

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



ESCUELA DE POSGRADO

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE
CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN Y BIENESTAR ANIMAL**

**EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN CON SUBPRODUCTOS
DE CACA O (*Theobroma cacao L*) EN POLLOS CRIOLLOS
MEJORADOS**

Autora:

Mg. Yoany Diana Leiva Villanueva

Asesores:

Ph.D. Elias Salvador Tasayco

Ph.D. Ives Julian Yoplac Tafur

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

DATOS DEL ASESOR DE LA TESIS

Ph.D. Elias Salvador Tasayco

DNI. 21846682

Registro ORCID: 0000-0002-4298-7144

<https://orcid.org/0000-0002-4298-7144>

Ph.D. Ives Julian Yoplac Tafur

DNI. 33432054

Registro ORCID: 0000-0001-9524-1584

<https://orcid.org/0000-0001-9524-1584>

Campo de la Investigación y el Desarrollo, según la Organización para la Cooperación y el
Desarrollo Económico (OCDE)

4.02.01 -- Ciencia animal, Ciencia de productos lácteos

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS DE MAestrÍA ()/DOCTORADO () EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Leiva Xillanueva, Yeany Diana

DNI N°: 44126192

Correo electrónico: yeany.leiva@untram.edu.pe

Nombre de la Maestría () / Doctorado (X): Biocías para el Suroeste Andino: un Modelo en Producción y Biotecnología Animal.

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____

DNI N°: _____

Correo electrónico: _____

Nombre de la Maestría () / Doctorado (): _____

2. Título de la tesis para obtener el grado académico de Maestro () / Doctor (X)

Efecto de la alimentación con subproductos de leche (Theobroma cacao L) en pollos criollos mejorados.

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Ph.D. Alexander Tanyco, Einar

DNI, Pasaporte, C.E N°: 21846682

Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0002-4292-7144>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: Ph.D. Yoploc Tafur, Iván Julián

DNI, Pasaporte, C.E N°: 33432054

Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0001-9524-1584>

4. Campo del conocimiento según Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html

4-02-01 - Crianza animal, Crianza de productos lácteos

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 15 de septiembre de 2022

Firma del autor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 1

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y vida.

A mis padres Consuelo y Víctor por su amor y confiar en mí siempre.

A mi hijo Ethan por estar en mi vida y enseñarme a ser mejor cada día.

A mi esposo Milton, por su compañía y apoyo en esta meta.

A mi hermana Milly, hermanos Ronald, Victor y Wuillian y tía Elva por su apoyarme siempre y estar conmigo a pesar de la distancia.

AGRADECIMIENTO

Al Ph.D. Elías Salvador Tasayco y Ph.D. Ives Julian Yoplac Tafur, por el asesoramiento y apoyo en las diferentes etapas del trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM) por ofrecer una media beca para el inicio de mi doctorado.

A la Dra. Ilse Silvia Cayo Colca por brindarme la oportunidad y gestionar para acceder a una beca integral del doctorado.

Al Ing. Wigoberto Alvarado Chuqui, director del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología (IGBI) Chachapoyas, por facilitarme las instalaciones para realizar el presente trabajo de investigación.

Al Mg. Nilton Luis Murga Valderrama por las gestiones realizadas en la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología (FIZAB) a fin poder hacer posible la continuidad del presente doctorado

Los docentes de la FIZAB -UNTRM que me han apoyado con la carga laboral, lo que ha permitido continuar mis estudios.

Al Proyecto Concytec del Banco Mundial, a través de su unidad ejecutora ProCiencia por en su mayoría apoyar con el financiamiento del doctorado.

A Sr. Marco Centurión Montenegro socio de la Asociación de Productores Agropecuarios y Forestales Juan Velasco Alvarado del Caserío LLunchicate, distrito Cajaruro, provincia de Utcubamba, por facilitarme el subproducto de cacao.

Y a todos los compañeros del doctorado por compartir momentos gratos, durante esta bonita experiencia profesional.

¡A todos ustedes, muchas gracias!, porque de alguna u otra manera han contribuido y han hecho posible lograr la presente meta.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

Vicerrector Académico

Dra. Flor Teresa García Huamán

Vicerrectora de Investigación

Dr. Raúl Rabanal Oyarce

Director (e) de la Escuela de Posgrado

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO () / DOCTOR (X)

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM () / Profesional externo (X), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EFFECTO DE LA ALIMENTACION CON SUBPRODUCTO DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN POLLOS CRIOLLOS MEJORADOS; cuyo autor YOANY DIANA LEIVA VILLANUEVA es estudiante del ciclo/egresado () de la Escuela de Posgrado, Maestría () / Doctorado (X) en Ciencias para el desarrollo Sustentable, con correo electrónico institucional yoany.leiva@untrm.edu.pe



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 30 de marzo del 2022

Firma y nombre completo del Asesor

ELIAS SALVADOR TASAYCO

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO () / DOCTOR (X)

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM () / Profesional externo (X), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EFECTO DE LA ALIMENTACION CON SUBPRODUCTO DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN POLLOS CRIDLOS MEJORADOS; cuyo autor YOANY DIANA LEIVA VILLANUEVA es estudiante del ciclo/egresado () de la Escuela de Posgrado, Maestría () / Doctorado (X) en CIENCIAS para el desarrollo Sustentable, con correo electrónico institucional yoany.leiva@untrm.edu.pe



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 30 de marzo del 2022

Firma y nombre completo del Asesor

ELIAS SALVADOR TASAYLO

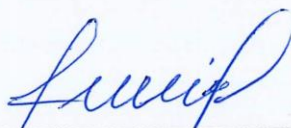
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Dra. Mariel del Rocío Chotón Calvo
Presidenta



Dr. Raúl Rabanal Oyarse
Secretario



Dr. Cesar Hugo García Torres
Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-0

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO () / DOCTOR ()

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Efecto de la abstracción con subproductos de cacao (Theobroma cacao L.) en follos violeta mejorados presentada por el estudiante ()/egresado (X) Yeany Diana Lima Villanueva de la Escuela de Posgrado, Maestría () / Doctorado (X) en Ciencias para el Desarrollo Sustentable con mención en Producción y Reciclaje Ambiental con correo electrónico institucional yeany.lima@untrm.edu.pe después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:



- La citada Tesis tiene 25 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor () / igual (X) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 04 de agosto del 2022


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO () / DOCTOR (X)

En la ciudad de Chachapoyas, el día 11 de agosto del año 2022, siendo las 11:00 horas, el aspirante Mg. Yoany Diana Leiva Villaur defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: Efecto de la alimentación con Subproductos de Cacao (Theobroma Cacao L) en pollos criollos mejorados que tiene como asesor a Ph.D. Elías Salvador Tasayco y Ph.D. Iván Julian Yoplaclaf para obtener el Grado Académico de Maestro () / Doctor (X) en Ciencias para el desarrollo sustentable a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, conformado por:

Presidente: Dra. Marcel del Roso Chotan Calvo

Secretario: Dr. Raúl Rabanal Oyace

Vocal: Dr. Cesar Hugo García Torres

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis de Maestría () / Doctorado (X), en términos de:

Aprobado (X) Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:39 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Grado Académico de Maestro () / Doctor (X).

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

DATOS DEL ASESOR DE LA TESIS.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vii
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	viii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	ix
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	x
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	xi
ÍNDICE GENERAL	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
I. INTRODUCCIÓN	19
II. MATERIAL Y MÉTODOS	26
2.1. Localización del estudio	26
2.2. Materia prima y animales para el estudio	26
2.2.1. Subproducto del cacao	26
2.2.2. Animales experimentales	28
2.2.3. Dietas experimentales	29
2.3. Acondicionamiento de los animales	34
2.4. Análisis físico-químico del subproducto de cacao y raciones alimenticias de las diferentes dietas y etapas productivas	38
2.5. Evaluación de los indicadores productivos	38
2.5.1. Consumo de alimento	38
2.5.2. Ganancia de peso	38

2.5.3. Conversión alimenticia	39
2.6. Evaluación de indicadores de calidad físico-químico de la carne de pollo	39
2.6.1. Dureza	40
2.6.2. Color de la piel y carcasa de pollo	40
2.6.3. Pérdida de agua por cocción	41
2.6.4. Pérdida de agua por goteo	41
2.6.5. pH	42
2.6.6. Composición físico-química de la carne	43
2.7. Propuesta de sostenibilidad en la producción en pollos criollos mejorado.....	44
2.8. Análisis de datos	44
III. RESULTADOS	45
3.1. Composición físico-químico y funcional del subproducto de cacao y raciones alimenticias por dietas y etapas productivas.....	46
3.1.1 Composición físico-químico y funcional del subproducto de cacao	45
3.1.2 Composición físico-químico y funcional de las raciones por dietas y etapas productivas	46
3.2. Indicadores productivos del pollo criollo mejorado	48
3.2.1. Peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos criollos mejorados	48
3.3.- Indicadores de calidad físico-químico de la carne de pollo criollo mejorado	50
3.3.1. Color de la carne y piel, pH, PPG, PPC y dureza en carne de pollos criollos mejorados	50
3.3.2 Análisis proximal de la carne de pollo criollo mejorado	51
3.4.- Propuesta de sostenibilidad en la producción en pollos criollos mejorados	52
IV. DISCUSIONES	54
4.1. Composición físico-químico y funcional del subproducto de cacao y raciones alimenticias por dietas y etapas productivas	54
4.1.1 Composición físico-químico y funcional del subproducto de cacao	54
4.2. Indicadores productivos del pollo criollo mejorado	56
4.2.1. Peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos criollos mejorados	56

4.3.- Indicadores de calidad fisico-químico de la carne de pollo criollo mejorado	58
4.3.1. Color de la carne y piel, pH, PPG, PPC y dureza en carne de pollos criollos mejorados	58
4.3.2 Análisis proximal de la carne de pollo criollo mejorado	60
4.4 Propuesta de sostenibilidad en la producción en pollos criollos mejorados	61
4.4.1. Aspecto Ambiental	61
4.4.2. Aspecto Económico	62
4.4.3. Aspecto Social	62
4.4.4. Contribución de la producción avícola a los objetivos del desarrollo sostenible	64
V. CONCLUSIONES	66
VI. RECOMENDACIONES	67
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos experimentales utilizadas en la investigación	29
Tabla 2. Periodo experimental y etapa productivas	30
Tabla 3. Ingredientes utilizados para la formulación de 1000 kg de dieta alimenticia y composición calculada, para pollos criollos mejorados en la etapa inicio	31
Tabla 4. Ingredientes utilizados para la formulación de 1000 kg de dieta alimenticia y composición calculada, para pollos criollos mejorados en la etapa crecimiento	32
Tabla 5. Ingredientes utilizados para la formulación de 1000 kg de dieta alimenticia y composición calculada, para pollos criollos mejorados en la etapa acabado	33
Tabla 6. Análisis físico-químico y funcional del subproducto del grano de cacao	45
Tabla 7. Análisis físico-químico y funcional de las dietas experimentales utilizadas en la presente investigación.....	46
Tabla 8. Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de la dieta alimenticia administrada a los pollos criollos mejorados, en la etapa de acabado	48
Tabla 9. Indicadores productivos durante el periodo experimental de los pollos criollos alimentados con diferentes niveles de subproductos de cacao	48
Tabla 10. Parámetros de calidad físico-química en muestras pechuga de pollos criollos beneficiados alimentados con diferentes niveles de subproducto de cacao	50
Tabla 11. Análisis proximal de la carne de pollo criollo mejorado, parte pechuga	51
Tabla 12. Capacidad antioxidante y concentración de polifenoles en muslo de pollo	52
Tabla 13. Propuestas de sostenibilidad e impactos positivos en el productor avícola	63
Tabla 14. Resumen del análisis químico proximal de los subproductos de los granos del cacao	79
Tabla 15. Recomendaciones comerciales de requerimientos nutricionales para pollos criollos mejorados	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio. Amazonas, provincia y distrito de Chachapoyas. Estación experimental IGBI	26
Figura 2. Imagen del subproducto de cacao (cascarilla, núcleo, germen y cotiledones rotos (nibs)) colectado	27
Figura 3. Imagen del subproducto de cacao procesado	27
Figura 4. Población de pollos criollos mejorados criados en cámara de recepción durante los primeros 10 días	28
Figura 5. Distribución de pollos criollos mejorados en unidades experimentales e inicio de tratamientos	29
Figura 6. Construcción de jaulas para crianza de pollos criollos en piso a partir del día de inicio de los tratamientos	35
Figura 7. Preparación de raciones según tratamiento	36
Figura 8. Pollos criollos mejorados en etapa de inicio	36
Figura 9. Pollos criollos mejorados en etapa de crecimiento	37
Figura 10. Pollos criollos mejorados en etapa de acabado	37
Figura 11. Muestras separadas para análisis de la calidad de la carne y composición nutricional	39
Figura 12. Utilización de colorímetro en determinación del color de la piel de pollo	40
Figura 13. Evaluación de pérdida de agua por goteo en muestras de carne de pollo	42
Figura 14. pHmetro digital portátil HANNA Instruments	43
Figura 15. Peso vivo y ganancia de peso de pollos criollos mejorados alimentados con diferentes niveles de subproducto de cacao	49
Figura 16. Conversión alimenticia de pollos criollos mejorados alimentados con diferentes niveles de subproducto de cacao	49
Figura 17. Proceso productivo de la crianza de pollos criollos mejorados	52
Figura 18. Aprovechamiento del subproducto del cacao en dieta de pollos criollos mejorados	64

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar el efecto de la alimentación con subproducto de cacao (*Theobroma cacao L*) en pollos criollos mejorados sobre los parámetros productivos (peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia) y calidad de la carne (dureza, color de la piel y carcasa de pollo, pérdida de agua por cocción, pérdida de agua por goteo y pH). Además, se presenta una propuesta de sostenibilidad en la crianza de pollos en sistema intensivo. En la investigación se utilizaron 200 pollos criollos mejorados ($61 \pm 1,97$ g de peso vivo, 10 días de edad). Se emplearon cuatro tratamientos (dietas alimenticias: T1 – 0,0 % de subproducto de cacao (SC); T2 - 2,5 % SC; T3 – 5,0 % SC; T4 - 7,5 % SC), con 5 repeticiones, cada repetición con 10 pollitos mixtos. El período experimental comprendió 12 semanas; el agua y el alimento fueron suministrados a voluntad. Al terminar el periodo de engorde, los pollos fueron sacrificados para evaluar parámetros productivos y calidad de la carne. En parámetros productivos se observaron mayor peso vivo, ganancia de peso y mejor índice de conversión alimenticia con el T2 con respecto a las demás dietas evaluadas. Además, a medida que se incrementaba el nivel del subproducto de cacao (mayor a 2,5 % SC) en la dieta afectaba los parámetros productivos de los pollos. Sin embargo, no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en las variables calidad de la carne evaluada en la investigación.

Palabras claves: Calidad de la carne, propuesta de sostenibilidad, pollos de crecimiento lento

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of feeding cocoa by-product (*Theobroma cacao* L) in improved creole chickens on production parameters (live weight, weight gain and feed conversion) and meat quality (hardness, meat color). chicken skin and carcass, cooking water loss, drip water loss, and pH). In addition, a proposal for sustainability in raising chickens in an intensive system is presented. In the investigation, 200 improved creole chickens ($61 \pm 1,97$ g of live weight, 10 days of age) were used. Four treatments were used (food diets: T1 – 0,0% cocoa by-product (SC); T2 – 2,5% SC; T3 – 5,0% SC; T4 – 7,5% SC), with 5 repetitions, each repetition with 10 mixed chicks. The experimental period comprised 12 weeks; water and food were supplied at will. At the end of the fattening period, the chickens were slaughtered to evaluate production parameters and meat quality. In productive parameters, higher live weight, weight gain and better feed conversion index were observed with T2 compared to the other diets evaluated. In addition, as the level of the cocoa by-product increased (greater than 2,5% SC) in the diet, it affected the productive parameters of the chickens. However, there were no significant differences ($p > 0,05$) in the quality variables of the meat evaluated in the investigation.

Keywords: Meat quality, sustainability proposal, slow-growing chickens

I. INTRODUCCIÓN

Los productores y asociaciones cacaoteras en la región Amazonas generan desechos durante la limpieza, eliminación de la cáscara, alcalinización y tostado del grano del cacao a ser transformado en chocolate; la característica más relevante es su gran disponibilidad (Fioresi et al., 2017; Parra, 2018; Makinde et al., 2019 y Rojo-Poveda et al., 2020) y bajo costo (Makinde et al., 2019 y Rojo-Poveda et al., 2020), existe por tanto considerable interés por la industria cacaotera, el aprovechamiento de este subproducto para potenciar su uso. Sin embargo, al no ser aprovechados eficientemente, contribuyen a la contaminación del ambiente (Makinde et al., 2019; Okiyama et al., 2017 y Rodríguez-Sánchez et al., 2020), suelo y agua. A un mayor costo de eliminación (Rojo-Poveda et al., 2020), propagación de enfermedades y malos olores (Martínez et al., 2012) en zonas cercanas a estos centros de producción (Makinde et al., 2019).

En el marco de una economía circular, se aspira a dar valor en la producción de alimento como un ingrediente no convencional. Además, dado que la crianza de pollos mejorados es otra actividad productiva en la región, se pretende revalorar al pollo criollo, debido a su importancia en la diversidad, mayor rusticidad y calidad de la carne y a la vez generar un impacto positivo al fomentar su crianza en favor de la seguridad alimentaria de la región, en tal sentido, nos interesamos particularmente en el uso de subproductos de cacao en la alimentación para pollos criollos (línea genética, que se puede criar en distintos tipos de climas y ambientes ecológicos)

Los pollos de crecimiento lento (pollos criollos mejorados) han sido reconocida como un medio que genera mejores condiciones de vida en los hogares de las zonas rurales (Magothe et al., 2012). En la región Amazonas la crianza de pollos criollos es una actividad tradicional que realizan la mayoría de las personas en zonas rurales, debido a la facilidad con que se maneja estos animales.

Se caracteriza por ser una crianza de tipo extensiva, poseer un ciclo corto de producción y baja inversión. Son animales rústicos, resistentes a condiciones climáticas extremas y a enfermedades (Phuong et al., 2015). Sin embargo, el poco conocimiento de la importancia de las estirpes criollas, así como las aptitudes productivas y rasgos fenotípicos, ponen al genoma nativo al borde de la extinción, consecuentemente ocasionando destrucción del hábitat y pérdida de la diversidad. El incremento de esta, es cada vez mayor a nivel local, nacional y mundial (Boaitey et al., 2018).

Los pollos criollos, parte del sistema agropecuario, se enfrenta también a grandes retos como es, garantizar la seguridad alimentaria y de calidad de la población en crecimiento, sumado a ello realizar las prácticas agropecuarias de manera sostenible (Baiyeri et al., 2019). Un sistema agropecuario es sostenible cuando se mantiene su productividad indefinidamente y no causa daño al medio ambiente y biodiversidad (Blasco, 2013 y FAO, 2016).

Generalmente se relaciona a la crianza tradicional como un sistema sostenible, porque utilizan insumos locales, razas locales y son animales rústicos resistentes a diferentes climas. Sin embargo, las líneas mejoradas genéticamente para una crianza intensiva, en comparación con algunas razas nativas, reportan una disminución del impacto ambiental, debido a los avances realizados en su genética. A través de los años han ido mejorando la velocidad de crecimiento (más de 400 %), conversión alimenticia (reducción 50 %) (Zuidhof et al., 2014). Consecuentemente la cantidad de días y cantidad total de alimentación para la obtención del pollo para beneficio.

