el peso total del huevo. La masa del huevo se determinó por el porcentaje de posturas multiplicado al peso individual del huevo entre 100.

2.4.1. Determinación de los parámetros de calidad de huevos

Los huevos fueron recolectados a partir del día 5, dos veces al día, se colocaron en una cubeta etiquetada por cada réplica y tratamiento, de los cuáles se tomó una muestra al azar de 6 huevos para la toma de datos: peso, altura, ancho, peso de la cáscara, grosor de la cáscara, diámetro de la yema, altura del albumen, diámetro del albumen medidos por un calibrador de Pie de Rey digital de acero inoxidable de 6 pulgadas de la marca Traceable, y el pH de la clara y yema, se midió con un pH 700 Oakton. Las variables evaluadas fueron:

2.4.2. Indicadores de calidad externa del huevo

Para la calidad externa se midieron los siguientes indicadores: peso (g), ancho (mm), alto (mm), grosor de la cáscara (mm), peso de la cáscara. En las que se evaluó:

Índice de forma o índice morfológico:

$$ÍF = \frac{ancho}{largo} * 100 \quad (19)$$

La calidad interna se tomaron los siguientes indicadores: ancho de la yema (mm), altura de la yema (mm), ancho del albumen (mm), alto del albumen (mm). Para ello se calcularon los siguientes índices:

Índice de yema:

$$ÍY = \frac{alturayema}{diámetroyema} \quad (20)$$

Índice de clara:

$$ÍC = \frac{alturaclara}{diámetroclara} \quad (21)$$

Unidades de Haugh:

$$UH = 100 * log(h - 1,7W^{0,37} + 7,6 \quad (22)$$

Donde:

h= altura de la clara (mm)

w= peso del huevo (g)

2.5. Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con un solo factor (Dieta)

2.5.1. Variables dependientes

2.5.2. Variables independientes

Dietas con la inclusión de harina de Sacha inchi y tratamiento control

2.5.3. Análisis Estadístico

Con los resultados obtenidos se creó una base de datos en Excel, fue exportada al software SPSS 22,1 bajo ambiente Windows. Los datos de los coeficientes de digestibilidad (CDA) de la MS, MO, PB, FB, Grasa, ELN, EB, Ca, P, Na, K, Cu y Zn, se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) con un modelo de clasificación simple, donde se controló el efecto de las dietas I, II y el grupo control. Para la diferencia entre medias se utilizó la prueba de Duncan para un nivel de significación de (P$\{}leq$0,05).

2.5.4. Diseño experimental

Modelo matemático

$$Yij = \mu + ti + Eij \quad (23)$$

Donde:

Yij = Variable respuesta: digestibilidad, indicadores productivos y calidad del huevo

$\{}mu$ = Efecto constante, media global

ti = Efecto del tratamiento i. (Control, Dieta 1: 5% de harina de sacha inchi, Dieta 2: 10% de harina de sacha inchi

Eij = Error experimental

3. Resutados y discusión

3.1. Resultados

*3.1.1. Coeficientes de Digestib*ilidad

Los coeficientes de digestibilidad hacen referencia a la cantidad de alimento ingerido y la eliminación de heces, para saber el grado de asimilación de los nutrientes. A continuación, en la **Tabla 2** se muestra la digestibilidad de nutrientes en dietas para gallinas ponedoras con la inclusión de Sacha inchi, en relación con la MS hubo diferencias significativas para (p$\{}leq$0,05) entre todas las dietas, con un menor porcentaje de aprovechamiento para la dieta 1(73,29),

mientras que la mayor digestibilidad fue en la dieta control (84,75), los bajos contenidos de digestibilidad de la materia seca en las gallinas, fue el resultado de comer más alimento para obtener la misma cantidad de nutrientes, esto pudiera ser la respuesta que la mayor conversión de alimento que presentó las aves que consumieron la dieta 1 observado en la tabla 3, afectando así la cantidad de nutrientes disponibles en la dieta y la calidad de los huevos.

Tabla 2 | Digestibilidad de nutrientes en dietas para gallinas ponedoras con la inclusión de Sacha inchi

Nutrientes, %	Control	Dieta 1 Inclusión Sacha inchi 5%	Dieta 2 Inclusión Sacha inchi 10%	±ES	p
MS	84,75^{c}	73,29^{a}	80,43^{b}	0,14	0,01
MO	89,10^{c}	78,60^{a}	83,80^{b}	0,01	0,001
Proteína	88,20^{b}	62,44^{a}	64,09^{a}	0,85	0,003
Fibra	97,58	98,12	97,40	0,01	NS
Grasa	91,93^{c}	81,35^{a}	88,63^{b}	0,17	0,01
EM	86,36^{b}	75,87a	82,13^{b}	1,04	0,01
Coeficientes digestibilidad de minerales					
Ca	86,57^{b}	70,36^{a}	81,38^{b}	1,63	0,01
Fósforo	55,26^{a}	88,85^{b}	90,97^{c}	0,01	0,001
Na	75,91^{a}	77,67^{a}	93,77^{b}	1,94	0,01
K	77,36^{c}	57,37^{a}	70,76^{b}	0,01	0,001
Cu	71,12	68,24	68,44	1,35	NS
Zn	54,19^{c}	45,61^{b}	34,66^{a}	0,01	0,001

En relación con el aprovechamiento de la MO se evidenció un menor porcentaje en la dieta 1 de 78,60 y un mayor porcentaje en la dieta control de 89,10 seguida por la dieta 2 de 83,80, por lo tanto, este comportamiento nutricional es la respuesta del comportamiento productivo y calidad de los huevos de las gallinas ponedoras que consumieron la dieta 1, ya que la materia orgánica puede mejorar la calidad del huevo, incluyendo el tamaño, la coloración de la yema y la resistencia de la cáscara.