La alimentación es uno de los factores que más contribuye a la contaminación (Tallentire et al., 2016), debido a que no aprovechan al 100 % todos los nutrientes que consumen. Por otro lado, el empleo de dietas con baja energía de mantenimiento en el genotipo Ross 308 se ha logrado reducir los días (de 34 a 27 días), mejorar la tasa de crecimiento, rendimiento de canal y reducir los impactos ambientales de la cadena de producción de pollos de engorde, como: eutrofización (12 %), acidificación (10 %), uso de recursos abióticos (9 %) y potencial de calentamiento global (9 %) (Leinonen, 2016).

En la crianza de pollos de engorde se distingue generalmente dos sistemas (Castellini et al., 2006). (1) pollos criados bajo un sistema de crianza tradicional, de forma extensiva que se caracteriza por ser de crecimiento lento y consumir dietas sin tener en cuenta sus requerimientos nutricionales. (2) pollos criados en forma intensiva caracterizándose por ser de crecimiento rápido, manejados bajo un riguroso control del ambiente, alimentación, sanidad y manejo. Frente a estos dos sistemas extremos han introducido líneas teniendo en cuenta la eficiencia, sabor y precio (Devatkal, et al., 2019). En este sentido ISAMISA S.A.C. (ISAMISA, LIMA) ha desarrollado una nueva variedad de pollos de doble propósito como alternativa a las aves nativas y los pollos de engorde comerciales de rápido crecimiento.

Desde el año 2015 hasta la actualidad se vienen colocando pollos cruzados a nivel nacional (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego {MINAGRI},2021). Uno de los genotipos son los pollos criollos mejorados, línea obtenida a nivel nacional, que son manejadas en su mayoría dentro de un sistema de crianza familiar. Se caracteriza por ser de doble propósito (carne y huevos), presentar una variedad fenotípica, resistente a enfermedades y se adaptan a los climas de la zona (ISAMISA, 2019).

La calidad de su carne ha hecho que se vuelva una oportunidad de negocio por su velocidad de crecimiento, conversión alimenticia y porque su carne es apreciada por el mercado, especialmente por su mejor sabor frente a pollos de engorde de crecimiento rápido (Funaro et al., 2014). Por lo que viene creciendo a pequeña escala tanto en sistemas intensivos y extensivos (Devatkal et al., 2019; Paredes y Vásquez, 2020 y Weng et al., 2022), a pesar de contar con limitada información técnica sobre el manejo de estas líneas genéticas (Devatkal et al., 2019 y Paredes y Vásquez, 2020).

En el sector agropecuario algunos residuos pueden ser aprovechados para la alimentación animal. Las gallinas nativas pueden aprovechar una variedad de fuentes de alimentos locales, que mayor mente son de menor calidad que los suministrados a las razas más productivas (Blasco, 2013). Es así, que el uso de subproducto de cacao podría ser un insumo alternativo en la alimentación por el aporte en macro y micronutrientes (Day y Dilworth, 1984; Adamafio et al., 2006; Olubamiwa et al., 2006; Kouamé et al., 2011; Martínez et al., 2012; Adamafio, 2013; Pérez et al., 2015; Adeyemo et al., 2015; Agus et al., 2018; Jokić et al.,

2018; Grillo et al., 2019; Rojo-Poveda et al., 2019; Okiyama et al., 2019; Makinde et al., 2019 y Olayinka et al., 2019)

Los granos del cacao son semillas del árbol del cacao, pertenecientes a la especie *Theobroma cacao*, L., familia Sterculiaceae (Bertazzo et al., 2013). Dentro de las variedades existentes se encuentran el criollo, forastero y trinitario de las que se diferencia por su aspecto, forma, color y aroma de las semillas. Los granos de la variedad criolla son altamente aromáticos en comparación al forastero, pero este último más productivo, más resistente a cambios climáticos y enfermedades. Mientras que el trinitario es el cruce entre las variedades criolla y forastero y presenta las características de las variedades cruzadas (Bertazzo et al., 2013).

De la planta del cacao se obtiene subproductos como: Cáscara de la mazorca del cacao, cáscara del grano de cacao y otros subproductos del grano del cacao (Okiyama et al., 2019). Para la obtención de los subproductos del grano de cacao, pasa por el proceso de limpieza, selección y descascarillado, para posteriormente obtener el chocolate y los subproductos como la cascarilla, germen, cotiledones rotos llamados nibs (Okiyama et al., 2017; Okiyama et al., 2019; Makinde et al., 2019 y Rojo-Poveda et al., 2020). Son de color marrón, ligeramente fibroso y con parecido olor al chocolate (EFSA, 2008; Okiyama et al., 2019 y Makinde et al., 2019).

Los subproductos del grano de cacao en su mayoría son considerados como desechos indeseables por los centros de producción cacaoteros (Martínez et al., 2012 y Okiyama et al., 2017). Aunque algunos productores destinan los residuos como abono, combustible (Fioresi et al., 2017 y Grillo et al., 2019) y alimentos para animales (Day y Dilworth, 1984; Olubamiwa et al., 2006; Emiola et al., 2011; Adeyemo et al., 2015; Olumide et al., 2016; Fioresi et al., 2017; Olumide et al., 2017a; Olumide et al., 2017b; Okiyama et al., 2017; Jokić et al., 2018 y Makinde et al., 2019).

Los residuos de los subproductos del grano de cacao son muy significativa, reportes indican que esta entre el 12 al 20 % de la semilla (EFSA, 2008; Okiyama et al., 2017; Rojo-Poveda et al., 2019; Grillo et al., 2019 y Rojo-Poveda et al., 2020). Al año a nivel mundial se elimina alrededor de 900,000 toneladas de subproductos del grano de cacao (Botella-Martínez et al.,

2021). Esta cantidad es mayor si se consideran otros residuos del cacao que son eliminados junto con la cascarilla como: gérmenes y puntas adheridas a la cáscara (Okiyama et al., 2017).

La utilización de los subproductos de cacao en la alimentación de los animales ha despertado el interés de los investigadores debido a sus aportes nutricionales como metabolitos primarios (proteína, aminoácidos, grasa, carbohidratos, fibra dietética, cenizas, y minerales) y algunos metabolitos secundarios como la alta concentración de polifenoles (Bertazzo et al., 2013; Okiyama et al., 2017 y Botella-Martínez et al., 2021) y antioxidantes (Jokić et al., 2018 y Botella-Martínez et al., 2021), que inhiben la peroxidación lipídica y eliminación de radicales libres (Othman et al., 2007).

Existe información variada del aporte nutricional de los subproductos del grano de cacao (Tabla 14, ver en anexo). Está influenciado por muchos factores como variedad de cacao, lugar geográfico, variables ambientales, manejo (fertilizantes, riego, poda, etc.), procesamiento (fermentación, secado, tostado, alcalinización), almacenamiento y el tipo de análisis que se realice (Bertazzo et al., 2013; Zapata et al., 2013; Bortolini et al., 2016; Okiyama et al., 2017 y Agus et al., 2018).

En animales la cascarilla de cacao son utilizados como fuente energética y de minerales (Makinde et al., 2019), pero en cantidades limitadas por sus efectos negativos en la producción y reproducción para algunos animales mamíferos (Adamafio, 2013), debido al contenido teobromina (Emiola et al., 2011 y Makinde et al., 2019) que afecta el sistema nervioso, reducción de parámetros productivos y reproductivos (EFSA, 2008; Bertazzo et al., 2013 y Botella-Martínez et al., 2020). Aproximadamente 2 – 3 % los granos de cacao contienen teobromina, que posteriormente a través de la fermentación pasan a los subproductos del grano de cacao (Beckett, 2011).

La teobromina causa mortalidad en animales acuáticos (Olaifa et al., 2008) y puede reaccionar de manera distintas en diferentes especies, debido a que presenta diferentes rutas metabólicas (Zakaria et al., 2008 y Adamafio, 2013). Además, si los subproductos del grano de cacao no son almacenados correctamente, pueden aparecer ocratoxina (producida por hongo *Aspergillus ochraceus*) por su contenido higroscópico (Rojo-Poveda et al., 2019).

Para reducir el contenido anti nutricional de los subproductos del grano de cacao, se han realizado tratamientos: térmicos (Olubamiwa et al., 2006; Adamafio, 2013; Pérez et al., 2015; Olumide et al., 2016; Olumide et al., 2017a y Makinde et al., 2019), fermentación (Alemawor et al., 2009; Adamafio, 2013, Adeyemo et al., 2015 y Olumide et al., 2016), suplementación enzimática (Zakaria et al., 2008; Adamafio, 2013, Olubamiwa et al., 2006; Olumide et al., 2016 y Olumide et al., 2017a), entre otros.

Existen varias investigaciones previas que han realizado utilizando subproductos del grano de cacao en la dieta de gallinas de postura y pollos de engorde. Sánchez et al. (2018), utilizó diferentes niveles de cascarilla, cáscara y placenta (subproductos del cacao) en la alimentación de pollos broilers, donde obtuvieron mejores resultados con el tratamiento control. Mientras que Olubamiwa et al. (2006), recomiendan la inclusión en la ración del 10 % de la cáscara del grano del cacao tratada física y químicamente (hervidas 15 minutos y tratadas con urea) en reemplazo del maíz en las dietas de gallinas ponedoras, las cuales obtuvieron una producción de huevo similar a la dieta comercial.

Olumide et al. (2016) obtuvo efectos positivos sobre el rendimiento productivo (consumo de alimento, producción de huevos y eficacia alimenticia) con la sustitución hasta el 10 % de maíz por cáscara del grano de cacao tratada con enzimas, sin embargo, no obtuvo diferencias significativas en calidad externa del huevo. Un año después igualmente Olumide et al. (2017a) reportaron que se puede reemplazar el maíz hasta un 10 % de la cáscara del grano de cacao tratada con enzimas en la dieta de las gallinas ponedoras, sin afectar los parámetros productivos, hematológicos y calidad del huevo. Además, indican que la utilización de enzimas reduce el contenido de teobromina.

Adeyemo et al. (2015) recomendaron la desteobromación por fermentación con hongos (*Aspergillus niger*) porque reduce el contenido de metilxantina (teobromina) de los subproductos del cacao. Indicaron que niveles de inclusión superior al 10 % de la cáscara del grano del cacao en la dieta de pollos de engorde (línea Ross) reduce la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia, sin embargo la altura de las vellosidades del duodeno y la profundidad de las criptas aumentaron significativamente a medida que aumentaba el nivel de subproducto del grano del cacao en las dietas de los pollos. Además, indicaron que debido a

la cantidad de antinutrientes (teobromina y taninos) existente en las dietas, perjudicó su biodisponibilidad y el crecimiento general de los pollos.

Igualmente Olumide et al. (2017b) determinaron que se puede incluir hasta el 10 % de cáscara del grano de cacao en la dieta de los pollos de engorde sin afectar los parámetros productivos y salud animal. En tanto que, Emiola et al. (2011) reportó que la inclusión en la dieta del 15 % a más de cáscaras de granos de cacao secado al sol, produce efectos negativos en los parámetros productivos de las gallinas de postura.

Muy distinto a las investigaciones antes mencionadas Day y Dilworth (1984), concluyeron que niveles del 3 y 6 % de harina de cáscara de cacao sin tratamiento alguno incluido en la dieta reducen los parámetros productivos de los pollos de engorde de 1 a 21 días de edad.

A nivel de investigación a la actualidad no existe información sobre requerimientos nutricionales, parámetros productivos, calidad de la carne y menos sobre la utilización de subproductos de cacao en la dieta de pollos criollos mejorados. En por tal motivo la presente investigación tuvo por objetivo general determinar el efecto de la alimentación con subproductos de cacao (*Theobroma cacao L*) en pollos criollos mejorados y como objetivos específicos: a). Evaluar el efecto de la alimentación con subproductos de cacao sobre los parámetros productivos (peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia) en pollos criollos mejorados, b) Evaluar la calidad físico - químicos (dureza, color de la piel y carcasa de pollo, pérdida de agua por cocción, pérdida de agua por goteo, pH, proteínas, grasas, cenizas, fibra y materia seca) en la carne de pollos criollos mejorados y c). Presentar propuesta de sostenibilidad en la producción de pollos criollos mejorados.

Finalmente, se logró como conclusión principal que con la utilización del 2,5% de subproductos de cacao en la dieta de pollos criollos mejorados se logra parámetros productivos superiores en peso vivo, ganancia de peso y mejor índice de conversión alimenticia que con respecto a las demás dietas evaluadas (0,0%SC, 5,0%SC, 7,5%SC). Mientras que para las variables evaluadas de calidad de la carne en diferentes tratamientos no se obtuvo diferencias significativas ($p > 0,05$) en la investigación.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización del estudio

El trabajo de investigación se realizó la Estación Experimental Chachapoyas del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología (IGBI) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), región Amazonas, provincia Chachapoyas; localizada entre de latitud sur $6^{\circ}13'46''$ y la longitud oeste $77^{\circ} 52' 21''$, en un promedio altitudinal de 2335 m.s.n.m.



Figura 1. Área de estudio. Amazonas, provincia y distrito de Chachapoyas. Estación experimental de aves - IGBI.

2.2. Materia prima y animales para el estudio

2.2.1. Subproducto del cacao

El subproducto de cacao ha sido obtenido de la Cooperativa Central de Productores Agrarios de Amazonas (CEPROAA) y de la Asociación de Productores Agropecuarios y Forestales Juan Velasco Alvarado del Caserío Llunchicate distrito Cajaruro provincia de Utcubamba. Estas asociaciones cultivan cacao de la variedad criollo que se caracteriza por sus cualidades organolépticas (sabor, olor y color). Los subproductos del grano de cacao han sido obtenidos después del tostado del cacao (*Theobroma cacao* L.).

Los subproductos del cacao estaban compuestos por cascarilla, núcleo, germen y cotiledones rotos de los granos de cacao (figura 2), éstos se incorporaron en la dieta, después de pasar por un proceso de secado al sol en un túnel de secado (de la UNTRM), molido (figura 3) y analizado las muestras.



Figura 2. Imagen del subproducto del grano de cacao (cascarilla, núcleo, germen y cotiledones rotos (nibs)).



Figura 3. Imagen del subproducto de cacao procesado.

2.2.2. Animales experimentales

De la población de 700 pollos criollos mejorados (línea comercial obtenido puro por cruce y de doble propósito) de un día de nacidos (figura 4), se han seleccionado 200 pollos criollos mejorados, procedentes de la granja de Avinorte, Trujillo. Desde el día 10 (edad) todos los pollos fueron seleccionados según su peso vivo inicial medio de $61,10 \pm 2,02$ g al momento del tratamiento. y distribuidos de forma aleatoria en 20 corrales (figura 5), cada corral que representa una repetición tuvo 10 pollos mixtos (5 hembras y 5 machos).



Figura 4. Población de pollos criollos mejorados criados en cámara de recepción durante los primeros 10 días.



Figura 5. Distribución de pollos criollos mejorados en unidades experimentales e inicio de tratamientos

2.2.3. Dietas experimentales

Se evaluó 4 tratamientos (dietas); cada dieta con 5 repeticiones Cada dieta difiere en la incorporación de subproductos de cacao (tabla 1), basado en la cantidad de fibra necesaria para los pollos (NRC (1994) y otras investigaciones realizadas en otros genotipos (Day y Dilworth 1984; Emiola et al., 2011 y Olumide et al., 2017b).

El periodo experimental constó de 3 meses (12 semanas), como se observa en la tabla 2.

Tabla 1. Tratamientos experimentales utilizados en la investigación

Tratamientos - T (Dietas)	Descripción	Notación
T1	0,0 % de subproductos de cacao + 100,0 % de concentrado.	0,0 % SC
T2	2,5 % de subproductos de cacao + 97,5 % de concentrado.	2,5 % SC
T3	5,0 % de subproductos de cacao + 95,0 % de concentrado.	5,0 % SC
T4	7,5 % de subproductos de cacao + 92,5 % de concentrado	7,5 % SC

Tabla 2 Periodo experimental y etapa productivas

Etapas	Edad (Días)
Inicio	1 a 28
Crecimiento	29 a 56
Acabado	57 a 84

Las dietas experimentales fueron administradas desde el día 10 del estudio en tipo harina y *ad libitum.*, tanto de agua y alimento. El suministro de alimento y agua se realizó dos veces al día (mañana y tarde), durante todo el periodo experimental. Con respecto al alimento, este fue suministrado en comederos tipo tolva de plástico. El agua fue suministrada en bebederos tipo galón. Con respecto al plan de vacunación los pollos recibieron sus dosis a la segunda (prevención contra la enfermedad de Gumboro) y cuarta semana (prevención contra las enfermedades de Newcastle y bronquitis)

Las dietas fueron formuladas en un software Feedsoft Professional (por Feedsoft Corporation), el análisis proximal introducido en la base de datos (composición calculada) ha sido analizada con el NIRS. La elaboración de dietas se ha realizado en la planta de alimentos del IGBI - UNTRM, para cada etapa productiva de los pollos, como se observa en la tabla 3, 4 y 5, las dietas fueron iso nutricionales (energía, proteína y aminoácidos) de acuerdo con las recomendaciones que dicta ISAMISA, 2019 (casa genética en Perú, proveedora de pollos criollos mejorados).

Tabla 3. Ingredientes utilizados para la formulación de 100 kg de dieta alimenticia y composición calculada, para pollos criollos mejorados en la etapa inicio

Ingredientes (kg)	Dietas			
	0,0 % SC	2,5 % SC	5,0 % SC	7,5 % SC
Maíz	61,530	60,982	58,620	54,588
Torta de soya	30,881	30,481	29,582	30,190
Subproductos de cacao	0,00	2,500	5,000	7,500
Fosfato dicálcico, 18/19	1,930	1,970	1,967	1,949
Subproducto de trigo	1,884	0,000	0,000	0,000
Carbonato de calcio fino	1,264	1,232	1,220	1,202
Aceite soya	1,000	1,294	2,019	3,003
Milbond tx	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal común	0,258	0,258	0,258	0,258
Metionina, 99	0,251	0,253	0,259	0,258
Bicarbonato de sodio	0,200	0,200	0,200	0,200
L-lisina, 78	0,129	0,136	0,153	0,124
Premix vit+min*	0,120	0,120	0,120	0,120
Cloruro colina	0,102	0,110	0,117	0,119
Fungiplex dry	0,100	0,100	0,100	0,100
coccidiostato	0,050	0,050	0,050	0,050
l-treonina, 98.5	0,000	0,015	0,036	0,038
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composición calculada				
EM (Kcal/Kg) ¹	2950,0	2950,00	2950,00	2950,00
PC (%) ²	19,80	19,80	19,73	20,16
FC (%) ³	2,56	2,85	3,26	3,70
Ac. Linoleico W-6 (%)	1,99	2,10	2,41	2,84
Lisina D (%)	1,03	1,03	1,03	1,03
Metionina D %	0,52	0,52	0,52	0,52
Metionina + Cistina D (%)	0,79	0,79	0,78	0,78
Treonina D (%)	0,67	0,67	0,67	0,67
Triptófano D (%)	0,22	0,22	0,21	0,21
Calcio (%)	0,97	0,97	0,97	0,97
Fósforo disponible (%)	0,44	0,44	0,44	0,44
Cloro (%)	0,27	0,27	0,27	0,26
Potasio (%)	0,78	0,82	0,82	0,92
Sodio (%)	0,17	0,17	0,17	0,17

¹EM: energía metabolizable, ²PC: proteína cruda, ³FC: fibra cruda.