Se evidenció efecto significativo (p<0,05) favorable del coeficiente de DA de la Proteína en la dieta control de 88,20% con respecto a las dietas 1 y dieta 2, el menor coeficiente se evidenció en las gallinas que consumieron la dieta 1 con un aprovechamiento de 62,44%, esto pudiera relacionarse con la menor producción de huevos que se obtuvo en este tratamiento, de la misma manera la respuesta productiva con huevos de menor tamaño y calidad de los huevos con cáscaras más finas, yemas más pequeñas.

El nutriente de fibra no se mostró diferencias significativas para (p$\{}leq$0,05) entre las dietas. Los coeficientes de digestibilidad de la grasa mostraron diferencias significativas entre las dietas a favor de la dieta control con una asimilación de 91,93%, el menor aprovechamiento fue en la dieta 1 de 81,35 en comparación con el control y la dieta 2.

Con relación al aprovechamiento de la EM hubo diferencias (p<0,05) en todas las dietas, con mejores resultados en las dietas control y dieta 2, sin embargo, existe una tendencia a que el coeficiente de aprovechamiento de energía disminuye con nivel de inclusión del Sacha inchi al 5%, dejando de producir la cantidad de huevos que deberían y además de baja calidad externa e interna.

Con respecto a los coeficientes de digestibilidad de los minerales resultaron con diferencias significativas para (p$\{}leq$0,01) para los nutrientes de Ca, P, Na, K y Zn entre las dietas experimentales y el tratamiento control, por el contrario, la digestibilidad del Cu no presentó diferencia significativa en las dietas experimentales. El aprovechamiento del nutriente de Ca fue menor (p <0,01) en la dieta 1 (70,36%) en comparación con el control (86,57%) y la dieta 2 (81,38), probablemente sea en este grupo de gallinas la causa de las cáscaras de huevo finas y quebradizas.

Del mismo modo hubo mayor aprovechamiento del coeficiente P para la dieta 1 (88,85%) y dieta 2 (90,97%) respectivamente, con relación a la dieta control, este comportamiento puede ser atribuido a que el Sacha inchi es una fuente natural de fósforo. En el Na se presentó diferencias significativas a favor de la dieta 2 con 93,77% con respecto a las dietas control y dieta 1 (77,67%), obedece a la respuesta del grupo de gallinas ponedoras que facilitó la absorción de nutrientes esenciales de energía, proteína, que junto con los altos coeficientes de fibra aseguraron una producción óptima de huevos.

Los mejores coeficientes de digestibilidad del K se obtuvieron para las dietas control (77,36%) y dieta 2 (70,76%) y en la dieta 1 un menor porcentaje (57,37%) con diferencias de (p$\{}leq$0,05). No hubo diferencias (P>0,05) entre las dietas para el aprovechamiento del Cu, para control (71,12%); dieta 1 (68,24%) y dieta 2 (68,44%), respectivamente.

Los coeficientes de digestibilidad del Zn evidenciaron de forma general bajos coeficientes para todas las dietas, mostrando diferencias significativas entre estas, con mayor porcentaje en la dieta control (54,19%) y un menor porcentaje en la dieta 2 (34,66%).

3.1.2. Indicadores productivos

La **Tabla 3** muestra los indicadores productivos en gallinas ponedoras en prueba de digestibilidad con dietas a base de sacha inchi con diferentes inclusiones. Con respecto al peso corporal, no hay diferencias significativas para (p$\{}leq$ 0,05) entre la dieta control y la dieta 1 (sacha inchi al 5%), sin embargo, ambas difieren de la dieta 2 (sacha inchi al 10%), teniendo mayor comportamiento de peso inicial la dieta 2.

Tabla 3 | Indicadores productivos en gallinas ponedoras en prueba de digestibilidad con dietas a base de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) con diferentes inclusiones

Indicadores	Control	Dieta 1 (Inclusión Sacha inchi 5 %)	Dieta 2 (Inclusión Sacha inchi 10 %)
Peso inicial, kg	1,6±0,16^{a}	1,62±0,04^{a}	1,7±0,076^{b}
Peso final, kg	1,60±0,15^{a}	1,75±0,14^{b}	1,59±0,04^{a}
Conversión alimenticia	2,51±0,37^{a}	3,37±0,47^{b}	2,47±1,17^{a}
♯ de huevo, U	85,33±12,5^{c}	52±4,35^{b}	36,6±2,08^{a}
Peso del huevo, g	65,2±4,97^{b}	47,69±3,14^{a}	63,1±3,21^{b}
Masa del huevo, g	45,01±5,4^{b}	26,11±6,0^{a}	22,21±0,50^{a}
Total del peso del producto, kg	5,5±0,75^{b}	2,47±0,23^{a}	2,31±0,05^{a}
% de postura	71,11±10,42^{c}	54,16±4,54^{b}	38,19±2,17^{a}

Por otro lado, el peso final, se aprecia una diferencia significativa entre la dieta del 5% y las otras dos (control y 10% sacha inchi), mostrando la dieta 1 un incremento de 0,16 g. La conversión alimenticia se halló diferencias significativas en la dieta control (2,51) y dieta 2 (3,37) con respecto a la dieta 1 (2,47) es significativamente mejor, sugiriendo una eficiencia inferior en la conversión de alimento en peso corporal.

La variable número de huevos se encontró diferencias significativas entre todas las dietas, la dieta control se obtuvo mayor cantidad de huevos (33) que las restantes dietas, la de

menos producción de huevos fue la dieta de mayor consumo de Sacha inchi. El peso del huevo hubo diferencias significativas entre los tratamientos control (65,5 g) y dieta 2 (47,69 g) con respecto a la dieta 1 (47,69 g), se reflejó mayor peso en la dieta control. Mientras que la masa del huevo se halló diferencias significativas entre las dietas 1 y 2 (26,11 y 22,21 g) respectivamente con respecto a la dieta control (45,01g) donde se obtuvo un mejor resultado.