* Por kg contiene: Vit. B1 10g; Vit. B2 25,0g; Vit. B6 20,0g; Vit. B13 0,03g; Ácido fólico 2,0mg; Biotina 0,2 g; Niacina 70.0 g; Pantotenato de calcio 20,0 g; Excipiente c.s.p. 1,0 kg. Producto de Montana S.A, Perú.

*Conforme se va incluyendo el subproducto de cacao el perfil de fibra de la fórmula va cambiando

Tabla 4. Ingredientes utilizados para la formulación de 100 kg de dieta alimenticia y composición calculada, para pollos criollos mejorados en la etapa crecimiento

Ingredientes (kg)	Dietas			
	0,0 % SC	2,5 % SC	5,0 % SC	7,5 % SC
Maíz	61,536	60,566	57,505	53,448
Torta de soya	30,457	30,004	29,735	30,367
Subproductos de cacao	0,000	2,500	5,000	7,500
Fosfato dicálcico, 18/19	1,724	1,754	1,745	1,726
Subproducto de trigo	1,500	0,000	0,000	0,000
Carbonato de calcio fino	0,978	0,950	0,936	0,918
Aceite soya	2,336	2,726	3,560	4,549
Milbond tx	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal común	0,259	0,259	0,259	0,258
Metionina, 99	0,261	0,264	0,266	0,264
Bicarbonato de sodio	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Lisina, 78	0,095	0,102	0,100	0,070
Premix vit+min*	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloruro colina	0,106	0,113	0,118	0,119
Fungiplex dry	0,100	0,100	0,100	0,100
Coccidiostato	0,050	0,050	0,050	0,050
L-Treonina, 98.5	0,000	0,014	0,027	0,029
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composición calculada				
EM (Kcal/Kg) ¹	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00
PC (%) ²	19,51	19,51	19,65	20,08
FC (%) ³	2,51	2,82	3,24	3,69
Ac. Linoleico W-6 %	2,66	2,81	3,18	3,61
Lisina D %	0,99	0,99	0,99	0,99
Metionina D %	0,53	0,53	0,53	0,53
Metionina + Cistina D %	0,80	0,79	0,79	0,79
Treonina D %	0,66	0,66	0,66	0,66
Triptófano D %	0,22	0,21	0,21	0,21
Calcio %	0,82	0,82	0,82	0,82
Fósforo disponible %	0,40	0,40	0,40	0,40
Cloro %	0,26	0,26	0,26	0,25
Potasio %	0,77	0,81	0,86	0,92
Sodio %	0,17	0,17	0,17	0,17

¹EM: energía metabolizable, ²PC: proteína cruda, ³FC: fibra cruda.

* Por kg contiene: Vit. B1 10g; Vit. B2 25,0g; Vit. B6 20,0g; Vit. B13 0,03g; Ácido fólico 2,0mg; Biotina 0,2 g; Niacina 70,0 g; Pantotenato de calcio 20,0 g; Excipiente c.s.p. 1,0 kg. Producto de Montana S.A, Perú.

*Conforme se va incluyendo el subproducto de cacao el perfil de fibra de la fórmula va cambiando

Tabla 5. Ingredientes utilizados para la formulación de 100 kg de dieta alimenticia y composición calculada, para pollos criollos mejorados en la etapa acabado

Ingredientes (Kg)	Dietas			
	0,0 % SC	2,5 % SC	5,0 % SC	7,5 % SC
Maíz	66,426	65,447	62,375	58,318
Torta de soya	26,156	25,717	25,459	26,091
Subproductos de cacao	0,000	2,500	5,000	7,500
Fosfato dicálcico, 18/19	1,543	1,573	1,564	1,546
Subproducto de trigo	1,500	0,000	0,000	0,000
Carbonato de calcio fino	0,736	0,708	0,694	0,676
Aceite soya	2,219	2,611	3,447	4,436
Milbond Tx	0,250	0,250	0,250	0,250
Sal común	0,260	0,260	0,260	0,260
Metionina, 99	0,226	0,229	0,231	0,229
Bicarbonato de sodio	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Lisina, 78	0,110	0,117	0,115	0,085
Premix vit+min*	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloruro colina	0,123	0,130	0,135	0,136
Fungiplex dry	0,100	0,100	0,100	0,100
Coccidiostato	0,050	0,050	0,050	0,050
L-Treonina, 98.5	0,000	0,007	0,020	0,022
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composición calculada				
EM (Kcal/Kg) ¹	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00
PC (%) ²	17,89	17,89	18,03	18,47
FC (%) ³	2,41	2,72	3,14	3,59
Ac. Linoleico W-6 %	2,66	2,81	3,18	3,61
Lisina D %	0,90	0,90	0,90	0,90
Metionina D %	0,48	0,48	0,48	0,48
Metionina + Cistina D %	0,73	0,72	0,72	0,71
Treonina D %	0,61	0,60	0,60	0,60
Triptófano D %	0,20	0,19	0,19	0,19
Calcio %	0,68	0,68	0,68	0,68
Fósforo disponible %	0,36	0,36	0,36	0,36
Cloro %	0,27	0,27	0,27	0,26
Potasio %	0,71	0,74	0,79	0,85
Sodio %	0,17	0,17	0,17	0,17

¹EM: energía metabolizable, ²PC: proteína cruda, ³FC: fibra cruda.

* Por kg contiene: Vit. B1 10g; Vit. B2 25,0g; Vit. B6 20,0g; Vit. B13 0,03g; Ácido fólico 2,0mg; Biotina 0,2 g; Niacina 70.0 g; Pantotenato de calcio 20,0 g; Excipiente c.s.p. 1,0 kg. Producto de Montana S.A, Perú.

*Conforme se va incluyendo el subproducto de cacao el perfil de fibra de la fórmula va cambiando

2.3. Acondicionamiento de los animales

Antes, durante y después de la recepción de los pollos criollos mejorados se realizaron las siguientes actividades según las recomendaciones (ISAMISA, 2019) que a continuación se detallan:

Después del vacío sanitario y antes de la llegada de los pollos al galpón.

- ✓ Se preparó la cámara de recepción con mantas de polipropileno de color blanco.
- ✓ Se colocó cama de cascarilla de arroz (3 cm de espesor) desinfectada y se distribuyó homogéneamente.
- ✓ Se diseñó las jaulas para crianza en piso (figura 6) teniendo en cuenta la densidad por metro cuadrado en la semana final (10 aves/m²).
- ✓ Colocación y distribución de equipos de recepción como campanas, cerco nordex, termohigrómetro, comederos y bebederos.
- ✓ Distribución de papel sobre la cama.
- ✓ Al ingreso del galpón colocación de pediluvio con para la desinfección de calzado
- ✓ Precalentamiento de la cama y ambiente con campana a gas.
- ✓ Formulación, molienda y mezcla de raciones según tratamientos (figura 7)

Durante la llegada de los pollos:

- ✓ Evaluación de la calidad de los pollos (pollos bien secos, ojos brillantes, activos, obliquo cicatrizado, patas brillantes y serosas al tacto y libre de malformaciones).
- ✓ Recepción y colocación de los pollos bebes en galpón (figura 4).
- ✓ Comederos y bebederos en cantidad correcta.
- ✓ Alimento disponible en comederos y agua tratada (electrolitos más vitaminas) en bebederos con la finalidad de que superen el estrés por transporte.
- ✓ Durante las primeras semanas se le brindó calefacción con gas propano a fin de mantener la temperatura recomendada para esta genética y luz las 24 horas (ISAMISA, 2019).
- ✓ Verificación permanente de la temperatura. Durante los 2 primeros días se mantuvo a 32°C, luego se disminuyó en forma gradual hasta llegar 22°C a los 21 días. Posteriormente se mantuvo a temperatura de ambiente.

- ✓ Se distribuyó en las primeras horas el alimento en pequeñas cantidades sobre el papel a fin de incentivar el consumo de alimento.
- ✓ Se revisó el buche durante las 24 h de su llegada a fin de verificar que todas las aves están consumiendo agua y alimento.

Durante todo el periodo de inicio (figura 8), crecimiento (figura 9) y acabado (figura 10) en pollos se:

- ✓ Suministro de dietas y agua de libre acceso.
- ✓ Pesaje de los pollos, del alimento consumido y rechazado.
- ✓ Manejo de cortinas para la eliminación de gases tóxicos (amoníaco).

Hasta el día 10 fueron criados la población total de pollos (figura 4), posteriormente la muestra seleccionada según su peso fue puesta en corrales al azar según el diseño experimental (figura 5).



Figura 6. Construcción de jaulas para crianza de pollos criollos en piso a partir del día de inicio de los tratamientos.



Figura 7. Preparación de raciones según tratamiento



Figura 8. Pollos criollos mejorados en etapa de inicio



Figura 9. Pollos criollos mejorados en etapa de crecimiento



Figura 10. Pollos criollos mejorados en etapa de acabado

2.4. Análisis físico-químico y funcional del subproducto de cacao y raciones alimenticias de las diferentes dietas y etapas productivas.

Los análisis de la composición físico-química de las dietas e insumo (subproducto de cacao), se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal (LENA) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), ubicados en la ciudad de Lima. Las determinaciones fueron de humedad, proteína, grasa, fibra cruda, cenizas, ELN, polifenoles y antioxidantes. Los métodos utilizados fueron según la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) de humedad (2005: 950.46), proteína (2005: 984.13), Grasa (2005: 2003.05), Fibra cruda: (1997: 962.09) y Ceniza (2005: 942.05). Mientras que, para los compuestos fenólicos o polifenoles, se determinó por el método de Folin-Ciocalteu de Swain & Hillis (1959) y capacidad antioxidante por el método del ABTS (2,2'- azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfonato), descrito por Arnao et al., (2001).

2.5. Evaluación de los indicadores productivos

2.5.1. Consumo de alimento

La evaluación del alimento consumido se realizó, teniendo en cuenta la metodología de Camas-Robles et al., 2020. Semanalmente se pesó el alimento suministrado y los residuos, con la diferencia de ambos se obtuvieron el consumo de alimento en kg. La evaluación se realizó durante todo el periodo experimental (Ec. 1). Para el pesaje se utilizó una balanza digital de capacidad de 15Kg, con una precisión de 1g.

$$\text{Consumo de alimento} = \frac{\text{Alimento suministrado} - \text{Alimento rechazado}}{\text{Número de pollos}} \quad (1)$$

2.5.2. Ganancia de peso

Para la determinación de la ganancia de peso (GP), se realizó siguiendo la metodología planteada por Camas-Robles et al., 2020. La GP de los pollos se midió semanalmente, los martes a horas 8:00 am, a fin de evaluar su ganancia durante el periodo experimental. Se midió en kg y se calculó mediante la Ec. (2).

$$\text{GP} = \text{Peso final (kg)} - \text{Peso inicial (kg)} \quad (2)$$

2.5.3. Conversión alimenticia

Se define como la cantidad de alimento que consume un animal para producir un kilogramo de peso vivo. La conversión alimenticia relativa acumulada (C.A.A), se calculó durante las 12 semanas y se empleó la metodología propuesta por Tolentino et al. (2008), en base a los datos obtenidos sobre el alimento consumido y peso vivo, mediante la Ec. (3).

$$\text{C.A.A} = \frac{\text{Alimento consumido (kg)}}{\text{Peso vivo (kg)}} \times 100 \quad (3)$$

2.6. Evaluación de indicadores de calidad físico-química de la carne de pollo

Culminado el periodo de crianza y engorde, (90 días de edad), los pollos fueron sometidos a ayuno (retiro de alimento), 12 horas antes del beneficio. Posteriormente fueron elegidos 1 pollo al azar por cada repetición. Antes del beneficio se realizó el pesaje de los pollos, luego el sacrificio (corte a mano del cuello), desangrado (2 minutos), escaldado (65 °C en 2 minutos), pelado y eviscerado. Después de transcurrido el tiempo de transformación del músculo en carne (4 horas *post mortem*) fueron refrigerados (4 °C) las muestras para el posterior análisis por duplicado (figura 11). En las piezas de la parte abdominal y pierna se realizaron mediciones de dureza, color de la piel y carcasa, pérdida de agua por goteo y cocción, pH y composición química de la carcasa de pollo, a se detallan a continuación.



Figura 11. Muestras separadas para análisis de la calidad de la carne y composición nutricional

2.6.1. Dureza

De las muestras almacenadas a 4 °C durante 24 h se realizó la medida, utilizando el texturómetro QTS 25 (Brookfield® CNS Farnell, Middelboro, MA, USA), siguiendo la metodología planteada por Cui et al. (2018). Las muestras (20) fueron cocidas (a 87 °C durante 25 minutos), parte pechuga (pectoral mayor), cortadas de 1 cm de alto x 1 cm de ancho x 2 cm largo, en forma perpendicular a las fibras musculares, con una cuchilla en forma de V (60 °) a una velocidad de cruceta de 200 mm/min. Las mediciones se realizaron por triplicado por muestra y se consideró el valor promedio para el análisis estadístico.

2.6.2. Color de la piel y carcasa de pollo

El color de la carne (L^* = luminosidad, a^* = enrojecimiento y b^* = amarillez) se midió por triplicado, después de 4 horas de beneficiado en pechuga, siguiendo la metodología descrita por Goñi & Salvadori (2015). Empleando un colorímetro CR-410 (Konica Minolta, Co., Ltd., Osaka, Japón) en el sistema CIELab, medida con el iluminante C.



Figura 12. Utilización de colorímetro en determinación del color de la piel de pollo

2.6.3. Pérdida de agua por cocción

Las pérdidas de agua por cocción (PPC) fueron evaluadas cocinando las muestras como se describe anteriormente en el análisis de dureza, pesándolas antes y después del cocinado a 87 °C durante 25 minutos, se esperó que esté frío a temperatura de ambiente, posteriormente fue secado para volver a pesar. El cálculo se realizó según la metodología Garcia et al., 2010 y mediante la Ec. (5)

$$\text{PPC (g)} = \text{Peso músculo crudo} - \text{Peso músculo cocido} \quad (5)$$

2.6.4. Pérdida de agua por goteo

La pérdida de agua por goteo (PPG), se realizó mediante el método de goteo por gravedad y de acuerdo con Honikel y Hamm (1994) y Morón-Fuenmayor y Zamorano (2004). Las muestras (20) fueron pesadas (balanza analítica, Sartorius ED224S, Alemania), medidas (0,5 cm de alto x 0,5 cm de ancho x 3,0 cm de largo) y cortadas en forma longitudinal a las fibras musculares. Posteriormente suspendidas en frascos herméticos de polietileno, evitando que las muestras rosen las paredes del frasco. Las muestras fueron conservadas en refrigeración a 4 °C x 24 h, luego se pesaron. Los cálculos de PPG fueron según la Ec. (6)

$$\text{PPG (g)} = \text{Peso inicial} - \text{Peso final} \quad (6)$$



Figura 13. Evaluación de pérdida de agua por goteo en muestras de carne de pollo

2.6.5. pH

Se utilizó un pHmetro digital portátil (HANNA Instruments HI99163, Romania) con electrodo de perforación para medir el pH del músculo de la pechuga después de 4 h de post sacrificado. Directamente se midió en la pechuga haciendo un corte e introduciendo el electrodo del potenciómetro. Se ha considerado el promedio de dos lecturas por muestra (250 gr).



Figura 14. pHmetro digital portátil HANNA Instruments.

2.6.6. Composición físico-química y funcional de la carne

Los análisis de la composición físico-química de las muestras en carne (muslo (bíceps femoral, y pechuga), se realizaron en el LENA de la UNALM, donde se realizaron por triplicado, pero solamente se nos reportó el promedio de aporte nutricional. Las determinaciones métodos fueron de humedad (AOAC, 2005: 950.46), proteína (AOAC, 2005: 984.13), grasa (AOAC, 2005: 2003.05), fibra cruda (AOAC, 1997: 962.09), cenizas (AOAC, 2005: 942.05), polifenoles (Swain y Hillis, 1959) y antioxidantes (Arnao et al., 2001)

2.7. Propuesta de sostenibilidad en la producción en pollos criollos mejorados

En base a resultados obtenidos en la presente investigación y revisión bibliográfica se presenta propuestas de sostenibilidad en crianza de pollos criollos mejorados que vienen siendo colocados a nivel nacional, teniendo en cuenta la realidad de nuestras zonas rurales y el compromiso por una avicultura sostenible actual y futura a fin de lograr procesos avícolas que permitan satisfacer las nuevas demandas con productos alternativos.

2.8. Análisis de datos

Se empleó un diseño completamente aleatorizado (DCA). Se evaluaron 4 tratamientos con 5 repeticiones por dieta y 10 unidades de pollo por cada repetición. Los tratamientos correspondieron a los diferentes niveles de subproductos de cacao incluidas en las dietas.

Los residuos que se obtuvieron de las variables a evaluar de los índices de productividad y calidad físico-química de la carne de pollo fueron sometidos a pruebas de normalidad para ver si existe una distribución normal, mediante la prueba de Shapiro-Wilks y la prueba de homogeneidad de varianza, mediante la prueba de Bartlett. Luego de verificar los supuestos, se procedió a realizar un análisis de varianza (ANVA) con un 5 % de significancia y un 95% de nivel de confianza. Cuando se obtuvo diferencias significativas entre las dietas, se usó la prueba de comparación de múltiple de Tukey a un nivel de significancias de 5 %. Todos los resultados han sido analizados estadísticamente mediante el paquete 'Agricolae', versión 4.1.2 de R.

III. RESULTADOS

3.1. Composición físico-químico y funcional del subproducto de cacao y raciones alimenticias por dietas y etapas productivas

3.1.1. Composición físico-químico y funcional del subproducto de cacao

En la tabla 6 se presenta el análisis físico-químico del subproducto del grano del cacao. Los análisis y valores han sido obtenidos en el LENA de la UNALM. Se observa que los subproductos del grano de cacao evaluados resaltan en proteína (17,05 %), grasas (16,99 %), fibra dietaria (63,78 %), polifenoles (6,49 mg AGE/g de muestra) y capacidad antioxidante (6733,89 μ mol de trolox equivalente/g de muestra).

Tabla 6. Análisis físico-químico y funcional del subproducto del grano de cacao

Nutrientes	Unidad	Cantidad
Humedad	%	8,69
Proteína total	%	17,05
Grasa	%	16,99
Fibra cruda	%	9,61
Cenizas	%	6,18
Extracto libre de nitrógeno	%	41,48
Fibra dietaria	%	63,78
Polifenoles	mg de ácido gálico equivalente (AGE)/g de muestra	6,49
Capacidad antioxidante	micromol (μ mol) de trolox equivalente/g de muestra	6733,89

3.1.2 Composición físico-químico y funcional de las raciones por dietas y etapas productivas

Los valores nutricionales de las dietas experimentales fueron adaptados debido a que no existe información sobre requerimientos nutricionales a nivel de investigación.

Se adaptó de las recomendaciones comerciales de requerimientos nutricionales de la empresa ISAMISA, 2019 (casa genética proveedora de pollos criollos mejorados, tabla 15, ver anexo). Además, la fibra cruda se encuentra dentro de lo recomendado (2 - 4 %) por la NRC (1994) para pollos de engorde.