El total del peso del producto se encontró diferencias significativas en la dieta1 (2,47 kg) y dieta 2 (2,31 kg) con respecto a la dieta control (5,5 kg) el cual fue considerablemente más alto. El porcentaje de postura fue más alto en el grupo control (71,11) en comparación con las dietas 1 y 2, seguido por la dieta de Sacha inchi al 5% que representó un porcentaje de postura de 54,16 y se concluyó que la dieta 2 (38,19) representó el valor más bajo.

3.2. Indicadores de Calidad del huevo

La **Tabla 4** presenta resultados de los indicadores de calidad de huevo en gallinas ponedoras en prueba de digestibilidad con dietas a base de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), a diferentes inclusiones. El peso del huevo tuvo diferencias significativas a (p$\{}leq$ 0,05) en cada una de las dietas, disminuyendo significativamente (p <0,05) con la inclusión de Sacha inchi, siendo la dieta 2 la que presenta el menor peso. El pH de la clara se evidenció que en la dieta 1 (8,29) no se encontró diferencias significativas con la dieta control (8,14), pero si existió diferencias significativas con la dieta 2 en la que se observó una tendencia a la alcalinidad.

Tabla 4 | Indicadores de calidad de huevo en gallinas ponedoras en prueba de digestibilidad con dietas a base de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), a diferentes inclusiones

Indicadores	Control	Dieta 1 (Inclusión Sacha Inchi 5%)	Dieta 2 (Inclusión Sacha Inchi 10 %)
Peso del huevo, g	67,33±3,66^{c}	63±4,09^{b}	58,16±2,48^{a}
pH clara	8,14±0,59^{a}	8,29±0,18^{ab}	8,47±0,42^{c}
pH yema	7,8±0,95^{ns}	7,77±0,65^{ns}	7,80±1,2 ^{ns}
Índice de yema	0,45±0,02^{b}	0,38±0,02^{a}	0,41±0,04^{ab}
Índice de albumen	0,84±0,23^{ab}	1,02±0,13^{b}	1,07±0,28^{bc}
Índice de cáscara	13,09±1,39^{b}	12,70±1,34^{a}	13,21±1,29^{b}
Índice de forma	79,10±1,72^{ns}	63±4,09^{ns}	58,16±2,48^{ns}
UH	88,01±8,29^{b}	90.42±5.04^{bc}	91,66±4,45^{bc}

En el pH yema no hubo diferencias significativas entre las dietas, teniendo en cuenta que el pH de un huevo fresco está entre 7,6 y 8,5. En el índice de yema en la dieta 2 (0,41) no se evidenció diferencias significativas con la dieta 1 (0,38) y dieta control (0,45), pero se evidenció menor (p <0,05) en la dieta 1 en comparación con el control y la dieta 2, es así que se tuvo como mejor respuesta a la dieta 2, teniendo presente que el índice mencionado normal está aproximadamente en 0,40 – 0,42. En el índice de albumen fue mayor (p <0,05) en las dietas 2 y 3 en comparación con el tratamiento control.

En la calidad del índice de cáscara se encontró diferencias significativas en la dieta control (13,09) y dieta 2 (13,21) con respecto a la dieta 1(12,70), este indicador constituye un factor muy importante para la seguridad alimentaria del huevo, ya que, si está dañada o si carece de cutícula, los huevos son más susceptibles a contaminarse por bacterias. En el índice de forma no hubo diferencias significativas en las dietas considerando que el rango óptimo está dentro de 72 a 76, con los resultados se halló que la dieta control sobrepasó, mientras que la dieta 1 y dieta 2 se encontró por debajo del rango óptimo. En la UH (Unidades de Haugh) no hubo diferencias significativas entre las dietas experimentales. De acuerdo con la descripción cualitativa la dieta control (88,01) resultó "muy bueno" con respecto a la dieta 1(90,42) y dieta 2 (91,66) que clasificaron como "excelente".

3.3. Discusión

3.3.1. Coeficientes de digestibilidad

3.3.1.1. Digestibilidad de nutrientes

En el sistema digestivo de las gallinas, el alimento pasa muy rápidamente por el intestino delgado que está conformado por tres compartimentos: duodeno, yeyuno e íleon, en el duodeno, las sales biliares y el jugo pancreático participan en el proceso de digestión y absorción, es aquí también donde intervienen diferentes enzimas pancreáticas que reducen el tamaño de las partículas que son absorbidos en el tramo del yeyuno e íleon por las células epiteliales y transportados por la circulación sanguínea hacia lugares donde se usarán en el organismo o bien en la formación del huevo (Chanidapha et al. 2022); los nutrientes no absorbidos serán utilizados por bacterias en los ciegos (Barroeta. Verge y Ciria. 2022).

Los coeficientes de digestibilidad menor de la MS que se observaron en las dietas de las gallinas que consumieron sacha inchi al 5 y 10%, pudo estar relacionado con la naturaleza de la fibra que posee esta semilla vegetal refieren (Scull Idania et al. 2023), ya que está compuesta de polisacáridos no amiláceos, oligosacáridos y lignina que escapan a la digestión y a la hidrólisis enzimática en el tracto digestivo de las aves, lo que reduce la digestibilidad de la materia seca, lo cual las aves hacen un bajo aprovechamiento porque no tienen enzimas necesarias para digerir completamente la fibra (Tejeda y Kim. 2021).

Sustentado en lo anterior, (Jaramillo Ordoñez, Rodríguez Bravo y Rodríguez Saldaña. 2018) mencionan que una limitante de los monogástricos (aves y cerdos) es que no producen enzimas que les permitan degradar la fibra que se encuentra en los alimentos de origen vegetal, ya que la fibra insoluble presente en ello es causante de aumentar la viscosidad del contenido intestinal limitando la absorción de nutrientes y como consecuencia disminuye el crecimiento del animal.

En este sentido (Mariño-Guerrero y Roa-Vega. 2021) con el fin de reemplazar fuentes de proteína como harina de carne y torta de soya utilizaron la harina de Cayeno (*Hibiscus rosa sinensis*) sin y con probiótico (*Lactobacilius acidophilus*) más pectina al 6% en pollos de engorde donde obtuvieron coeficientes de digestibilidad de la MS de 91 y 93% respectivamente mucho más alto que los encontrado en este estudio.

El aprovechamiento de la MO está dentro de los parámetros referidos en la literatura para las gallinas ponedoras entre 60 a 80% (Yu et al. 2019), el mayor CDMO fue para el tra-

tamiento control (89,10%), similar coeficiente resultó para la dieta con la inclusión de Sacha inchi al 10% (83,80%), lo cual pudo estar relacionado con la composición de la dieta fundamentalmente la fibra de esta dieta fue menor con aportes de 4,03%.

Ambas dietas experimentales con la inclusión de Sacha inchi al 5 y 10% presentaron menores coeficiente de aprovechamiento de la proteína, lo que pudo estar relacionado con la composición de la fibra (lignina y celulosa) de esta materia prima utilizada, además de los compuestos polifenólicos que presenta (Alcívar et al. 2020), que al unirse con las proteínas disminuyen su digestión contribuyendo a una baja digestibilidad de la proteína, unido a que las gallinas no tienen las enzimas necesarias para digerir completamente la fibra, lo que reduce la digestibilidad de la proteína.

Según la afirmación de (Sotto Agüero et al. 2014) valores elevados de fibra en la dieta de las aves, disminuye la digestibilidad del alimento e incrementa el tiempo de permanencia en el tracto digestivo. Los autores (Thanapal. Hong y Kim. 2020) observaron que en gallinas ponedoras Hy-Line Brown con levadura dietética no tuvo diferencias significativas sobre la digestibilidad de nutrientes de MS y energía con dietas de alta densidad o baja densidad.

A pesar de que los CDA de la grasa en las dietas experimentales fueron menores (81, 35%) y (88, 63%) respectivamente que para el tratamiento control, no obstante, estos valores se encuentran dentro de los rangos encontrados en otros estudios utilizando Moringa oleífera manifestaron 72,1%, 69,1% y 60,6% del CDG en diferentes líneas de gallinas ponedoras (Sebola. Mlambo y Mokoboki. 2017). (Viamonte-Garcés et al. 2020) y (Goyal et al. 2022) señalan que el Sacha inchi aporta altos contenidos de ácidos grasos (omega-3 y omega-6) que puede contribuir a mejorar la producción de huevos, la calidad de la cáscara y la salud general pueden ser una fuente alternativa de energía esencial para las gallinas ponedoras.

(Fonseca y Roa. 2022) observaron que la inclusión de HCY (harina de cayeno) al 5% sin probiótico, HCJ (harina de cajeto) al 10% con y sin probiótico mostraron diferencia significativa en la materia seca, entre los valores dados por las dietas con adición de probióticos, por ende, señalando un mayor consumo en la dieta con probióticos. También reportaron diferencias significativas en coeficientes de digestibilidad de nutrientes y retención de la materia seca en la semana 24 en el período de alimentación en gallinas ponedoras suplementadas con probiótico (*Pediococcus acidilactici)*. Además, sugieren que la digestibilidad ileal de materia seca, cenizas, y energía es menor con la dieta sin aditivos como levaduras y mananoligosacáridos.

De igual modo el consumo de grasa exhibió diferencias significativas entre tratamientos, mostrando que los valores más bajos los obtuvieron en los tratamientos en HCY y HCJ del 5% sin probiótico, mientras que el tratamiento de 5% de reemplazo con probiótico presentó el mayor consumo de grasa. Incluso el componente de fibra cruda obtuvo un mayor valor en el tratamiento de reemplazo del 10% con probiótico, mostrando diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Otros autores como (Sánchez-Torres et al. 2022) reportaron un efecto antinutricional de la fibra soluble debido al engrosamiento de la mucosa del intestino que disminuye la digestión. Pero esta variable puede ser influenciada por el tipo de ave, su edad y clase de fibra, tal como que no se evidenciaron resultados distintos en los parámetros productivos de las aves, pero aumenta la digestibilidad de los nutrientes. Por lo tanto, (Buitrago-Guillen, Samir y Narváez-Solarte. 2020) mencionan que el consumo de ramio en monogástricos en raciones mezcladas con un porcentaje de inclusión mayor al 20% tiene un efecto reductor en el consumo y la digestibilidad del alimento, lo que conlleva a respuestas negativas en el desempeño productivo de los animales. Este efecto de la reducción del consumo y la digestibilidad de la materia seca puede relacionarse con el contenido de fibra de la planta.

3.3.1.2. Digestibilidad de minerales

El coeficiente de digestibilidad del Ca en las dietas experimentales (Sacha inchi al 5% y 10%) tuvo una absorción similar a las aves que consumieron la dieta control y el Zn resultó significativamente más bajo que el control, quizás esto no resultaron más altos producto que el Sacha inchi contiene fitatos, saponinas, taninos y alcaloides lo que puede reducir la absorción de minerales esenciales como el calcio, hierro y el zinc, dificultando su absorción por parte de las gallinas ponedoras (Bravo y Guamán. 2023), al respecto (Bedford y Apajalahti. 2021) refieren que las fitasas pueden mejorar la digestión de minerales, aminoácidos y energía a su vez como resultado, reducir la disponibilidad de nutrientes en el intestino delgado para la microbiota.