En la tabla 7 se detalla el análisis proximal y funcional de las dietas experimentales utilizadas durante la fase experimental, valores reportados por el LENA de la UNALM.

Tabla 7. Análisis físico-químico y funcional de las dietas experimentales utilizadas en la presente investigación

Etapa	Dietas (%)	H (%)	PT (%)	G (%)	FC (%)	Cen. (%)	ELN (%)	FD (%)
Inicio	0,0 SC	11,20	19,29	3,55	2,36	4,58	59,02	13,40
Inicio	2,5 SC	10,87	21,52	3,94	2,11	5,69	55,87	14,21
Inicio	5,0 SC	10,20	19,63	4,89	1,97	6,38	56,93	16,66
Inicio	7,5 SC	9,92	20,04	6,63	2,55	5,81	55,05	13,41
Crecimiento	0,0 SC	10,69	19,70	2,46	2,02	5,12	60,01	13,40
Crecimiento	2,5 SC	10,01	19,64	3,98	2,50	5,08	58,79	15,77
Crecimiento	5,0 SC	10,35	19,89	4,16	1,96	5,57	58,07	15,99
Crecimiento	7,5 SC	9,56	19,89	4,68	2,38	5,33	58,16	14,02
Acabado	0,0 SC	11,11	18,68	2,74	2,17	4,63	60,67	14,95
Acabado	2,5 SC	11,25	18,35	3,23	2,40	4,36	60,41	13,92
Acabado	5,0 SC	10,36	18,69	3,62	1,90	5,20	60,23	14,25
Acabado	7,5 SC	10,55	19,36	5,53	2,20	5,21	57,15	16,12

H: Humedad; PT: Proteína total (Nitrógeno*6,25%); G: Grasa; FC: Fibra cruda; Cen.: Cenizas; ELN; Extracto libre de nitrógeno; FD: Fibra dietaria

En la etapa de inicio la grasa aumentó de 3,55 % (0,0 % SC) hasta 6,63 % en la dieta con 7,5 % SC. Igualmente, las cenizas aumentaron con la adición del subproducto del grano de cacao hasta la dieta con 5,0 % SC. El extracto libre de nitrógeno fue mayor en el T1 comparado con los demás tratamientos. Mientras que la proteína fue mayor en la dieta con 2,5 % de SC.

En la etapa de crecimiento el nivel de proteína y grasa se incrementaban a medida que aumentaba el nivel de inclusión del subproducto del grano de cacao en las dietas. Igualmente, la fibra dietaría de 13,4 % (dieta 0,0 % SC) a 15,99 % (dieta 5,50 % SC). El contenido de cenizas fue mayor en el T3 (5,57 %). Mientras que la fibra cruda fue mayor en la dieta con 2,5 % SC (2,50) comparado con los demás tratamientos.

En la etapa de acabado los niveles de proteína, grasa, cenizas y fibra dietaria fue mayor conforme aumentaba el nivel de subproducto de cacao en las dietas. Mientras que el nivel de fibra cruda fue mayor en la dieta con 2,50 % SC comparado con los demás tratamientos experimentales.

El contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante en las dietas con 0,0 % SC fue de 0,92 mg de ácido gálico equivalente/g de muestra y 641,38 μ mol trolox equivalente/g de muestra respectivamente y conforme aumentaba el nivel del subproducto del grano de cacao en la dieta, aumentó la cantidad de nutrientes (0,95 mg de ácido gálico equivalente/g de muestra y 948,26 μ mol trolox equivalente/g de muestra)

En la tabla 8 se muestra el análisis del contenido polifenoles y capacidad antioxidante determinado en las dietas experimentales, valores obtenidos en el LENA de la UNALM.

El contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante en las dietas con 0,0 % SC a 7,5 % SC fue de 0,82 a 0,95 mg de ácido gálico equivalente/g de muestra y 641,38 a 948,96 μ mol trolox equivalente/g de muestra respectivamente. Observándose que a medida que se incrementaba el nivel de subproducto de cacao en la dieta aumentaba la cantidad de polifenoles y capacidad antioxidante en las dietas.

Tabla 8. Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de la dieta alimenticia administrada a los pollos criollos mejorados, en la etapa de acabado

Dietas	Polifenoles	Capacidad antioxidante
	(mg EAG/g de muestra) ¹	(μ mol E trolox /g de muestra) ²
0,0 % SC	0,92	641,38
2,5 % SC	0,82	752,38
5,0 % SC	0,92	922,13
7,5 % SC	0,95	948,26

¹ en mg de ácido gálico equivalente/g de muestra; ² expresada en micromol de trolox equivalente/ g de muestra

3.2. Indicadores productivos del pollo criollo mejorado

3.2.1. Peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos criollos mejorados

En la tabla 9, muestra los indicadores productivos de los pollos criollos mejorados alimentados con diferentes niveles de subproductos del grano de cacao. Al comparar los pollos alimentados con diferentes dietas y niveles de inclusión de subproductos de cacao se observa que los pollos alimentados con la dieta 2,5 % SC presentan mayor ($p < 0,05$) peso vivo y mejor índice de conversión alimenticia durante todo el periodo de crianza, como se puede observar también en las gráficas 15 y 16.

Tabla 9. Indicadores productivos durante el periodo experimental de los pollos criollos alimentados con diferentes niveles de subproductos de cacao

Indicadores	Dietas				Nivel de significancia
	0,0 % SC	2,5 % SC	5,0 % SC	7,5 % SC	
PV (g)	844,00 ¹ ±195,00 ¹ b	918,00±215,00c	863,00±194,00bc	585,00±129,00a	S
GP (g)	193,00±25,20b	214,00±29,10b	191,00±24,10ab	137,00±24,80a	S
CA (kg alim. /kg peso)	2,69±0,21b	2,48±0,17a	2,63±0,19b	2,95±0,251c	S

1/: Valores indican promedio y desviación estándar (n=5)

Letras diferentes dentro de una misma fila, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ($p < 0,05$), para cada porcentaje de inclusión de subproducto de cacao (SC).

S: Significativo.

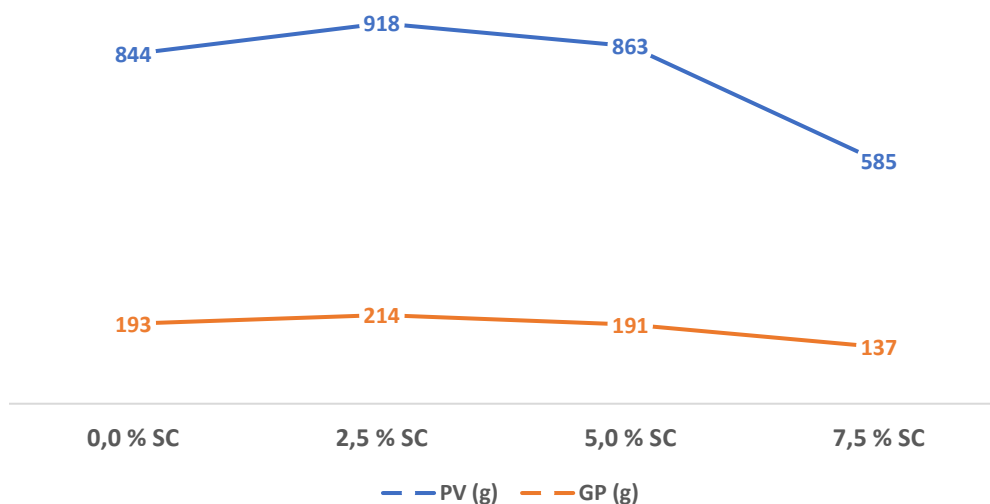


Figura 15. Peso vivo y ganancia de peso de pollos criollos mejorados alimentados con diferentes niveles de subproducto de cacao

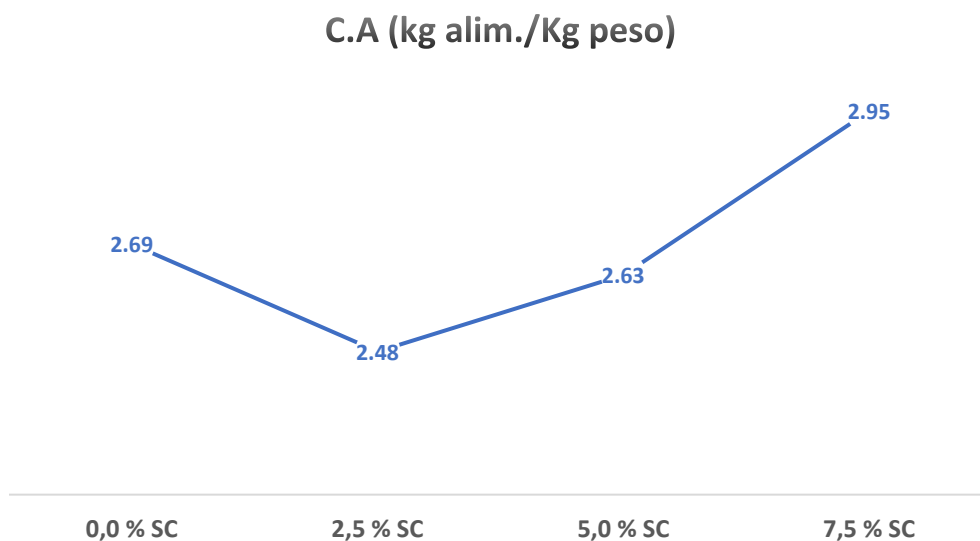


Figura 16. Conversión alimenticia de pollos criollos mejorados alimentados con diferentes niveles de subproducto de cacao

Mientras que a mayor porcentaje (7,5 % SC) de inclusión de subproductos de cacao en la dieta de los pollos criollos mejorados, se obtuvo menor peso vivo y ganancia de peso y un mayor índice de conversión alimenticia durante todo el periodo de crianza en comparación con las dietas 0,0% SC, 2,5 % SC y 5 % SC.

3.3.- Indicadores de calidad físico-química de la carne de pollo criollo mejorado

3.3.1. Color de la carne y piel, pH, PPG, PPC y dureza en carne de pollos criollos mejorados

En la tabla 10, se muestra los resultados de la composición físico-química de la carne de pechuga de los pollos criollos mejorados alimentados con diferentes tratamientos. En el presente estudio el tipo de dieta utilizada no afectó a las variables color de la carne, de la piel, pH, PPG y PPC, debido a que los valores fueron estadísticamente iguales.

Tabla 10. Parámetros de calidad físico-química en muestras pechuga de pollos criollos beneficiados alimentados con diferentes niveles de subproducto de cacao

Indicadores	Dietas				Nivel de significancia
	0,0 % SC	2,5 % SC	5,0 % SC	7,5 % SC	
Color de la carne					
L*	55,5 ¹ ±2,69 ¹	56,5±2,69	56,4±3,01	52,7±2,69	NS
a*	12,7±1,24	12,3±1,24	11,0±1,38	14,2±1,24	NS
b *	13,2±1,62	10,5±1,62	13,7±1,81	11,7±1,62	NS
Color de la piel					
L*	60,60±5,56	60,40±2,56	61,10±2,86	64,60±2,56	NS
a*	8,80±1,47	9,35±1,47	8,39±1,64	7,34±1,47	NS
b*	12,60±2,16	16,60±2,16	14,70±2,41	15,90±2,16	NS
Características de la calidad de la carne					
pH	5,67±0,03	5,73±0,03	5,70±0,03	5,70±0,03	NS
PPG (g)	0,28±0,12	0,12±0,12	0,06±0,13	0,13±0,12	NS
PPC (g)	0,80±0,11	0,94±0,11	0,84±0,13	0,88±0,11	NS
Dureza (N)	84,60±11,6	80,80±11,6	68,00±13,0	74,80±11,60	NS

1/: Valores indican promedio y desviación estándar (n=5)

L * = luminosidad; a * = enrojecimiento; b * = amarillez; PPG: Pérdida por goteo; PPC: Pérdida de cocción; N: Newton; g: Gramos.

Letras iguales dentro de una misma fila, indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ($p < 0,05$), para cada porcentaje de inclusión de subproducto de cacao (SC).

NS: No significativo.

3.3.2 Análisis proximal de la carne de pollo criollo mejorado

Los resultados presentados en la tabla 11, muestran la composición proximal de la carne de pollos criollos mejorados alimentados con diferentes dietas, valores reportados por el LENA de la UNALM.

Tabla 11. Análisis proximal de la carne de pollo criollo mejorado, parte pechuga

Muestra	Dietas	H %	PT %	G %	FC %	Cen %	ELN %
Pechuga	0,0 % SC	77,29	19,28	2,51	0,02	0,78	0,12
	2,5 % SC	74,25	20,68	3,47	0,09	0,84	0,40
	5,0 % SC	75,50	21,57	1,81	0,00	0,79	0,33
	7,5 % SC	70,22	24,24	3,52	0,04	1,00	0,98

H: Humedad; PT: Proteína total (Nitrógeno*6,25%); G: Grasa; FC: Fibra cruda; Cen.: Cenizas; ELN: Extracto libre de nitrógeno.

Los valores obtenidos en la carne de pollos criollos mejorados alimentados con diferentes niveles de subproductos de grano de cacao son de humedad 70,22 - 77,29 %, proteína es de 19,28 - 24,24 %, grasas es de 1,81 – 3,52 %, fibra cruda es de 0,00 a 0,09, cenizas es de 0,78 – 1,00 % y Extracto libre de nitrógeno es de 0,12 – 0,98 %. El porcentaje de mayor proteína, grasa, cenizas y ELN se observó en el tratamiento 7,5 % SC.

En la tabla 12, se detalla el contenido de polifenoles totales y de capacidad antioxidante en carne de pollo (parte muslo), valores reportados por el LENA de la UNALM. Se observa que a mayor porcentaje de inclusión de subproductos del grano de cacao en la dieta se obtuvieron mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante en los muslos de los pollos beneficiados.

Tabla 12. Capacidad antioxidante y concentración de polifenoles en muslo de pollo

Muestra	Dietas	Polifenoles (mg EAG/g de muestra) ¹	Capacidad antioxidante de (μmol E trolox/g de muestra) ²
Muslo	0,0 % SC	0,63	628,80
	2,5 % SC	0,98	833,40
	5,0 % SC	0,82	804,85
	7,5 % SC	1,04	891,02

¹ mg de equivalentes de ácido gálico/g de muestra; ² Expresada en micromol de trolox equivalente/ g de muestra.

3.4 Propuesta de sostenibilidad en la producción en pollos criollos mejorados

La crianza de pollos criollos mejorados se puede realizar en sistemas extensivos, semi intensivos e intensivos; dependiendo del sistema se tendrá en cuenta tanto las instalaciones, alimentación y manejo. En este caso la propuesta se realizará principalmente en base a la información obtenida en la presente investigación, en pollos criollos mejorados manejados en un sistema intensivo, con un ciclo productivo para engorde (figura 15). Además, será complementada con información obtenida de revisión bibliográfica.



Figura 17. Proceso productivo de la crianza de pollos criollos mejorados.

La propuesta de sostenibilidad en la producción de pollos criollos mejorados es utilizar subproductos generados a nivel local (cerca de la granja de producción) como los de granos de cacao debido a muchos aspectos como se detalla a continuación:

El reemplazo del subproducto de trigo por el subproducto de cacao es una buena alternativa, la dieta de 2,5% no hay nada de trigo, es posible el reemplazo de subproducto de trigo por subproducto de cacao incluso mejorando la respuesta productiva. Además, el subproducto de trigo es un ingrediente caro que no es producido en la zona por lo que generaría un incremento de costo en la alimentación de las aves. Cabe precisar que la alimentación es un factor muy importante desde el punto de vista económico y ambiental. Económico porque representa el mayor porcentaje de los costos totales de producción y ambiental porque para su producción de utiliza diversos recursos (suelo, agua, energía, etc.) que a mediano o largo plazo genera impactos sobre el medio ambiente.

Los residuos generados a nivel local como los subproductos del grano de cacao al ser aprovechados eficientemente contribuyen a mitigar los impactos ambientales, propagación de enfermedades y malos olores. Además, su aprovechamiento reduciría el gasto de energía para el transporte de insumos traídos fuera del área de crianza y gasto en consumo de otros recursos para producir otros insumos no disponibles a nivel local con metabolitos primarios y secundarios requeridos para la producción avícola.

IV. DISCUSIONES

4.1. Composición físico-químico y funcional del subproducto de cacao y raciones alimenticias por dietas y etapas productivas

4.1.1. Composición físico-químico y funcional del subproducto de cacao

En los subproductos del grano cacao de la presente investigación se obtuvo un porcentaje de humedad de 8,69 %, mayor a los reportados en estudios previos con valores de 6,79 a 7,71 % (Martínez et al., 2012 y Botella-Martínez et al., 2021), pero con menor valor reportado por Adeyemo et al. (2015). La variación de los resultados depende de muchos factores como la variedad de cacao evaluada, origen geográfico, variables ambientales, manejo, procesamiento, almacenamiento y el tipo de metodología empleada (Bertazzo et al., 2013; Zapata et al., 2013; Bortolini et al., 2016; Okiyama et al., 2017 y Agus et al., 2018).

La proteína total fue de 17,05 % valor cercano a los obtenidos por Day y Dilworth (1984), Botella-Martínez et al. (2021) y Rojo-Poveda et al. (2020), sin embargo, existe reportes de porcentajes menores de 14,98 % (Adeyemo et al., 2015) y 15,8 % (Martínez et al., 2012). Porcentajes variables en la composición física y química se debe a muchos factores como variedad, lugar geográfico, características edafológicas, climatológicas, manejo, procesamiento y tipo de metodología empleada (Bruna et al., 2009; Bertazzo et al., 2013; Zapata et al., 2013; Bortolini et al., 2016; Okiyama et al., 2017 y Agus et al., 2018) antes, durante y después de la obtención del subproducto de la cáscara del grano del cacao.

El contenido de grasa fue superior (16,99 %) a los reportados por otros investigadores con valores de 2,02 % (Martínez et al., 2012), 5,60 % (Day y Dilworth, 1984), 3,00-5,60 % (Botella-Martínez et al., 2021), 1,5 a 8,5 % (Rojo-Poveda et al., 2020). Igualmente, el porcentaje de fibra cruda fue superior (9,61 %) a los indicados por Day y Dilworth, 1984 y Adeyemo et al., 2015 con valores de 1,30 y 7,67 % respectivamente. Mientras que el contenido de cenizas de la muestra fue de 6,18 %, menor a lo reportado por estudios previos con valores de 7,03-7,34 % (Botella-Martínez et al., 2021), 7,35 % (Martínez et al., 2012), 11,66 % (Adeyemo et al., 2015) y 11,67 % (Agus et al., 2018). El rango variable de los resultados obtenidos se debe a diversos factores que influyen en el aporte nutricional de los subproductos del grano de cacao como características edafológicas, climatológicas, origen

geográfico, manejo, almacenamiento, procesamiento y tipo de metodología empleada (Bruna et al., 2009; Bertazzo et al., 2013; Zapata et al., 2013; Bortolini et al., 2016; Okiyama et al., 2017 y Agus et al., 2018).