El calcio y el fósforo son macrominerales necesarios para el desarrollo del sistema óseo la calcificación de los huesos y la formación de cáscara del huevo, intervienen en procesos metabólicos. Es importante la relación calcio: fósforo (Barroeta. Verge y Ciria. 2022). Es así como (Rengifo y Ortiz. 2022) manifiestan que la composición química de la semilla de sacha inchi es muy rica en minerales esenciales dietéticos, como magnesio (3210 mg/kg), calcio (2406 mg/kg), zinc (49 mg/kg), potasio (5563,5 mg/kg), hierro (103,5 mg/kg), sodio (15,4 mg/kg) y cobre (12,9 mg/kg), teniendo en cuenta que el potasio es el mineral más presente en esta semilla. (Soler Castillo y Bueso Ródenas. 2018) mencionan que la principal fuente de Ca la constituye la dieta, almacenándose Ca en los huesos durante los periodos en los que no se está formando la cáscara, a modo de Ca3 (PO4)2.

También que, durante el inicio del proceso de formación de la cáscara, la gallina multiplica por dos su capacidad de absorción intestinal de Ca, ayudada por la acción de la vitamina D, pasando durante la formación de la cáscara del 40 al 80%. Pero menciona (Alves do Nascimiento et al. 2018) que el exceso de Ca interfiere con la disponibilidad de otros minerales, como el P, Mg, Zn y diluye otros componentes, además de hacer la dieta menos apetecible.

3.3.1.3. Indicadores productivos

Los resultados destacan que en la inclusión de Sacha inchi utilizada en niveles de inclusión del 10% como alternativa de fuente proteica para la elaboración de balanceados para gallinas ponedoras tuvo similar comportamiento en algunos indicadores productivos con la dieta control, no así para el número de huevos, masa y porcentaje de postura

esto puede atribuirse que el Sacha inchi contiene sustancias antinutricionales como la presencia de fenoles, flavonoides, taninos, glucósidos cardíacos, esteroides y los terpenoides principalmente en las cáscaras de las semillas (Kodahl y Sørensen. 2021), esto influye en que quizás no permitan la asimilación de las bondades que aportan los ácidos grasos que posee este vegetal.

Cabe considerar, por otra parte, que el tratamiento de aves que consumieron dieta de Sacha inchi al 10% mostraron menor conversión alimenticia, similar peso final y peso de los huevos que el tratamiento control. Dentro de este contexto (Carranco-Jáuregui et al. 2020) utilizaron otras fuentes de proteína vegetal en gallinas ponedoras con harina de *Tithonia diversifolia* con niveles de inclusión de (5%, 10%, y 15%) y no observaron diferencias significativas en la postura, peso de huevo, consumo de alimento, conversión alimentaria y masa de huevo entre los de harina, sin embargo, destacaron cambios en el color de la yema y en los valores colorimétricos.

En otro estudio realizado por (Fernández-Ruelas et al. 2022) donde se utilizó harina de hoja de moringa (HHM) como suplemento alimenticio en diferentes niveles (0%, 1% y 2%) mostrando un impacto positivo en la conversión alimenticia y cierta tendencia al incremento en el peso de los huevos. Además, mientras que con sacha inchi al 10% se obtuvo mejoras en el peso final y la conversión alimenticia, además un efecto positivo en el número de huevos y el peso del huevo, aspectos no destacados con el HHM.

Estas divergencias podrían atribuirse a las propiedades nutricionales específicas de cada aditivo, sería relevante explorar cómo la combinación o comparación de ambos aditivos podría influir en sinergias o contrapesos, ofreciendo un enfoque integral para optimizar la producción de gallinas ponedoras.

(Cadillo. Cumpa y Galarza. 2019) observaron que al utilizar torta de palmiste en tres niveles (0, 3 y 6%) no presentaron cambios significativos en el peso del huevo, de igual manera (Romero-Yerena et al. 2022) señalaron que la Moringa en niveles de 3 y 6% no presentaron datos significativos en características productivas ni su peso. En contraste, con los resultados en esta investigación se muestra una reducción significativa en el peso del huevo a medida que se incrementa la inclusión de Sacha inchi. Estas discrepancias resaltan la importancia de seleccionar cuidadosamente los ingredientes en las dietas de gallinas ponedoras ya que pueden tener efectos variables en la producción de huevos, la calidad y la productividad de las aves pueden verse influenciadas por las interacciones complejas entre ingredientes específicos, destacando la necesidad de ajustar las formulaciones de dieta según los objetivos específicos de producción.

Finalmente (Salcedo. 2022) determinó que con la inclusión de diferentes niveles de harina de soya con hidrolizado de pescado (FPI) (3,4%, 4% y 4,5%) no afectaron la mortalidad, color de yema y grosor de cáscara. Sin embargo, hubo diferencias significativas en ganancia de peso, número de huevos y porcentaje de postura, con respecto a la dieta control Sacha inchi 10% presento menor peso final y producción de huevos, mostrando un valor menor en la conversión alimenticia mientras, que en la dieta control y Sacha inchi 5% fue mayor.

3.3.1.4. Indicadores de calidad de huevo

Para la línea Hy-Line Brown (Chavarría et al. 2021) en la edad de 41-60 semanas el peso del huevo se encuentra en 62,37 gramos, también este indicador va en aumento conforme avanza la edad de las aves, el indicador índice de yema está en 0,42 y las UH se encuentran en 85,24.

Con la inclusión (Castiblanco. Valdivié y Martínez. 2021) del 10% granos secos de destilería con solubles (DDGS) mejoró el peso del huevo en 1.85 g con relación al control, sin embargo, la inclusión de 20% de DDGS mostró los valores más bajos, además este estudio evidenció mayor intensidad en el color de la yema, la altura del albumen y la unidad Haugh no cambiaron con las dietas, la inclusión del 30% de DDGS no afectó la síntesis de proteína en el albumen. En cuanto a los resultados obtenidos en (Galamitis et al.2021) el indicador del pH de la albúmina y de la yema fue mayor en el grupo Sal-1,0% (salvia al 1,0%) mientras que el pH de la yema también fue mayor en el grupo Sal-0,5% (salvia al 0,5%).

En una investigación con (Leke et al. 2019) la suplementación de harina de hojas de papaya hasta el 10% no mostró efectos negativos en las cualidades de los huevos como: el peso, UH, índice de yema y grosor de la cáscara. También mencionaron que la harina de cáscara de papaya al igual no mostró un efecto negativo respecto al índice de yema e índice de albumen. Con la inclusión de Sacha inchi al 5% fue la mejor en el índice de yema, por el contrario, en la dieta control que nos indica que se ha ido generando mayor elasticidad y que ha ido perdiendo agua. Además, de acuerdo con (Oyuela Andrea y Rubio Sarah. 2023) la inclusión de semilla de chía incrementó el grosor de la cáscara del huevo, así mismo gallinas alimentadas con una suplementación del 12% de CSM (harina de semilla de algodón) tuvieron una mayor proporción en la cáscara del huevo y el grosor de la cáscara (Mu et al. 2019).

En cuanto a las Unidades de Haugh estas correlacionan la altura de la clara con el peso del huevo, los valores en todos los tratamientos T1, dieta control, sin torta de palmiste y sin $\{}beta$-glucanasa y xilanasa; T2, dieta sin torta de palmiste y 0.05% de $\{}beta$-glucanasa y xilanasa; T3, dieta con 3% de torta de palmiste y sin $\{}beta$-glucanasa y xilanasa; T4, dieta con 3% de torta de palmiste y 0.05% de $\{}beta$-glucanasa y xilanasa; T5, dieta con 6% de torta de palmiste y sin $\{}beta$-glucanasa y xilanasa y T6, dieta con 6% de torta de palmiste y 0.05% de $\{}beta$-glucanasa y xilanasa (Cadillo. Cumpa y Galarza. 2019) fueron superiores a 90 (calidad excelente), debido en parte a la frescura del huevo. Las unidades de Haughh para la inclusión del 5% y 10% de Sacha inchi se han categorizado como “Excelente” y en la dieta control como “Muy bueno” con una diferencia de 3,03 con respecto a las dos dietas con inclusión de sacha inchi.

4. Conclusiones

La inclusión de la harina de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) al 10% no afectó los coeficientes de digestibilidad aparente de la MS, MO, FB, grasa, EM, Ca, P, K y Na lo que puede ser utilizado como materia prima para la formulación

de dietas en gallinas ponedoras, sin afectar negativamente la utilización de nutrientes en el tracto digestivo de las aves y la calidad de los huevos.

La inclusión de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) al 10% demostró que en gallinas ponedoras Hy-line Brown mejoró los indicadores productivos en la conversión alimenticia.

Los indicadores de calidad señalan que el peso del huevo fue mayor en la dieta control, sin embargo, el peso con la inclusión de Sacha inchi al 5% también sobresalió y siendo de menor peso del huevo con la inclusión de Sacha inchi al 10%. En cuanto al índice de yema y las Unidades de Haugh con la inclusión de Sacha inchi al 5% y 10% se obtuvieron resultados positivos para la implementación en la dieta de gallinas ponedoras.

Continuar con estudios de la incidencia de los polifenoles del Sacha inchi en las dietas para gallinas ponedoras como posible causa de los bajos coeficientes de digestibilidad de la PB, Cu y Zn en las gallinas ponedoras que consumieron Sacha inchi.

Contribuciones de los autores

Jhoana Maricela Ortega Ambuludi: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Noelia Jazmín Cagua Tirira: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

María Isabel Viamonte Garcés: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

ALCÍVAR, J.L, et al. Technical note on physical-chemical composition of Sacha inchi (Plukenetia volubilis) cake. Cuban Journal of Agricultural Science [en línea], 2020, 54 (1), 19-23. Disponible en: https://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/934/1002

ALVES DO NASCIMENTO, Lucélia, et al. Dietas de poedeiras com diferentes níveis de cálcio e óleo com 73 semanas de idade. ZOOTECNIA BRASIL [en línea], 2018. Disponible en: http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-2498.pdf

BARROETA, A, VERGE, G y CIRIA, N. Alimentación de gallinas ponedoras. En línea. Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. Universidad Autónoma de Barcelona., E08193 Bellaterra, Barcelona, España. Bellatera, 2020. Disponible en: https://www.institutohuevo.com/wp-content/uploads/2020/03/AlimentaciÃşn-de-las-gallinas-ponedoras-extenso-revision-web-1.0.pdf

BAUZÁ, Roberto, et al .Digestibilidad fecal aparente de partidas de sorgo con diferentes contenidos de taninos, sometidos a distintas tecnologías de procesamiento en cerdos. Agrociencia Uruguay [en línea], 2016, 20(1), 79-89. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v20n1/v20n1a10.pdf

BEDFORD, Michael y APAJALAHTI, Juha. The role of feed enzymes in maintaining poultry intestinal health. Journal of The Science of Food and Agriculture [en línea], 2021, 102(5). doi: 0.1002/jsfa.11670. Disponible en: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jsfa.11670

BUITRAGO-GUILLEN, María, SAMIR Diego y NARVÁEZ-SOLARTE William. Boehmeria nívea (L.) Gaudich (Urticales: urticaceae): alternativa forrajera para la alimentación animal sostenible. BOLETÍN CIENTÍFICO CENTRO DE MUSEOS MUSEO DE HISTORIA NATURAL [en línea], 2020, 24(2), 58. ISSN 2462-8190. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v24n2/0123-3068-bccm-24-02-53.pdf

BRAVO GUARANDA, José Enrique y GUAMÁN NINA, Doris. "ESTUDIO DEL EFECTO DE TRATAMIENTOS HIDROTÉRMICOS SOBRE EL CONTENIDO DE ANTINUTRIENTES Y CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE LA SEMILLA DE SACHA INCHI (PLUKENETIA VOLUBILIS)" [en línea]. Trabajo de titulación, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2023. Disponible en: https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b724e04c-7f2c-4cdd-ba6e-7adc27216d6e/content