El extracto libre de nitrógeno obtenido en los subproductos de cacao fue de 41,48 %, superior a lo reportado por Adeyemo et al., 2015 (7,67). Mientras que la fibra dietaria fue de 63,78 %, valor dentro de lo reportado por Botella-Martínez et al. (2021), con valores de 61,18 a 65,58 %. Los resultados son variables debido a diversos factores (variedad de cacao, origen geográfico, medio ambiente, manejo, procesamiento, almacenamiento y metodología empleada) que afectan la calidad durante y después de la obtención de los subproductos del grano del cacao (Bruna et al., 2009; Bertazzo et al., 2013; Zapata et al., 2013; Bortolini et al., 2016; Okiyama et al., 2017 y Agus et al., 2018)

El contenido de polifenoles totales se encontró dentro del rango (6,49 mg de ácido gálico equivalente/g de muestra) reportado por otros trabajos de investigación realizados previamente por Rojo-Poveda et al., 2020 (oscila entre 3,1 y 95,0 mg de equivalentes de ácido gálico/g de muestra). Sin embargo, el resultado fue mayor a lo reportado por Martínez et al., 2012 (3,53 a 3,65 mg de equivalentes de ácido gálico/g de muestra). En la presente investigación, se ha obtenido que los subproductos del grano de cacao contienen alto contenido de polifenoles. Además, que la variabilidad del contenido se debe a diferentes factores que influyen en la calidad de los subproductos como lugar geográfico, clima, calidad del suelo, manejo, procesamiento, almacenamiento y metodología utilizado (Bruna et al., 2009; Bertazzo et al., 2013; Zapata et al., 2013; Bortolini et al., 2016; Okiyama et al., 2017 y Agus et al., 2018)

Y con respecto a la capacidad antioxidante en el subproducto del grano de cacao se obtuvieron valores superiores (6733,89 μmol de trolox equivalente/g de muestra) a los reportados por otros investigadores como Grillo et al., 2019 (256,7 μmol equivalentes trolox/g de muestra), Martínez et al., 2012 (oscilan entre 2,48 y 22,93 μmol equivalentes trolox/g de muestra) y Rodríguez-Sánchez et al., 2020 (20,8 μmol equivalentes trolox/g de muestra). Resultados superiores en esta investigación pueden deberse al contenido de subproductos de cacao (cascarilla, núcleo, germen y cotiledones rotos). En general, estos subproductos de los granos

de cacao tienen una alta capacidad antioxidante, debido al contenido de polifenoles totales, que son importantes tanto a nivel tecnológico y nutricional (Okiyama et al., 2017 y Bruna et al., 2009); la primera porque disminuye el uso de aditivos de antioxidantes en la preparación y la segunda porque protegen las células del daño oxidativo (Bruna et al., 2009).

4.2. INDICADORES PRODUCTIVOS DEL POLLO CRIOLLO MEJORADO

4.2.1. Peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos criollos mejorados

Los pollos criollos mejorados alimentados con la dieta 2,5 % SC presentan mayor ($p < 0,05$) peso vivo y mejor índice de conversión alimenticia durante todo el periodo de crianza. Mientras que a mayor porcentaje (7,5 % SC) de inclusión de subproductos de cacao en la dieta de los pollos criollos mejorados, se obtuvo menor peso vivo y ganancia de peso y un mayor índice de conversión alimenticia durante todo el periodo de crianza en comparación con las dietas 0,0% SC, 2,5 % SC y 5 % SC, esto se debe a algunas sustancias de los subproductos de cacao como la teobromina, que se caracteriza por poseer un sabor ligeramente amargo (característico del cacao), ocasionando reducción de la ingesta con mayor porcentaje de subproductos de los granos de cacao en dietas de los pollos, esto coincide con muchas investigaciones realizadas previamente a este estudio (Day y Dilworth, 1984; Olubamiwa et al., 2006; Emiola et al., 2011; Adamafio, 2013; Adeyemo et al., 2015; Olumide et al., 2016; Olumide et al., 2017a; Olumide et al., 2017b y Makinde et al., 2019).

Existe evidencias del sabor amargo existente en la cascarilla del cacao (Alexander, 2008; Júnior et al., 2020) y sobre la existencia de antinutriente (teobromina) que bloquean los nutrientes esenciales (proteína y energía) durante la digestión, lo que reduce su disponibilidad de los nutrientes (Adeyemo et al., 2015 y Olumide et al. 2017b).

A pesar de conocer que los pollos criollos mejorados son más resistentes y que su sistema digestivo este mejor adaptado comparado con los pollos de engorde comerciales de crecimiento rápido, se ha obtenido mejores resultados con un menor porcentaje de inclusión (2,5% SC) de subproductos del grano de cacao en la dieta de los pollos criollos mejorados.

En su mayoría investigaciones previas indican que niveles de inclusión mayores del 10 % de subproductos del grano de cacao previamente tratado en las dietas de las aves causa pérdidas de los parámetros productivos (Olubamiwa et al., 2006; Emiola et al., 2011; Adeyemo et al., 2015; Olumide et al., 2016 y Olumide et al., 2017a;). Mayores porcentajes de cascarilla del grano de cacao y sin tratamiento previo, reducen el crecimiento en pollos de engorde y gallinas de postura (Day y Dilworth, 1984; Olubamiwa et al., 2006 y Adeyemo et al., 2015).

Además el alto nivel de fibra parece reducir la utilización de alimento por los pollos (Alemawor et al., 2009) lo que afectaría la digestión y absorción de nutrientes y energía para el crecimiento (Hocking et al., 2004; Jiménez-Moreno et al., 2011 y Salvador, 2022). Según resultados de la presente investigación, la adición de 2,5 % SC de subproducto de cacao podría mejorar la conversión alimenticia de los pollos criollos mejorados en comparación con la no adición de subproducto de cacao en la dieta (0,0 % SC), posiblemente debido a los metabolitos primarios y secundarios existentes en los subproductos del grano del cacao.

Otra explicación es que el nivel de inclusión de 2,5 % SC en la dieta de pollos criollos mejorados tendría un valor óptimo de fibra, obteniendo efectos benéficos, sin embargo, a mayor nivel de fibra cruda con la inclusión de niveles mayores de subproductos del grano del cacao tuvo efectos negativos. Lo antes indicado coincide con muchos investigadores (Alemawor et al., 2009; Jiménez-Moreno et al., 2011 y Salvador, 2022) que un déficit o exceso de fibra en la dieta afecta la digestibilidad de los nutrientes y el desempeño productivo en los animales.

Resultado de esta investigación coincide con Day y Dilworth (1984), que niveles dietéticos de 3 y 6 % de subproductos de cacao sin tratamiento alguno incluido en la dieta reducen drásticamente el rendimiento productivo de los pollos, posiblemente al aumento de porcentaje de ingesta de la cáscara del grano del cacao, resultando a la vez el aumento de teobromina en las dietas. Además, determinaron que la toxicidad de la teobromina pura es más toxica que los proporcionado en la harina de la cascarilla del grano del cacao.

4.3.- Indicadores de calidad físico-químico de la carne de pollo criollo mejorado

4.3.1. Color de la carne y piel, pH, PPG, PPC y dureza en carne de pollos criollos mejorados

Un aspecto importante a tener en cuenta en el sector avícola es la calidad de la carne. Actualmente los consumidores, no solamente tienen en cuenta el precio de la carne, sino también algunas características físicas del producto (Droval et al., 2012). La evaluación de la calidad de la carne es un tema complejo que puede realizarse desde el consumidor y mercadeo basándose en algunas características físicas, químicas, nutricionales y organolépticas (Attia et al., 2016).

El color de la piel y carne también es un aspecto importante en los consumidores (Garcia et al., 2010). La preferencia por el color varía en todo el mundo (Fletcher, 1999) y que está influenciado por la dieta y posiblemente por la genética (Batkowska et al., 2014). Además, está estrechamente relacionado con el pH, capacidad de retención de agua y textura (Garcia et al., 2010).

La calidad de la carne depende de muchos factores como el tipo de dieta, genotipo y edad de las aves (Fletcher, 1999 y Weng et al., 2022). Sin embargo, en el presente estudio el tipo de dieta utilizada no afectó a las variables color de la carne, de la piel, pH, PPG y PPC, debido a que los valores fueron estadísticamente iguales. Igualmente, Paredes y Vásquez, (2020) con diferentes genotipos de pollos de crecimiento lento (pollo criollo peruano, mejorado y puro, hubbard colorado, hubbard blanco, nativo francés y babcock) no obtuvieron diferencias significativas en algunos indicadores de calidad de la carne (pH de la carne, la pérdida por goteo y la pérdida de cocción).

El tipo de dieta utilizada no afectó el color de la piel y carne debido a que no se obtuvo diferencias significativas en los valores (L^* a^* b^*) en ambas piezas. Sin embargo, al comparar el color de la piel $L^*(60,40-64,60)$, $a^*(7,34-9,35)$ y $b^*(12,60-16,60)$ con el color de la carne $L^*(52,70 - 56,50)$, $a^*(11,00-14,20)$ y $b^*(10,50-13,70)$ de los pollos criollos mejorados, 4 horas después del beneficiado, se observa que en la primera presente mayor

valor de luminosidad y amarillamiento, pero menos valor de enrojecimiento. Lo antes indicado coincide con el color característico de la piel y de la carne de los pollos.

En estudio previo Weng et al. (2022) en carne de pechuga de pollos de crecimiento lento obtuvieron valores de amarillentos similares a la presente investigación, mientras que en cuanto a enrojecimiento (46,35) y luminosidad (2,38) obtuvieron valores menores a la presente investigación. Posiblemente debido a muchos factores que influyen en la calidad de la carne como el tipo de dieta, genotipo y edad (Fletcher, 1999 y Weng et al., 2022).

En cuanto al pH obtenido a las 4 horas pos beneficio en el presente estudio igualmente la dieta no influyó, sin embargo se observa que el pH de la carne se encuentran dentro del rango normal (5,5 a 6,5), similar a otras investigaciones previas (Fletcher, 1999; Rajkumar et al., 2016; Paredes y Vásquez, 2020). Esto explica que la inclusión de subproductos de cacao en la dieta no afecta los niveles de glucógeno y por lo tanto también el pH de la carne

Al comparar pollos de crecimiento lento (pollos nativos) con pollos de crecimiento rápido en el pH de la carne no se encontró igualmente ninguna variación significativa entre los genotipos (Rajkumar et al., 2016).

La pérdida de agua en carne genera pérdidas económicas por cambios en la apariencia y pérdida de peso en carne. En el presente estudio no se encontraron diferencias significativas de pérdidas por goteo y por cocción entre los diferentes tipos de dietas. Resultados similares obtuvo Manyeula et al. (2020) en pollos de crecimiento lento, pero reemplazando en forma parcial la soya por pasta de canola. La carne cruda de los pollos criollos presentó pérdidas de agua por goteo de 0,06 a 0,28 g, estos resultados se encuentran dentro de los valores encontrados por otros investigadores (Morón-Fuenmayor y García, 2004). En cuanto a las pérdidas de agua por cocción, los resultados de la presente investigación son similares a estudios recientes en pollos de crecimiento lento (Devatkal et al., 2019).

Igualmente, no hubo diferencias significativas en cuanto a los valores de dureza en pechuga de pollos criollos mejorados, tratados con diferentes dietas. Sin embargo, los valores obtenidos en el presente estudio fueron superiores a otras investigaciones (Devatkal et al.,

2019 y Weng et al., 2022), esto puede ser por el tipo de razas utilizadas para obtener los pollos de crecimiento lento.

A pesar de obtener una mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante en la carne de pollos alimentados con diferentes dietas (0,0 %, 2,5 %, 5 % y 7,5 %) no se obtuvieron diferencias significativas ($p > 0,05$) en todos los indicadores de calidad de la carne evaluados (color de la carne, piel, pH, PPG, PPC y dureza) de los pollos criollos mejorados.

4.3.2 Análisis proximal de la carne de pollo criollo mejorado

Los valores obtenidos de humedad (70,22 - 77,29 %), proteína (19,28 - 24,24 %), grasa (1,81 - 3,52 %) y cenizas (0,78 - 1,00 %) en la carne de pollos criollos mejorados se encuentran dentro de los reportados por otras investigaciones previas (Devatkal et al., 2019; Paredes y Vásquez, 2020 y Weng et al., 2022).

Comparando los resultados obtenidos en la presente investigación en cuanto a grasas (1,81 - 3,52 %), Paredes y Vásquez, (2020) obtuvo un porcentaje menor (0,80 %), mientras que el porcentaje en cenizas fueron similares en ambas investigaciones.

La carne de pollo criollo mejorado, parte pechuga alimentados con niveles de 7,5 % de SC obtuvo un mayor porcentaje de proteína (24,24), grasa (3,52) y cenizas (1,00). Además, se observa que a medida que se incrementaba en la dieta el nivel de subproductos de cacao, aumentaba el nivel de proteína en la carne. Esto es debido al aporte nutricional del subproducto del grano de cacao incluido en la dieta de los pollos.

A mayor porcentaje de inclusión de subproductos del grano de cacao en la dieta se obtuvieron mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante en los muslos de los pollos beneficiados, estos resultados coinciden con otros investigadores (Martínez et al., 2012 y Ribas-Agusti et al., 2014) que han obtenido mejoras en la calidad de productos cárnicos utilizando ingredientes naturales ricos en compuestos fenólicos y fibra dietética.

4.4 Propuesta de sostenibilidad en la producción de pollos criollos mejorados

Uno de los retos en la actualidad del sector avícola es producir de forma económicamente sostenible e inclusiva, protegiendo los recursos del medio ambiente y a la vez satisfaciendo las necesidades de los consumidores. Es por tal motivo que se presente propuestas de sostenibilidad (tabla 14) teniendo en cuenta los aspectos ambiental, económico y social.

4.4.1 Aspecto Ambiental

El sector avícola se caracteriza por poseer un ciclo de producción corto y de baja inversión (Nahm, 2007), ocasionando menos problemas ambientales que otras especies (vacunos, ovinos y porcinos), porque producen menos dióxido de carbono (CO₂) por producto (Williams et al., 2006; Nahm y 2007 y Avendaño y Corzo Alejandro, 2018) y es menor la contaminación cuando se cría los pollos de forma intensiva (Williams et al., 2006). Además, la producción de pollo podría ser preferible en comparación con otros tipos de carne (cerdo y res) debido a su menor potencial de calentamiento global (Williams et al., 2006 y Gonzáles et al., 2014).

La producción de alimento, procesamiento y transporte son unos de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (Gonzales et al., 2014 y Nijdam et al., 2012) lo que es un aspecto importante para tener en cuenta en las propuestas de mitigación.

En cuanto a su producción son especies mejoradas más eficientes por el menor tiempo de obtención y contaminación, se podría minimizar más si es que se aprovechan algunos residuos locales.

La valorización de los residuos es parte de la agenda de desarrollo sostenible al año 2030. Cabe destacar que la agenda incluye algunos objetivos netamente relacionados con la gestión de residuos que tienen como fin promover el aprovechamiento de los residuos (objetivos de desarrollo sostenible 8.4; 11.6; 12.4 y 12,5). La valorización de los residuos agropecuarios es un recurso importante en una economía circular por su aporte a la sociedad, economía y ambiente (Rojo-Poveda et al., 2020).

4.4.2 Aspecto Económico

Un aspecto importante a tener en cuenta la producción avícola es los costos para producir pollo, dado que el 70 % de los costos totales corresponde a los costos en alimentación. Porcentaje varía según el precio de los ingredientes utilizados en la dieta de que se utiliza de los animales, por lo que es recomendable la utilización de insumos locales o el aprovechamiento de residuos agrícolas, previa investigación.

4.4.3 Aspecto Social

El Perú posee el primer puesto de consumo per cápita de pollo en América Latina con 51,1 kg. de pollo por persona al año (Arana, 2021). Las importaciones exceden los 40 y 11 millones de toneladas de carne de pollo fresco y congelado y gallina congelada, respectivamente (MINAGRI, 2021) lo que indica que existe un déficit de abastecimiento de carne de pollo que se cubre con las importaciones. Además de ser un país que en la alimentación diaria no falta la carne de aves, posiblemente a la necesidad de proteína animal o por ser una carne más económica, con respecto a otras especies. Paralelo a ello se ha ido introduciendo genética de pollos bebes cruzados a nivel nacional. Los consumidores han ido apreciando mucho esta carne en comparación a la carne de pollo de crecimiento rápido por sus características de sabor, fácil y variedad preparación, calidad de la carne y su gran aporte nutricional al ser humano.

Tabla 13. Propuestas de sostenibilidad e impactos positivos en el productor avícola.

AMBIENTAL	SOCIAL	ECONÓMICO
Realizar mayor investigación en la utilización de insumos no tradicionales como los subproductos de los granos de cacao en dietas de pollos criollos. Alternativa de solución, que busca reemplazar el subproducto de trigo por el del cacao, incluso mejorando respuestas productivas, disminuir costos de alimentación, además de aprovechar residuos agropecuarios locales generando una economía sostenible (figura 16)	Generar alimento altamente nutritivo para consumo o comercialización.	Realizar la crianza de aves domésticas de una forma sostenible, satisfaciendo las necesidades de los consumidores.
Utilizar insumos que se encuentren en zonas cercanas a las granjas de producción a fin de minimizar la utilización de energía y uso de otros recursos, bien sea por su traslado a granja desde otra región o para producir un insumo determinado.	Garantizar la inocuidad del producto y la seguridad alimentaria.	Genera ingresos económicos, utilidad y un retorno de la inversión en un tiempo corto.
Manejar pollos criollos que se adapten mejor en zonas rurales y que aprovechen insumos locales a fin de disminuir la carga ambiental	Realizar uso adecuado y responsable de medicamentos en la salud animal.	Contribuir con la viabilidad económica y a la vez a la seguridad alimentaria de las zonas rurales.
Manejo eficientemente del uso de agua, suelo y energía. Además, priorizar el uso de fuentes energéticas renovables.	Reducir la competencia por insumos entre humanos y animales	Productores con poder adquisitivo
Gestión y manejo de residuos producto de la actividad avícola: Diseño, manejo, alojamientos y pozos de almacenamiento de excretas.	Implementar medidas de bioseguridad en las producciones, a fin de reducir riesgos de enfermedades tanto para los animales y humanos.	Realizar prácticas adecuadas en el manejo técnico productivo en la crianza aves
Mayor capacitación a productores avícolas sobre el manejo teniendo en cuenta el bienestar animal y sostenibilidad.	Genera trabajo familiar y comercial con equidad de género	

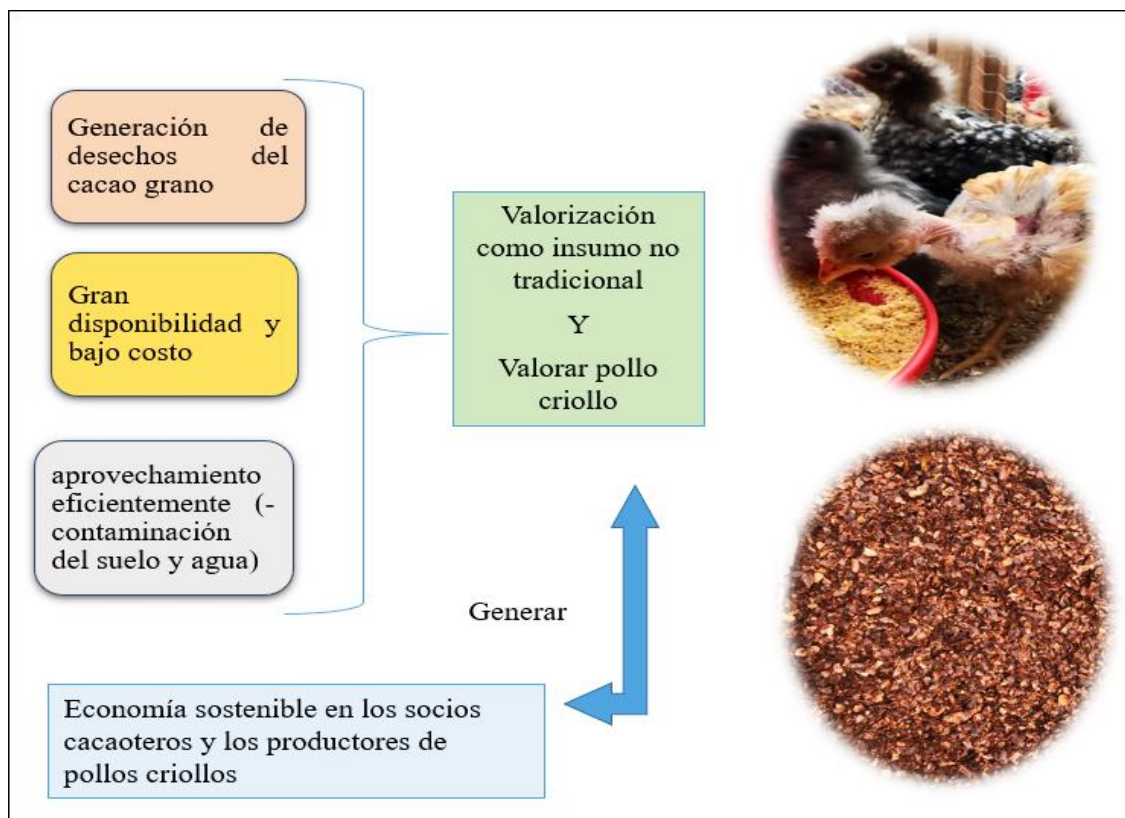


Figura 18. Aprovechamiento del subproducto del cacao en dieta de pollos criollos mejorados.