CADILLO, José, CUMPA, Marcial y GALARZA, José. Rendimiento productivo y calidad de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con torta de palmiste (Elaeis guineensis) y enzimas $\{}beta$-glucanasa y xilanasa. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [en línea], 2019, 30(2), 684–688. doi: 10.15381/rivep.v30i2.16079. Disponible en: https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/16079

CHANIDAPHA, Kanmanee, et al. Effects of Dietary Supplementation with Red Yeast (Sporidiobolus pararoseus) on Productive Performance, Egg Quality, and Duodenal Cell Proliferation of Laying Hens. Animals [en línea], 2022, 12, 238. doi:10.3390/ani12030238. Disponible en: https://www.mdpi.com/journal/animals

CARRANCO-JÁUREGUI, María, et al. Inclusión de harina de Tithonia diversifolia en raciones para gallinas ponedoras de primer ciclo y su efecto sobre la pigmentación de yema de huevo. Revista mexicana de ciencias pecuarias [en línea], 2020, 11(2), 362. doi: 10.22319/rmcp.v11i2.5090. ISSN 2448-6698. Disponible en: https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/5090

CASTIBLANCO, F, VALDIVIÉ, M, y MARTÍNEZ, Y. Efecto de niveles de inclusión de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras Hy-Line Brown. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas [en línea]. 2021, 55(4), 391-402. ISSN: 0864-0408. Disponible en: https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=653769967005

CHAVARRÍA, Sianny, et al. Rendimientos productivos, morfología y microbiología de los huevos de gallinas Hy-Line Brown, Novogen, Rhode Island Red y Sex Link. UNED Research Jorunal [en línea], 2021, 13(2). doi: 10.22458/urj.v13i2.3459. Disponible en: https://revistas.uned.ac.cr/index.php/cuadernos/article/view/3459

CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL B.P (org.). Ficha Sectorial Producción De Huevos De Aves De Corral. Corporación Financiera Nacional B.P [en línea], 2023. Disponible en: https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Produccion-de-huevos.pdf.

El sector avicultor y su aporte en la generación de fuentes de empleo en el Ecuador. En línea. CONAVE (Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador). 11/03/2022. Disponible en: https://conave.org/el-sector-avicultor-y-su-aporte-en-la-generacion-de-fuentes-de-empleo-en-el-ecuador/.

FERNÁNDEZ-RUELAS, Eliseo, et al. Respuesta productiva de la inclusión de moringa (Moringa oleífera) en la alimentación de gallinas en el segundo periodo de producción. Ariotake -Revista de Investigación Veterinaria y Amazonía [en línea],2022, 1(2),5–6. doi: 10.55873/ariva.v1i2.187. ISSN 2810-8787. Disponible en: https://revistas.unamad.edu.pe/index.php/ariva/article/view/187

FONSECA, Fabio y ROA, María. Inclusión de harina de cayeno (Hibiscus rosa-sinensis), cajeto (Trichanthera gigantea) y probiótico (Saccharomyces cerevisiae), sobre los parámetros productivos y digestibilidad en pollos de engorde. Sistemas de Producción Agroecológicos [en línea], 2022, 13(1), 31–34. doi: 10.22579/22484817.883. Disponible en : https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/

article/view/883

GOYAL, Ankit, et al. Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.): An emerging source of nutrients, omega-3 fatty acid and phytochemicals. Food Chemistry [en línea], 2022, 373. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131459. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814621024651?via%3Dihub

GALAMATIS, Dimitrios, et al. Effects of Dietary Supplementation of Salvia officinalis L. in Organic Laying Hens on Egg Quality, Yolk Oxidative Stability and Eggshell Microbiological Counts. Animals[en línea], 2021, 11(9),2-17. doi: 10.3390/ani11092502. Disponible en: https://www.mdpi.com/2076-2615/11/9/2502

INEC (INSTITUTO DE ESTADÍSTICAS Y. CENSOS (org.). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. En línea. INEC. 2023. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf

INDECOPI (org.). Sacha inchi. En línea. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. 2018. Disponible en: https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/2291514/Boletin+N$^\circ$+7+-+Sacha+inchi.pdf/dd949728-fe4b-6bcc-1130-b09261758790.

JARAMILLO ORDOÑEZ, Michelle, RODRÍGUEZ BRAVO, Mateo y RODRÍGUEZ SALDAÑA, Diego. Rolde las enzimas en la alimentación de mono-gástricos, con énfasis en pollos de engorde. Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal [en línea], 2018, 2(3). ISSN: 2602-8220. Disponible en: https://revistaecuatorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/89/86

KODAHL, Nete y SØRENSEN, Marten. Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.) Is an Underutilized Crop with a Great Potential. Agronomy [en línea], 2021, 11(6). doi: 10.3390/agronomy11061066. Disponible en: https://www.mdpi.com/2073-4395/11/6/1066

LATIMER, Dr George (ed.). Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. IN FOOD E AGRICULTURE, WE SET THE STANDARD. 22a ed. Vol. 2. 2023. ISBN 978-0-19-764909-1

LEKE, Jein Rinny, et al. Nutritional characteristics and quality of eggs from laying hens fed on a dried papaya peel meal diet. Animal production [en línea], 2019, 20(3), 147-154. Disponible en: https://animalproduction.net/index.php/JAP/article/view/704

Mcdonald, P, et al. Longman Scientific and Technical publishers, Animal nutrition, 4th ed, New York, 2005, 200–216

MARIÑO-GUERRERO, Iván y ROA-VEGA María. Parámetros productivos y digestibilidad de pollos, utilizando cayeno (Hibiscus rosa-sinensis) y probiótico (Lactobacilius acidophilus) más pectina. [en línea], Orinoquia, 2021, 25(1), 40–42. doi: 10.22579/20112629.654. ISSN 011-2629. Disponible en: https://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/654/1183