4.4.4. Contribución de la producción avícola a los objetivos del desarrollo sostenible

La producción de pollos criollos mejorados contribuye con los objetivos del desarrollo sostenible, como se detalla a continuación:

1. **Objetivo 2** (Hambre cero): Producir alimentos inocuos teniendo en cuenta el bienestar animal y producción sostenible, indirectamente mejorar la calidad de vida tanto de los consumidores como productores. La carne es asequible porque el precio de la carne de pollo es más económico y es de fácil y variedad preparación por los consumidores.
2. **Objetivo 3** (Establecer buena salud y bienestar): La carne de pollo criollo es apreciada por su sabor, color y gran aporte nutricional en proteína entre otros nutrientes al ser humano.

3. **Objetivo 4** (Educación de calidad): Fortalecimiento de capacidades para una producción sostenible y de calidad, mediante la transferencia de conocimiento y tecnologías aplicables para buenas prácticas pecuarias y de manufactura en la crianza avícola.
4. **Objetivo 8** (Trabajo decente y crecimiento económico): Es una actividad que genera empleo, utilidad, retorno de inversión en corto tiempo y poder adquisitivo en productores agropecuarios.
5. **Objetivo 9** (Industria, innovación e infraestructura): El productor avícola no depende del estado, genera ingresos y tienen su propia empresa.
6. **Objetivo 10** (Reducción de las desigualdades): Es una actividad productiva manejada por ambos géneros. En su mayoría manejado por mujeres, generando empoderamiento y contribuyendo al sustento del hogar.
7. **Objetivo 13** (Acción por el clima): Los pollos comparados a otras especies generan menos gases de efecto invernadero y tienen huella ambiental reducida (menor cantidad de uso tierra, agua y energía por kg de carne producida). Además, continuamente vienen realizando mejoras a nivel genético que ha permitido mitigar gases de efecto invernadero.

La implementación de prácticas avícolas sostenibles trae consigo beneficios ambientales, sociales y económicos. Para ello se requiere trabajar en forma conjunta tanto entidades públicas, asociaciones, productores y universidades a fin de invertir en el recurso humano y tecnologías aplicables en campo, consecuentemente fomentar las mejoras en las prácticas avícolas y de manufactura, que a corto plazo trae beneficios para toda la sociedad.

V. CONCLUSIONES

- Los subproductos del grano de cacao presentaron una humedad de 8,69 %, proteína total de 17,05 %, grasa de 16,99 %, fibra cruda de 9,61 %, cenizas de 6,18 %, extracto libre de nitrógeno de 41,48 %, fibra dietaria de 63,78 %, polifenoles de 6,49 mg AGE/g de muestra y capacidad antioxidante 6733,89 μmol de trolox equivalente/g de muestra.
- La calidad de la carne (color de la carne, de la piel, pH, PPG y PPC) no se vieron influenciados por los diferentes niveles de subproductos del grano de cacao incluidos en la dieta de los pollos criollos mejorados.
- La crianza de pollos criollos mejorados es sustentable si se hace un uso adecuado de los recursos de la zona y será sostenible si es que se tiene en cuenta de manera integral las dimensiones social, ambiental y económica.
- La carne de pollo criollo mejorado parte pechuga alimentados con diferentes dietas presentaron una humedad entre 70,22 y 77,29 %, proteína entre 19,28 y 24,24 %, grasa entre 1,81 y 3,52 %, cenizas entre 0,78 y 1,00 %, polifenoles entre 0,63 y 1,04 mg AGE/g de muestra y capacidad antioxidante entre 628,80 y 891,02 μmol de trolox equivalente/g de muestra.
- La adición de 2,5 % de subproducto de cacao en la dieta mejoró la ganancia de peso, peso vivo y índice de conversión alimenticia en pollos criollos mejorados en comparación con los demás tratamientos. Sin embargo, la inclusión de los subproductos del grano de cacao por encima del 2,5 % en la dieta genera efectos negativos en los parámetros productivos debido a la mayor cantidad de fibra y al contenido de teobromina.

VI. RECOMENDACIONES

Se debe investigar más sobre los pollos criollos mejorados tanto en los parámetros productivos, salud intestinal y calidad de la carne.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamafio, N., Afeke, I., Wepeba, J., Ali, E., & Quaye, F. (2006). Biochemical composition and in vitro digestibility of cocoa (*Theobroma cacao*) pod husk, cassava (*Manihot esculenta*) peel and plantain (*Musa paradisiacal*) peel. *Ghana Journal of Science*, 44(1), 29-38. <https://doi.org/10.4314/gjs.v44i1.15896>
- Adamafio, N. A. (2013). Theobromine toxicity and remediation of cocoa by-products: An overview. *Journal of Biological Sciences*, 13(7), 570-576 <https://doi.org/10.3923/jbs.2013.570.576>
- Adeyemo, G. O., Ajayi, A. O., Longe, O. G., & Olubamiwa, O. (2015). Gut morphology and internal organs of broiler birds fed graded levels of bio-dettheobrominized cocoa bean shell (CBS) based diets. *Journal of Experimental Agriculture International*, 172-177. DOI: 10.9734/AJEA/2015/10582
- Agus, B.A.P., Mohamad, N.N. & Hussain, N. (2018) Composition of unfermented, unroasted, roasted cocoa beans and cocoa shells from Peninsular Malaysia. *Food Measure* 12, 2581–2589. <https://doi-org.uchile.idm.oclc.org/10.1007/s11694-018-9875-4>
- Alemawor, F., Dzagbafia, V. P., Oddoye, E. O. K., & Oldham, J. H. (2009). Effect of *Pleurotus ostreatus* fermentation on cocoa pod husk composition: Influence of fermentation period and Mn²⁺ supplementation on the fermentation process. *African Journal of Biotechnology*, 8(9), 1950-1958. <https://doi.org/10.5897/AJB09.332>
- AOAC (1997). *Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis*. (16th ed.) Gaithersburg, MD.
- AOAC (2005). *Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis*. (18th ed.) Washington, DC.
- Arana, M. E. P. (2021). Poultry Meat Production in the South American Andes. *Meat and Nutrition*, 47. <https://doi.org/10.5772/intechopen.97507>
- Arnao, M. B., Cano, A., & Acosta, M. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food chemistry*, 73(2), 239-244. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00324-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00324-1)

- Attia, Y. A., Al-Harhi, M. A., Korish, M. A., & Shiboob, M. M. (2016). Evaluación de la calidad de la carne de pollo en el mercado minorista: efectos del tipo y origen de las canales. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 7(3), 321-339. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000300321&lng=es&tlng=es.
- Avendaño, S., & Corzo A. (2018). Selección de pollos de engorde - Sostenibilidad & bienestar animal. *AviNew A. Latina*. <https://avicultura.info/seleccion-pollos-de-engorde-sostenibilidad-bienestar-animal/>
- Baiyeri PK, Foleng HN, Machebe NS, Nwobodo CE (2019). Crop-Livestock Interaction for Sustainable Agriculture. *In Innovations in Sustainable Agriculture of Springer, Cham* 1:557-582. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23169-9>
- Batkowska, J., Brodacki, A., Knaga, S., & Florek, M. (2014). Slaughter traits and skin colour of newly crossed chicken broilers dedicated for extensive rearing system as a criterion of product identification and meat quality. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science*, 64(3), 161-169. <https://doi.org/10.1080/09064702.2014.983150>
- Beckett ST. (2011). *Industrial chocolate manufacture and use*. 4th ed. Chichester, West Sussex, York, UK: Wiley-Blackwell. ISBN 978-1-405-13949-6
- Bertazzo, A., Comai, S., Mangiarini, F., & Chen, S. (2013). Composition of cacao beans. *In Chocolate in health and nutrition* (pp. 105-117). Humana Press, Totowa, NJ. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-803-0_8
- Blasco A (2013). Animal Breeding Methods and Sustainability animal breeding sustainability. *Sustainable Food Production*. 41-57. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5797-8_333
- Boaitey, A., Goddard, E., & Hailu, G. (2018). Conserving Biodiversity in Farm Animals: Do Farmer and Public Biodiversity Knowledge and Awareness Matter?. *Society & Natural Resources*, 31(8), 960-976. <https://doi.org/10.1080/08941920.2018.1450912>

- Bortolini, C., Patrone, V., Puglisi, E., & Morelli, L. (2016). Detailed analyses of the bacterial populations in processed cocoa beans of different geographic origin, subject to varied fermentation conditions. *International journal of food microbiology*, 236, 98-106. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.07.004>
- Botella-Martínez, C., Lucas-Gonzalez, R., Ballester-Costa, C., Pérez-Álvarez, J. Á., Fernández-López, J., Delgado-Ospina, J., ...& Viuda-Martos, M. (2021). Ghanaian cocoa (*Theobroma cacao* L.) bean shells coproducts: Effect of particle size on chemical composition, bioactive compound content and antioxidant activity. *Agronomy*, 11(2), 401. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020401>
- Bruna, C., Eichholz, I., Rohn, S., Kroh, L. W., & Huyskens-Keil, S. (2009). Bioactive compounds and antioxidant activity of cocoa hulls (*Theobroma cacao* L.) from different origins. *Journal of applied botany and food quality*, 83(1), 9-13.
- Camas-Robles, G., Ruiz-Sesma, B., Mendoza-Nazar, P., Portillo-Salgado, R., Hernández-Marín, A., & Cigarroa-Vázquez, F. (2020). Comportamiento productivo y composición de la canal de la gallina de Guinea (*Numida meleagris*). *Abanico veterinario*, 10. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.34>
- Castellini, C., Bastianoni, S., Granai, C., Dal Bosco, A., & Brunetti, M. (2006). Sustainability of poultry production using the emergy approach: Comparison of conventional and organic rearing systems. *Agriculture, ecosystems & environment*, 114(2-4), 343-350. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.014>
- Cui, Y. M., Wang, J., Lu, W., Zhang, H. J., Wu, S. G., & Qi, G. H. (2018). Effect of dietary supplementation with *Moringa oleifera* leaf on performance, meat quality, and oxidative stability of meat in broilers. *Poultry Science*, 97(8), 2836-2844. <https://doi.org/10.3382/ps/pey122>
- Cuong, T. V., & Chin, K. B. (2016). Effects of annatto (*Bixa orellana* L.) seeds powder on physicochemical properties, antioxidant and antimicrobial activities of pork patties during refrigerated storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(4), 476. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.4.476>

- Day, E. J., & Dilworth, B. C. (1984). Toxicity of jimson weed seed and cocoa shell meal to broilers. *Poultry Science*, *63*(3), 466-468. <https://doi.org/10.3382/ps.0630466>
- Devatkal, S. K., Naveena, B. M., & Kotaiah, T. (2019). Quality, composition, and consumer evaluation of meat from slow-growing broilers relative to commercial broilers. *Poultry science*, *98*(11), 6177-6186. <https://doi.org/10.3382/ps/pez344>
- Droval, A. A., Benassi, V. T., Rossa, A., Prudencio, S. H., Paião, F. G., & Shimokomaki, M. (2012). Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. *Journal of Applied Poultry Research*, *21*(3), 502-507. <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00392>
- Emiola, I. A., Ojebiyi, O. O., & Akande, T. O. (2011). Performance and organ weights of laying hens fed diets containing graded levels of sun-dried cocoa bean shell (CBS). *International Journal of Poultry Science*, *10*: 987-990. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2011.987.990>
- European Food Safety Authority (EFSA). (2008). Theobromine as undesirable substances in animal feed-Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA Journal*, *6*(9), 725. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.725>
- Fioresi, F., Vieillard, J., Bargougui, R., Bouazizi, N., Fotsing, P. N., Woumfo, E. D., & Le Derf, F. (2017). Chemical modification of the cocoa shell surface using diazonium salts. *Journal of colloid and interface science*, *494*, 92-97. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2017.01.069>
- Fletcher, D. L. (1999). Broiler breast meat color variation, pH, and texture. *Poultry science*, *78*(9), 1323-1327. <https://doi.org/10.1093/ps/78.9.1323>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). *Africa sustainable livestock 2050. Technical Meeting and Regional Launch*. Addis Ababa, Ethiopia (pp. 21–23)
- Funaro, A., Cardenia, V., Petracci, M., Rimini, S., Rodriguez-Estrada, M. T., & Cavani, C. (2014). Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens. *Poultry science*, *93*(6), 1511-1522. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03486>

- Garcia, R. G., De Freitas, L. W., Schwingel, A. W., Farias, R. M., Caldara, F. R., Gabriel, A. M. A. & Almeida Paz, I. C. L. (2010). Incidence and physical properties of PSE chicken meat in a commercial processing plant. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 12(4), 233-237. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2010000400003>
- González-García, S., Gomez-Fernández, Z., Dias, A. C., Feijoo, G., Moreira, M. T., & Arroja, L. (2014). Life Cycle Assessment of broiler chicken production: a Portuguese case study. *Journal of cleaner production*, 74, 125-134. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.067>
- Goñi, S., & Salvadori, V. O. (2015). Medición de color de alimentos en el espacio CIELAB a partir de imágenes. In *III Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/47868>
- Grillo, G., Boffa, L., Binello, A., Mantegna, S., Cravotto, G., Chemat, F., ... & Telysheva, G. (2019). Cocoa bean shell waste valorisation; extraction from lab to pilot-scale cavitation reactors. *Food research international*, 115, 200-208. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.057>
- Hocking, P. M., Zaczek, V., Jones, E. K. M., & Macleod, M. G. (2004). Different concentrations and sources of dietary fibre may improve the welfare of female broiler breeders. *British Poultry Science*, 45(1), 9-19. <https://doi.org/10.1080/713655298>
- Honikel, K. O., & Hamm, R. (1994). Measurement of water-holding capacity and juiciness. In *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products*. Springer, Boston, MA, 9, 125-161. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2167-9_5
- ISAMISA. (16 julio 2019). POLLO CRIOLLO ISAMISA. [Isamisa.com.pe/producto/pollo-criollo-isamisa/](http://isamisa.com.pe/producto/pollo-criollo-isamisa/)
- Jokić, S., Gagić, T., Knez, Ž., Šubarić, D., & Škerget, M. (2018). Separation of active compounds from food by-product (cocoa shell) using subcritical water extraction. *Molecules*, 23(6), 1408. <https://doi.org/10.3390/molecules23061408>

- Júnior, P. C. G., dos Santos, V. B., Lopes, A. S., de Souza, J. P. I., Pina, J. R. S., Júnior, G. C. A. C., & Marinho, P. S. B. (2020). Determination of theobromine and caffeine in fermented and unfermented Amazonian cocoa (*Theobroma cacao* L.) beans using square wave voltammetry after chromatographic separation. *Food Control*, *108*, 106887. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106887>
- Kouamé, B., Marcel, G., André, K. B., Théodore, D., Bouafou, A., Guy, K., & Agri, R. (2011). Waste and by-products of cocoa in breeding: Research synthesis. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, *1*(1), 9-19. ISSN: 2223-7054
- Leinonen, I., Williams, A. G., & Kyriazakis, I. (2016). Potential environmental benefits of prospective genetic changes in broiler traits. *Poultry Science*, *95*(2), 228-236. <https://doi.org/10.3382/ps/pev323>
- Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and *in vitro* antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. *Food Research International*, *49*(1), 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.08.005>
- Magothe, T. M., Okeno, T. O., Muhuyi, W. B., & Kahi, A. K. (2012). Indigenous chicken production in Kenya: II. Prospects for research and development. *World's Poultry Science Journal*, *68*(1), 133-144. <https://doi.org/10.1017/S004393391200013X>
- Makinde, O. J., Okunade, S. A., Opoola, E., Sikiru, A. B., Ajide, S. O., & Elaigwu, S. (2019). Exploration of Cocoa (*Theobroma cacao*) By-Products as Valuable Potential Resources in Livestock Feeds and Feeding Systems. In *Theobroma Cacao-Deploying Science for Sustainability of Global Cocoa Economy*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.87871>
- Manyeula, F., Mlambo, V., Marume, U., & Sebola, N. A. (2020). Partial replacement of soybean products with canola meal in indigenous chicken diets: size of internal organs, carcass characteristics and breast meat quality. *Poultry science*, *99*(1), 256-262. <https://doi.org/10.3382/ps/pez470>
- Morón-Fuenmayor, O. E., & García, L. Z. (2004). Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. *Revista Científica*, *14*(1). <https://www.redalyc.org/pdf/959/95911219006.pdf>

- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (MINAGRI) 2021. Boletín Estadístico Mensual de la Producción y Comercialización Avícola. 1-22. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2509467/Bolet%C3%ADn%20sobre%20producci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n-av%C3%ADcola-%20SEPTIEMBRE%202021%20.pdf>
- Nahm, K. H. (2007). Feed formulations to reduce N excretion and ammonia emission from poultry manure. *Bioresource Technology*, 98(12), 2282-2300. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.07.039>
- National Research Council. (NRC) 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th Revision Ed National Academy Press Washington DC
- Nijdam D, Rood T, Westhoek H. (2012). The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. *Food policy* 2012; 37(6): 760-770. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.08.002>
- Oddoye, E. O., Agyente-Badu, C. K., & Gyedu-Akoto, E. (2013). Cocoa and its by-products: identification and utilization. In *Chocolate in health and nutrition* (pp. 23-37). Humana Press, Totowa, NJ. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-803-0_3
- Okiyama, D. C., Navarro, S. L., & Rodrigues, C. E. (2017). Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 63, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.007>
- Okiyama, D. C., Soares, I. D., Toda, T. A., Oliveira, A. L., & Rodrigues, C. E. (2019). Effect of the temperature on the kinetics of cocoa bean shell fat extraction using pressurized ethanol and evaluation of the lipid fraction and defatted meal. *Industrial Crops and Products*, 130, 96-103. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.063>
- Olaifa, F.E., Hamzat, R.A., Oyetoyan, O. O. (2008). Acute toxicity of ethanol extracts of cocoa bean shell on *Sarotherodon galilaeus* juveniles. *Journal of Fisheries International*, 3: 56-60. <https://medwelljournals.com/abstract/?doi=jfish.2008.56.60>