MU, Yang, et al. The effects of dietary cottonseed meal and oil supplementation on laying performance and egg quality of laying hens. [en línea], Food Science & Nutrition, 2019, 7(7), 2436-2447. Disponible en: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fsn3.1112

OYUELA ZAVALA, Andrea, RUBIO MOLINA, Sarah. Efecto de dietas convencionales y alternativas con omega 3 en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano [en línea], 2023. Disponible en: https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/eb293727-e20f-41c8-9871-9fc69e665938/content

PATIÑO, Juan, GUERRA, Carlos y MOSQUERA, Jaime. Comportamiento productivo y económico de gallinas de postura Hy-Line Brown en semipastoreo con la inclusión de dos tipos de dietas. Revista Universidad Católica de Oriente [en línea], 2020, 31 (46),131. Disponible en: https://revistas.uco.edu.co/index.php/uco/article/view/322/400

PAREDES, Manuel, et al. Efectos de la semilla de linaza (Linum usitatissimum L) como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya en dietas de pavo sobre el crecimiento, rendimiento de carcasa, parámetros hematológicos y metabolitos lipídicos Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [en línea], 2022, 33(2), 3. doi: 10.15381/rivep.v33i2.22581. ISSN 1609-9117. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172022000200002&script=sci_arttext

ROMERO-YERENA, Armando, et al. EFFECT OF THE ADDITION OF MORINGA (Moringa oleífera) IN THE DIET OF SEMI-HEAVY HENS ON THE POST-MOULT RECOVERY AND EGG QUALITY. Tropical and Subtropical Agroecosystem [en línea], 2022, 25 (2), doi: 10.56369/tsaes.4074. ISSN 1870-0462. Disponible en: https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/4074

ROSTAGNO, Horacio, et al. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales [en línea]. Universidad Federal de Viçosa Departamento de Zootecnia 2017. Disponible en: https://eliasnutri.files.wordpress.com/2018/09/tablas-brasilec3b1as-aves-y-cerdos-cuarta-edicion-2017-11.pdf

RENGIFO, Fernando y ORTIZ, Diana. Estado del arte de las propiedades nutricionales del sacha inchi (plukenetia volubilis). Revista Negonotas Docentes [en línea], 2022, 20,66–78. doi: 10.52143/2346-1357.958. Disponible en: https://revistas.cun.edu.co/index.php/negonotas/article/view/958

SALCEDO MOSQUERA, Luis Gustavo. Efecto de seis dosis de hidrolizado de pescado sobre el desempeño productivo de gallinas ponedoras Lohmann Brown. En línea. Tesis de grado. Universidad de las Fuerzas Armadas, 2022. Disponible en : https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/35903/1/IASA%20I-TT-0034.pdf.

SÁNCHEZ-TORRES, Laura, et al. Fibra como prebiótico para aves de producción: una revisión. Revista Abánico Veterinario [en línea], 2022, 7–8. doi: 10.21929/abavet2022.24. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/pdf/av/v12/2448-6132-av-12-e2022-16.pdf.

Scull Idania, Yaneisy et, al. Chemical characterization of Plukenetia volubilis (Sacha inchi) cake cultivated in Cuba. Technical note. Cuban Journal of Agricultural Science [en línea], 2023, 57, 1-6. Disponible en: https://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/1075/1432

SEBOLA, N.A, MLAMBO, V y MOKOBOKI, H.K. Chemical characterisation of Moringa oleifera (MO) leaves and the apparent digestibility of MO leaf meal-based diets offered to three chicken strains. Agroforest Systems [en línea], 2017. 93, 149-160. doi: 10.1007/s10457-017-0074-9. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-017-0074-9

SOLER CASTILLO, Ramiro y BUESO RÓDENAS, Joel. Análisis de las alteraciones de la cáscara del huevo de gallina. Nereis. Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación [en línea], 2018, 143. ISSN 1888-8550. Disponible en: https://revistas.ucv.es/nereis/index.php/Nereis/article/view/388/327

SOTTO AGÜERO, Víctor, et al. Inclusión de la harina de Pennisetum purpureum enriquecida con ensilado biológico de pescado en dietas para codorniz en la etapa de crecimiento-ceba. Revista de Producción Animal [en línea], 2014, 26 (3). Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/268092303.pdf

TEJED, Oscar y WOO Kim. Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition. Animals, 2021, 11(2), 461. doi : 10.3390/ani11020461 Disponible en : https://www.mdpi.com/2076-2615/11/2/461

THANAPAL, Pl, HONG, Iki y Kim Ihi. Influence of Low and High-density Diets with Yeast Supplementation on Feed Intake, Nutrient Digestibility, Egg Production and Egg Quality in Hy-line Brown Laying Hens. Brazilian Journal of Poultry Science [en línea], 2020, 23 (03). ISSN:1516-635X 2021. Disponible en: https://www.scielo.br/j/rbca/a/YmDF5KG88zKjvc8sf4MdhtK/?lang=en#:~:text=The%20inclusion%20of%20yeast%20supplementation,in%20HD%20and%20LD%20diets

Viamonte-Garcés, María Isabel, et al. Chemical characterization and fatty acid profile of sacha inchi flour (Plukenetia volubilis) as raw material, in the elaboration of diets for animal use. MOL2NET [en línea], 2020, 6, doi :10.3390/mol2net-06-xxxx. Disponible en : https://sciforum.net/manuscripts/8812/manuscript.pdf

YU, Caiyun, et al. Effects of star anise (Illicium verum Hook.f.) essential oil on nutrient and energy utilization of laying hens. Animal Science Journal [en línea], 2019, 90(7), 880–886. doi: 10.1111/asj.13221. Disponible en: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/asj.13221