- Olubamiwa, O., Ikyo, S. M., Adebowale, B. A., Omojola, A. B., & Hamzat, R. A. (2006). Effect of boiling time on the utilization of cocoa bean shell in laying hen feeds. *International Journal of Poultry Science*, 5(12), 1137-1139. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2006.1137.1139>
- Olumide, M. D., Hamzat, R. A., & Bamijoko, O. J. (2016). Performance and egg quality of laying hens fed variously treated cocoa (*Theobroma cacao*) bean shell based diets. *International Journal of Livestock Research*, 7(1), 21-34. <http://dx.doi.org/10.5455/ijlr.20161218125835>
- Olumide, M. D., Hamzat, R. A., Bamijoko, O. J., Akinsoyinu, A. O. (2017a). Effects of treated cocoa (*Theobroma cacao*) bean shell based diets on serum biochemistry and haematological indices of laying hens. *Int J Livest Res*, 7, 8–20. doi: 10.5455/ijlr.20161218125703
- Olumide, M. D., Akinsoyinu, A. O., & Hamzat, R. A. (2017b). Evaluation of performance, carcass characteristics, serum biochemistry and hematological parameters of broilers fed graded levels of raw cocoa bean shell based diet. *Nigerian Journal of Animal Production*, 44(3), 210-221. <https://doi.org/10.51791/njap.v44i3.743>
- Othman, A., Ismail, A., Ghani, N. A., & Adenan, I. (2007). Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. *Food chemistry*, 100(4), 1523-1530. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.021>
- Othman, A., Ismail, A., Ghani, N. A., & Adenan, I. (2007). Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. *Food chemistry*, 100(4), 1523-1530. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.021>
- Paredes, M., & Vásquez, B. (2020). Crecimiento, características de carcasa, peso de órganos internos y composición proximal de carne de seis genotipos de pollos criados en la región Andina del norte peruano. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 365-374. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.08>
- Parra, N., Henriquez, M., Villanueva, S. (2018). Utilización de los subproductos del cultivo y procesamiento del cacao. Universidad Nacional de Caracas-*Jornadas de Investigación*. <http://www.ing.ucv.ve/jifi2018/documentos/ambiente/AIS003.pdf>

- Phuong, T. L., Xuan, K. D., & Szalay, I. (2015). Traditions and local use of native Vietnamese chicken breeds in sustainable rural farming. *World's Poultry Science Journal*, *71*(2), 385-396. <https://doi.org/10.1017/S0043933915000380>
- Popa, V. I., Dumitru, M., Volf, I., & Anghel, N. (2008). Lignin and polyphenols as allelochemicals. *industrial crops and products*, *27*(2), 144-149. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2007.07.019>
- Rajkumar, U., Muthukumar, M., Haunshi, S., Niranjana, M., Raju, M. V. L. N., Rama Rao, S. V., & Chatterjee, R. N. (2016). Comparative evaluation of carcass traits and meat quality in native Aseel chickens and commercial broilers. *British Poultry Science*, *57*(3), 339-347. <https://doi-org.uchile.idm.oclc.org/10.1080/00071668.2016.1162282>
- Rodríguez-Sánchez, J. L., Pérez-Santana, D., Rodríguez-Cuesta, A., de Villavicencio, M. N., & de los Ríos, J. G. (2020). Caracterización física y química de la cascarilla del grano tostado de cacao. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, *30*(3), 23-31. <https://www.revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/202>
- Ribas-Agusti, A., Gratacós-Cubarsí, M., Sárraga, C., Guàrdia, M. D., García-Regueiro, J. A., & Castellari, M. (2014). Stability of phenolic compounds in dry fermented sausages added with cocoa and grape seed extracts. *LWT-Food Science and Technology*, *57*(1), 329-336. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.046>
- Rojo-Poveda, O., Barbosa-Pereira, L., Mateus-Reguengo, L., Bertolino, M., Stévigny, C., & Zeppa, G. (2019). Effects of particle size and extraction methods on cocoa bean shell functional beverage. *Nutrients*, *11*(4), 867. <https://doi.org/10.3390/nu11040867>
- Rojo-Poveda, O., Barbosa-Pereira, L., Zeppa, G., & Stévigny, C. (2020). Cocoa bean shell—a by-product with nutritional properties and biofunctional potential. *Nutrients*, *12*(4), 1123. <https://doi.org/10.3390/nu12041123>
- Sánchez, V., Ahmed, E. salous, Yépez Anchundia, M., Mosquera, C., Arizaga, R., y Cadena, N. (2018). Elaboración de alimento balanceado para pollo broiler a base de subproductos de cacao (cáscara, cascarilla y placenta). *Espirales Revista Multidisciplinaria de investigación*, *2*(13). <https://doi.org/10.31876/re.v2i13.173>

- Salvador, E. (3 de marzo 2022). Importancia de la fibra en dietas de aves en el período inicial. *Actualidad Avipecuaria*. <https://actualidadavipecuaria.com/importancia-de-la-fibra-en-dietas-de-aves-en-el-periodo-inicial/>
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. Critical reviews. *Food science and nutrition*, 45(4), 287-306. <https://doi.org/10.1080/1040869059096>
- Schlenker, W., Hanemann, W. M., & Fisher, A. C. (2005). Will US agriculture really benefit from global warming? Accounting for irrigation in the hedonic approach. *American Economic Review*, 95(1), 395-406. <https://doi.org/10.1257/0002828053828455>
- Swain, T., & Hillis, W. E. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10(1), 63-68. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740100110>
- Tallentire, C. W., Leinonen, I., & Kyriazakis, I. (2016). Breeding for efficiency in the broiler chicken: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(4), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0398-2>
- Tavaniello, S. (2016). Effects of intramuscular vitamin E multiple injection on quality, oxidative stability and consumer acceptability of meat from *Laticauda* lambs fed under natural rearing conditions. *Small Ruminant Research*, 139, 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.05.004>
- Tolentino, C., Icochea, E., Reyna, P., & Valdivia, R. (2008). Influencia de la temperatura y humedad ambiental del verano e invierno sobre parámetros productivos de pollos de carne criados en la ciudad de Lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 19(1), 9-14. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172008000100002&lng=es&nrm=iso
- Weng, K., Huo, W., Li, Y., Zhang, Y., Zhang, Y., Chen, G., & Xu, Q. (2022). Fiber characteristics and meat quality of different muscular tissues from slow- and fast-growing broilers. *Poultry Science*, 101(1), 101537. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101537>

- Williams, A., Audsley, E., & Sandars, D. (2006). Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities: Defra project report IS0205. *Zu finden in:* <http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx>.
- Zakaria, H. A. H., Jalal, M. A. R., & Jabarin, A. S. (2008). Effect of exogenous enzymes on the growing performance broiler chickens fed regular corn/soybean-based diets and the economics of enzyme supplementation. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(4), 534-539. <https://doi.org/10.3923/pjn.2008.534.539>
- Zapata Bustamante, S., Tamayo Tenorio, A., & Alberto Rojano, B. (2013). Efecto de la fermentación sobre la actividad antioxidante de diferentes clones de cacao colombiano. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(3), 391-404. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962013000300007
- Zuidhof, M. J., Schneider, B. L., Carney, V. L., Korver, D. R., & Robinson, F. E. (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry science*, 93(12), 2970-2982. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>

ANEXOS

Tabla 14. Resumen del análisis químico proximal de los subproductos de los granos del cacao

Nutrientes	Unidad	Cantidad	Referencias
Humedad	%	6,66-9,60	Martínez et al., 2012; Agus et al., 2018; Rojo-Poveda et al., 2019; Grillo et al., 2019
Proteína cruda	g/100g	14,50 25,07	Day & Dilworth (1984); Adamafio et al., 2006; Olubamiwa et al., 2006; Kouamé et al., 2011; Martínez et al., 2012; Adamafio, 2013; Pérez et al., 2015; Adeyemo et al., 2015; Agus et al., 2018; Rojo-Poveda et al., 2019; Okiyama et al., 2019
Grasas	g/100g	2,02-18,20	Day & Dilworth (1984); Adamafio et al., 2006; Olubamiwa et al., 2006; Kouamé et al., 2011; Martínez et al., 2012; Adamafio, 2013; Pérez et al., 2015; Agus et al., 2018; Rojo-Poveda et al., 2019; Okiyama et al., 2019
Energía bruta	Mj/Kg	1,67-5,10	Day & Dilworth (1984); Adamafio et al., 2006; Adamafio, 2013; Adeyemo et al., 2015
Fibra cruda	%	1,30-33,00	Day & Dilworth (1984); Adamafio et al., 2006; Olubamiwa et al., 2006; Kouamé et al., 2011; Adamafio, 2013; Pérez et al., 2015; Adeyemo et al., 2015; Agus et al., 2018
Fibra dietética	g/100g	46,43-55,10	Rojo-Poveda et al., 2019; Okiyama et al., 2019
Carbohidratos	g/100g	3,00-43,63	Martínez et al., 2012; Agus et al., 2018; Rojo-Poveda et al., 2019; Okiyama et al., 2019
Cenizas	g/100g	2,70-11,67	Martínez et al., 2012; Adeyemo et al., 2015; Agus et al., 2018; Rojo-Poveda et al., 2019; Okiyama et al., 2019; Grillo et al., 2019
Teobromina	%	1,60 -1,83	Kouamé et al., 2011; Grillo et al., 2019
Polifenoles	mg de equivalentes de ácido gálico/g de muestra	3,12–94,95	Agus et al., 2018; Grillo et al., 2019; Jokić et al., 2018
Actividad antioxidante	μmol equivalentes trolox/g de muestra	2,48 256,7	- Martínez et al., 2012; Grillo et al., 2019; Botella-Martínez et al., 2021

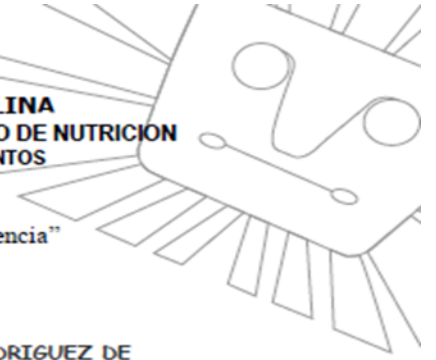
Tabla 15. Recomendaciones comerciales de requerimientos nutricionales para pollos criollos mejorados

NUTRIENTES	ETAPAS		
	INICIO	CRECIMIENTO	ACABADO
Energía Metabolizable Aves	2950,00	3050,00	3100,00
Proteína Cruda	18,59	18,32	16,74
Grasa Cruda	3,70	5,13	0,00
Fibra Cruda	2,93	2,89	2,77
Calcio	0,97	0,82	0,68
Fosforo Disponible	0,44	0,40	0,36
Sodio	0,15	0,15	0,15
Cloro	0,22	0,21	0,16
Arginina	1,15	1,13	1,01
Lisina	1,03	0,99	0,90
Metionina	0,52	0,53	0,48
Metionina + Cistina	0,78	0,78	0,71
Treonina	0,67	0,66	0,60
Triptófano	0,21	0,20	0,18
Valina	0,78	0,77	0,70
Isoleucina	0,72	0,71	0,64

Fuente: ISAMISA, 2019



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



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0322/2021

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS
ATENCIÓN : YOANY DIANA LEIVA VILLANUEVA
NOMBRE DEL PRODUCTO : 17 muestras
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 31-05-2021
PRESENTACION : Muestras en bolsas ziplocks
IDENTIFICACION : AQ21-0322/01-17

ELN² = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO
Métodos utilizados:
a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
c.- Grasa: AOAC (2005), 2003.05
d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
e.- Ceniza: AOAC (2005), 942.05

Atentamente,

Dr. Carlos Gómez Bravo
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



La Molina, 10 de Junio del 2021



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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0322/2021

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ21-0322/01	AQ21-0322/02	AQ21-0322/03	AQ21-0322/04	AQ21-0322/05	AQ21-0322/06	AQ21-0322/07
MUESTRA	ACABADO 7.5%	ACABADO 5%	CRECIMIENTO 0%	ACABADO 2.5%	ACABADO 0%	CASCARILLA DE CACAO	INICIO 0%
PESO (gramos)	170	203	217	173	182	136	171
a.- HUMEDAD, %	10.55	10.36	10.69	11.25	11.11	8.69	11.20
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	19.36	18.69	19.70	18.35	18.68	17.05	19.29
c.- GRASA, %	5.53	3.62	2.46	3.23	2.74	16.99	3.55
d.- FIBRA CRUDA, %	2.20	1.90	2.02	2.40	2.17	9.61	2.36
e.- CENIZA, %	5.21	5.20	5.12	4.36	4.63	6.18	4.58
f.- ELN ¹ , %	57.15	60.23	60.01	60.41	60.67	41.48	59.02



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0322/2021

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ21-0322/08	AQ21-0322/09	AQ21-0322/10	AQ21-0322/11	AQ21-0322/12	AQ21-0322/13	AQ21-0322/14
MUESTRA	CRECIMIENTO 7.5%	INICIO 7.5%	CRECIMIENTO 2.5%	INICIO 5%	CRECIMIENTO 5%	INICIO 2.5%	CARNE ACABADO 0%
PESO (gramos)	217	183	207	169	212	198	-
a.- HUMEDAD, %	9.56	9.92	10.01	10.20	10.35	10.87	77.29
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	19.89	20.04	19.64	19.63	19.89	21.52	19.28
c.- GRASA, %	4.68	6.63	3.98	4.89	4.16	3.94	2.51
d.- FIBRA CRUDA, %	2.38	2.55	2.50	1.97	1.96	2.11	0.02
e.- CENIZA, %	5.33	5.81	5.08	6.38	5.57	5.69	0.78
f.- ELN ¹ , %	58.16	55.05	58.79	56.93	58.07	55.87	0.12



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0322/2021

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ21-0322/15	AQ21-0322/16	AQ21-0322/17
MUESTRA	CARNE ACABADO 2.5%	CARNE ACABADO 5%	CARNE ACABADO 7.5%
PESO (gramos)	-	-	-
a.- HUMEDAD, %	74.52	75.50	70.22
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	20.68	21.57	24.24
c.- GRASA, %	3.47	1.81	3.52
d.- FIBRA CRUDA, %	0.09	0.0	0.04
e.- CENIZA, %	0.84	0.79	1.00
f.- ELN ¹ , %	0.40	0.33	0.98



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0323/2021

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS
ATENCIÓN : YOANY DIANA LEIVA VILLANUEVA
NOMBRE DEL PRODUCTO : 13 muestras
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 31-05-2021
PRESENTACION : Muestras en bolsa ziplocks
IDENTIFICACION : AQ21-0323/01-13

Métodos utilizados:

a.- Fibra dietaria : Official Methods of Analysis of AOAC International, 16 the Edition, Volume I, Section 12.1.07, Method 960.52 (1997).

Atentamente,

Dr. Carlos Gómez Bravo
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



La Molina, 10 de Junio del 2021



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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0323/2021

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ21-0323/01	AQ21-0323/02	AQ21-0323/03	AQ21-0323/04	AQ21-0323/05	AQ21-0323/06	AQ21-0323/07
MUESTRA	ACABADO 7.5%	CRECIMIENTO 2.5%	ACABADO 5%	INICIO 2.5%	ACABADO 2.5%	ACABADO 0%	CRECIMIENTO 7.5%
α- FIBRA DIETARIA, %	16.12	15.77	14.25	14.21	13.92	14.95	14.02

CÓDIGO	AQ21-0323/08	AQ21-0323/09	AQ21-0323/10	AQ21-0323/11	AQ21-0323/12	AQ21-0323/13
MUESTRA	CRECIMIENTO 5%	INICIO 5%	CASCARILLA DE CACAO	CRECIMIENTO 0%	INICIO 0%	INICIO 7.5%
α- FIBRA DIETARIA, %	15.99	16.66	63.78	13.40	13.40	13.41



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0323b/2021

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS
ATENCIÓN : YOANY DIANA LEIVA VILLANUEVA
NOMBRE DEL PRODUCTO : 09 muestras
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
PRESENTACION : Muestras en bolsa ziplocks
IDENTIFICACION : AQ21-0323b/01-09

Métodos utilizados:

- a.- Compuestos fenólicos: Swan y Hillis, 1959.
- b.- Capacidad antioxidante: Arnao, Cano y Acosta, 2001.

Atentamente,

Dr. Carlos Gómez Bravo
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



La Molina, 11 de Junio del 2021



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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0323b/2021

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ21-0323b/01	AQ21-0323b/02	AQ21-0323b/03	AQ21-0323b/04	AQ21-0323b/05	AQ21-0323b/06	AQ21-0323b/07
MUESTRA	CASCARILLA DE CACAO	ALIMENTO BALANCEADO ACABADO 0%	ALIMENTO BALANCEADO ACABADO 2.5%	ALIMENTO BALANCEADO ACABADO 5%	ALIMENTO BALANCEADO ACABADO 7.5%	MÚSCULO DE POLLO 0%	MÚSCULO DE POLLO 2.5%
a.- COMPUESTOS FENOLICOS O POLIFENOLES (mg/100g de muestra original) P: expres, en mg de ácido gálico Equival/100g de m	649.40	91.90	81.50	91.70	94.80	62.50	98.10
b.- CAPACIDAD ANTIOXIDANTE expres en micromol de Trolox Equival/100 g de m	673389.20	64137.80	75238.0	92213.20	94825.80	62879.50	83340.20

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830





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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0323b/2021

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ21-0323b/08	AQ21-0323b/09
MUESTRA	MÚSCULO DE POLLO 5%	MÚSCULO DE POLLO 7.5%
a.- COMPUESTOS FENOLICOS O POLIFENOLES (mg/100g de muestra original) P: expres, en mg de ácido gálico Equival/100g de mu	81.60	104.20
b.- CAPACIDAD ANTIOXIDANTE expres en micromol de Trolox Equival/100 g de m	80485.30	89101.70



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830

INDICADORES DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS

CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Linear mixed model fit by maximum likelihood ['lmerMod']

Formula: CA ~ 1 + (1 | sujeto)

Data: CA3

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
457.3	467.5	-225.7	451.3	217

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.4399	-0.5323	0.2049	0.6864	1.6199

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
sujeto	(Intercept)	0.0000	0.0000
Residual		0.4555	0.6749

Number of obs: 220, groups: sujeto, 20

Fixed effects:

Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	2.6867	0.0455 59.05

optimizer (nloptwrap) convergence code: 0 (OK)
boundary (singular) fit: see ?isSingular

COMPARACION

TRATAT	lsmean	SE	df	lower.CL	upper.CL	.group
2.5	2.48	0.165	12.1	2.12	2.84	a
5	2.63	0.191	12.1	2.22	3.05	b
0	2.69	0.209	12.1	2.23	3.14	b
7.5	2.95	0.251	11.8	2.40	3.50	c

Degrees-of-freedom method: kenward-roger

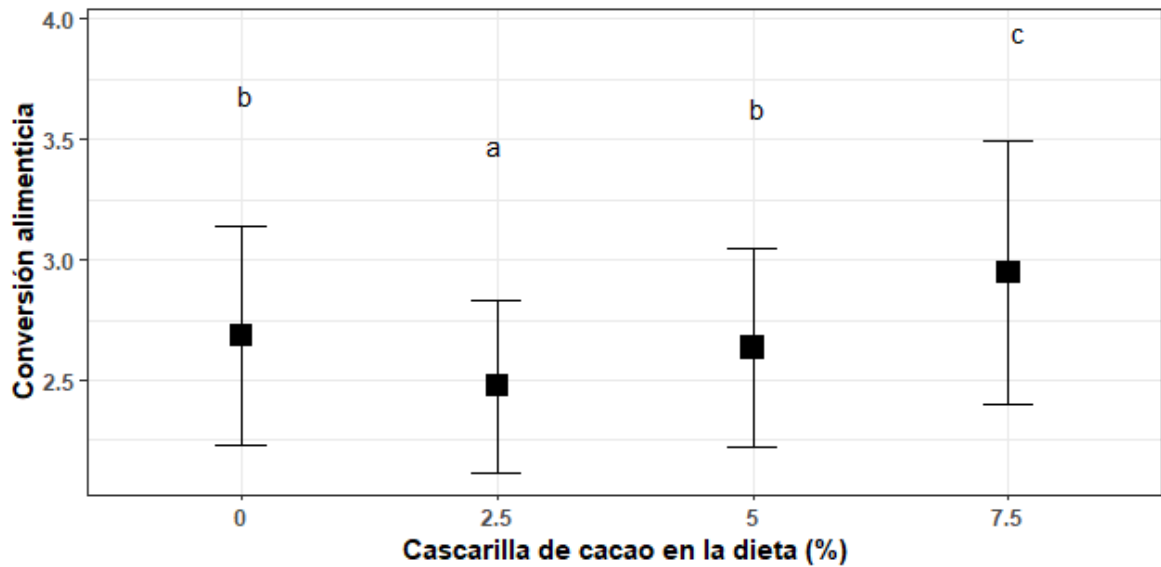
Confidence level used: 0.95

P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates

significance level used: alpha = 0.05

NOTE: Compact letter displays can be misleading because they show NON-findings rather than findings.

Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.



pwc: Emmeans test; p.adjust: Tukey

GANANCIA DE PESO VIVO

Linear mixed model fit by maximum likelihood ['lmerMod']

Formula: ganancia ~ TRATAT + (TRATAT | tiempo)

Data: ganancia3

AIC BIC logLik deviance df.resid
 1891.4 1940.9 -930.7 1861.4 185

Scaled residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
 -3.2684 -0.3797 -0.0209 0.4042 4.3964

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
tiempo	(Intercept)	5647.5	75.15	
TRATAT	2.5	938.6	30.64	0.21
TRATAT	5	1598.1	39.98	-0.35 0.55
TRATAT	7.5	2681.3	51.78	-0.37 0.44 0.31
Residual		338.2	18.39	

Number of obs: 200, groups: tiempo, 10

Fixed effects:

Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	192.88	23.91 8.068

TRATAT2.5	20.86	10.36	2.013
TRATAT5	-1.42	13.17	-0.108
TRATAT7.5	-55.68	16.78	-3.318

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) TRATAT2 TRATAT5

TRATAT2.5 0.164

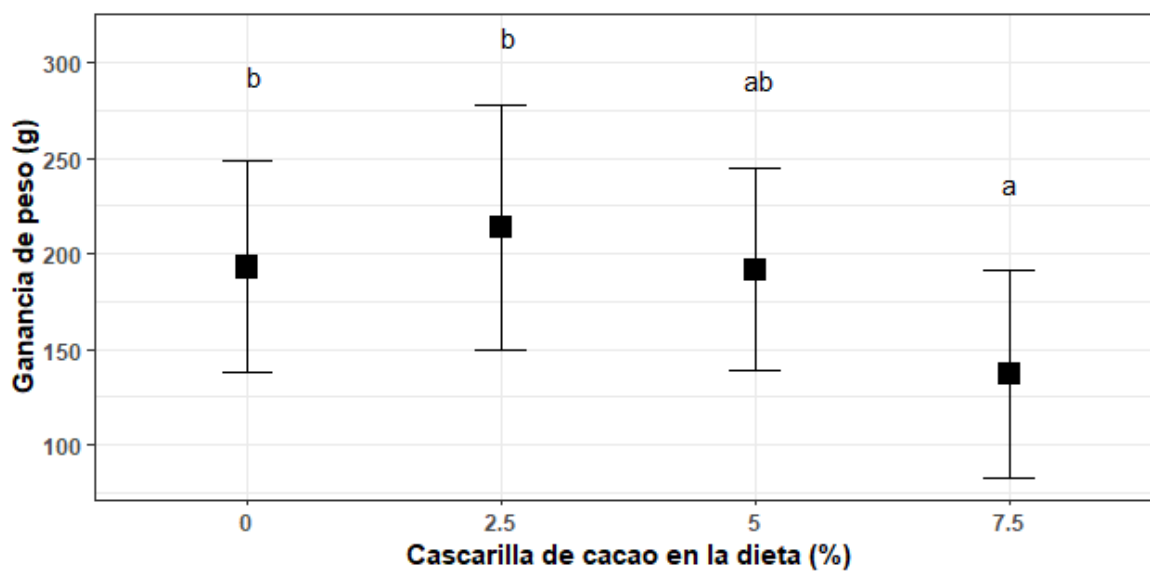
TRATAT5 -0.355 0.540

TRATAT7.5 -0.375 0.441 0.322

COMPARACIÓN

TRATAT lsmean SE df lower.CL upper.CL .group

7.5	137	24.8	11.1	82.8	192	a
5	191	24.1	11.1	138.5	244	ab
0	193	25.2	11.1	137.5	248	b
2.5	214	29.1	11.1	149.8	278	b



pwc: Emmeans test; p.adjust: Tukey

PESO VIVO AVE

Linear mixed model fit by maximum likelihood ['lmerMod']

Formula: peso ~ TRATAT + (TRATAT | tiempo)

Data: peso3

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2276.7	2327.6	-1123.4	2246.7	205

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.7260	-0.3856	-0.0036	0.3521	4.1572

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
tiempo	(Intercept)	380684.7	617.00	
TRATAT2.5		4144.2	64.38	0.98
TRATAT5		764.9	27.66	-0.17 -0.21
TRATAT7.5		47056.3	216.92	-0.98 -0.92 0.08
Residual		844.0	29.05	

Number of obs: 220, groups: tiempo, 11

Fixed effects:

Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	843.87	186.07 4.535
TRATAT2.5	74.45	20.18 3.689
TRATAT5	18.91	10.01 1.889
TRATAT7.5	-258.69	65.64 -3.941

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	TRATAT2	TRATAT5
TRATAT2.5	0.939	
TRATAT5	-0.148	-0.091
TRATAT7.5	-0.973	-0.866 0.087

optimizer (nloptwrap) convergence code: 0 (OK)
boundary (singular) fit: see ?isSingular

COMPARACION

TRATAT	lsmean	SE	df	lower.CL	upper.CL	.group
7.5	585	129	12.1	304	866	a
0	844	195	12.1	419	1269	b
5	863	194	12.1	441	1285	bc
2.5	918	215	12.1	450	1387	c

Degrees-of-freedom method: kenward-roger

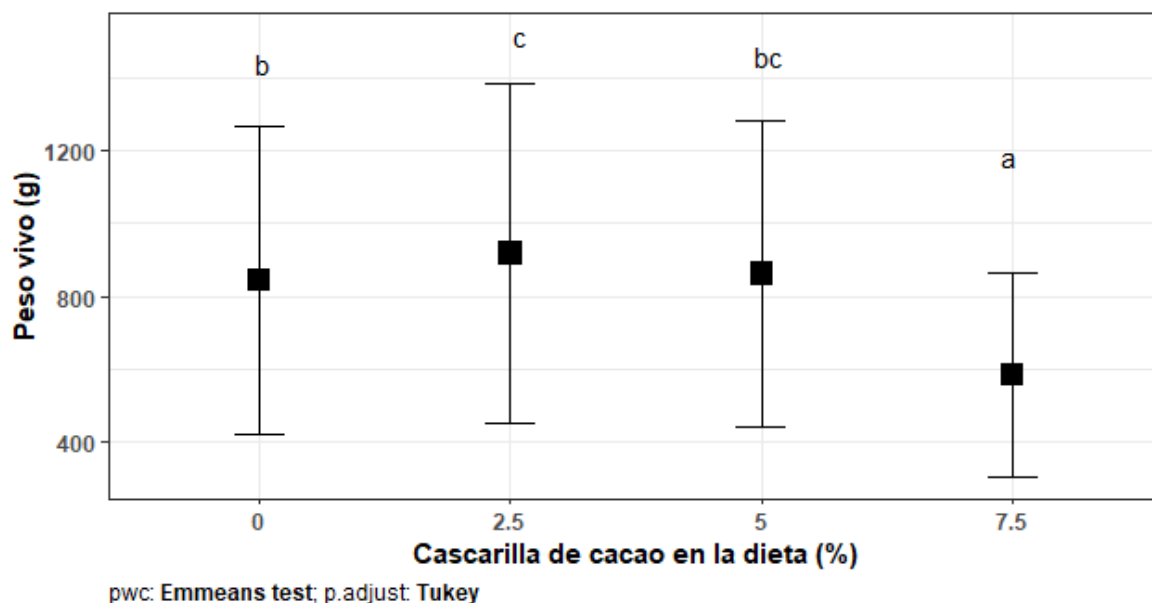
Confidence level used: 0.95

P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates

significance level used: alpha = 0.05

NOTE: Compact letter displays can be misleading

because they show NON-findings rather than findings.
Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.



INDICADORES DE CALIDAD DE LA CARNE

Calidad de carne en el pecho 4HL*

##

Shapiro-Wilk normality test

##

data: rstandard(m1)

W = 0.88247, p-value = 0.02371

Analysis of Variance Table

##

Response: CCARNEPECHO4HL

Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)

TRATAT 3 45.64 15.213 0.4196 0.7416

Residuals 15 543.86 36.257

[1] 0.0774215

Warning: package 'agricolae' was built under R version 4.1.2

[1] 10.89824

##

Attaching package: 'rstatix'

```

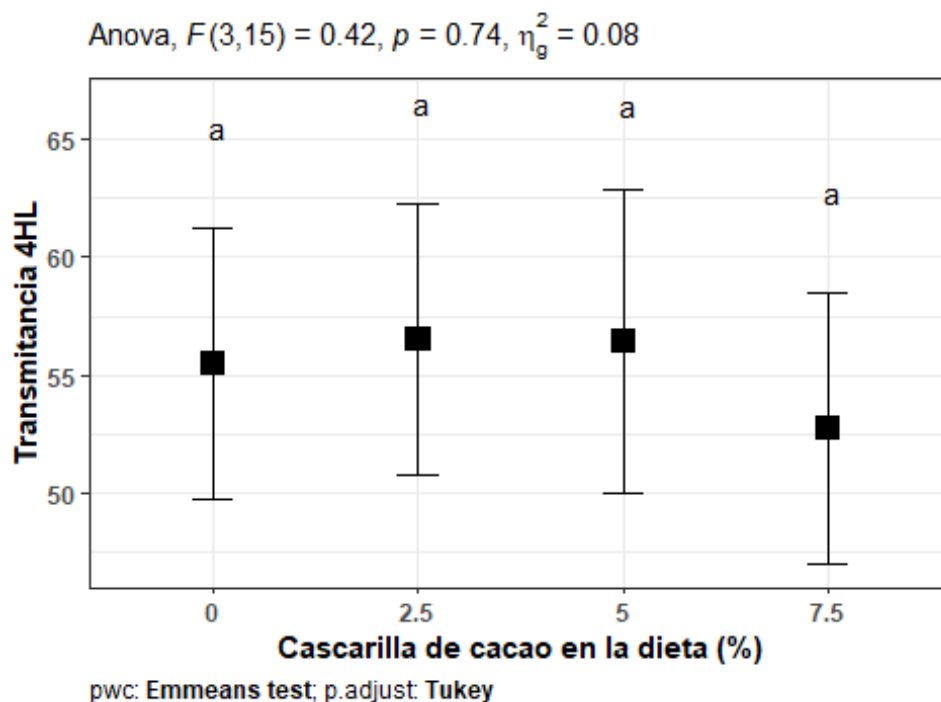
## The following object is masked from 'package:stats':
##
## filter
##
## Attaching package: 'dplyr'
## The following objects are masked from 'package:stats':
##
## filter, lag
## The following objects are masked from 'package:base':
##
## intersect, setdiff, setequal, union
## Loading required package: mvtnorm
## Loading required package: survival
## Loading required package: TH.data
## Loading required package: MASS
##
## Attaching package: 'MASS'
## The following object is masked from 'package:dplyr':
##
## select
## The following object is masked from 'package:rstatix':
##
## select
##
## Attaching package: 'TH.data'
## The following object is masked from 'package:MASS':
##
## geyser
## Coefficient covariances computed by hccm()
## Note: adjust = "tukey" was changed to "sidak"
## because "tukey" is only appropriate for one set of pairwise comparisons
## # A tibble: 6 x 9
## term .y. group1 group2 df statistic p p.adj p.adj.signif
## * <chr> <chr> <chr> <chr> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <chr>
## 1 TRATAT CCARNEPECHO4HL* 0 2.5 15 -0.271 0.790 1.00 ns
## 2 TRATAT CCARNEPECHO4HL* 0 5 15 -0.227 0.823 1.00 ns
## 3 TRATAT CCARNEPECHO4HL* 0 7.5 15 0.726 0.479 0.980 ns
## 4 TRATAT CCARNEPECHO4HL* 2.5 5 15 0.0281 0.978 1.00 ns
## 5 TRATAT CCARNEPECHO4HL* 2.5 7.5 15 0.997 0.334 0.913 ns
## 6 TRATAT CCARNEPECHO4HL* 5 7.5 15 0.912 0.376 0.941 ns

```

```

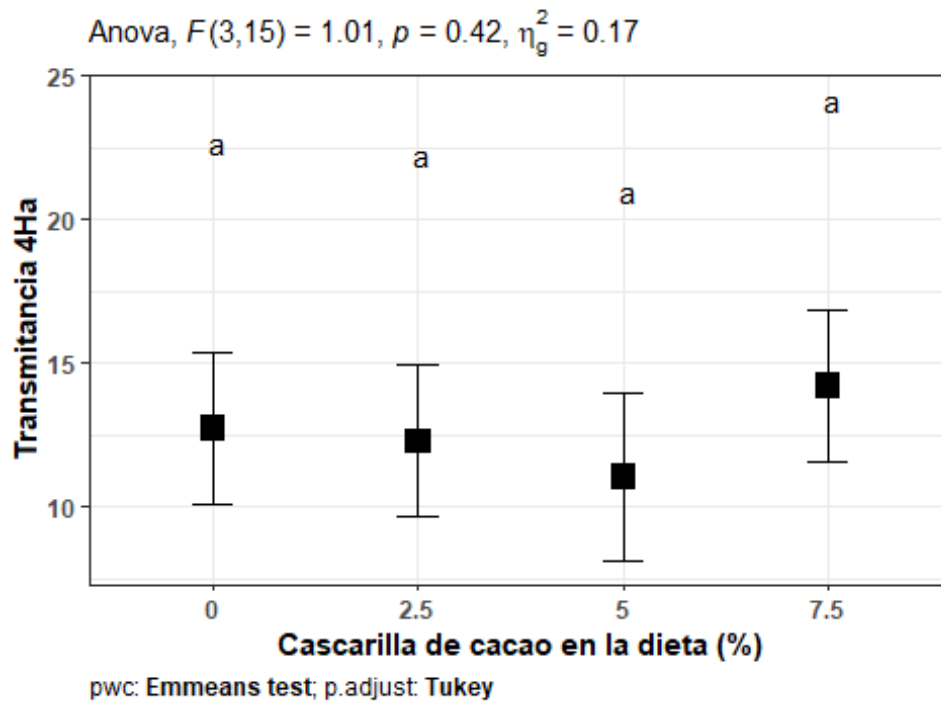
## TRATAT lsmear SE df lower.CL upper.CL .group
## 7.5 52.7 2.69 15 47.0 58.5 a
## 0 55.5 2.69 15 49.8 61.3 a
## 5 56.4 3.01 15 50.0 62.8 a
## 2.5 56.5 2.69 15 50.8 62.3 a
##
## Confidence level used: 0.95
## P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
## significance level used: alpha = 0.05
## NOTE: Compact letter displays can be misleading
## because they show NON-findings rather than findings.
## Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.
## Warning: Width not defined. Set with `position_dodge(width = ?)`

```



Calidad de la carne de pecho 4H a*

```
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: rstandard(m2)
## W = 0.86387, p-value = 0.01138
## Analysis of Variance Table
##
## Response: CCARNEPECHO4Ha
##      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## TRATAT   3 23.137  7.7122  1.0061 0.4173
## Residuals 15 114.977  7.6652
## [1] 0.1675184
## [1] 21.9108
## Coefficient covariances computed by hccm()
## Note: adjust = "tukey" was changed to "sidak"
## because "tukey" is only appropriate for one set of pairwise comparisons
## # A tibble: 6 x 9
##   term .y.      group1 group2  df statistic    p p.adj p.adj.signif
## * <chr> <chr>      <chr> <chr> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <chr>
## 1 TRATAT CCARNEPECHO4Ha* 0   2.5    15    0.260 0.798 1.00 ns
## 2 TRATAT CCARNEPECHO4Ha* 0   5      15    0.909 0.378 0.942 ns
## 3 TRATAT CCARNEPECHO4Ha* 0   7.5    15   -0.841 0.414 0.959 ns
## 4 TRATAT CCARNEPECHO4Ha* 2.5  5      15    0.664 0.517 0.987 ns
## 5 TRATAT CCARNEPECHO4Ha* 2.5  7.5    15   -1.10 0.288 0.870 ns
## 6 TRATAT CCARNEPECHO4Ha* 5    7.5    15   -1.70 0.109 0.501 ns
## TRATAT lsmean SE df lower.CL upper.CL .group
## 5    11.0 1.38 15  8.08  14.0 a
## 2.5  12.3 1.24 15  9.63  14.9 a
## 0    12.7 1.24 15 10.08  15.4 a
## 7.5  14.2 1.24 15 11.56  16.8 a
##
## Confidence level used: 0.95
## P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
## significance level used: alpha = 0.05
## NOTE: Compact letter displays can be misleading
##   because they show NON-findings rather than findings.
##   Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.
## Warning: Width not defined. Set with `position_dodge(width = ?)`
```



Calidad de la carne de pecho HB*

Analysis of Variance Table

##

Response: CCARNEPECHO4Hb

Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)

TRATAT 3 29.142 9.7142 0.7377 0.5458

Residuals 15 197.526 13.1684

##

Shapiro-Wilk normality test

##

data: rstandard(m3)

W = 0.94302, p-value = 0.2987

[1] 0.1285689

[1] 29.77532

Coefficient covariances computed by hccm()

Note: adjust = "tukey" was changed to "sidak"

because "tukey" is only appropriate for one set of pairwise comparisons

A tibble: 6 x 9

term .y. group1 group2 df statistic p p.adj p.adj.signif

* <chr> <chr> <chr> <chr> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <chr>

1 TRATAT CCARNEPECHO4HB* 0 2.5 15 1.17 0.261 0.838 ns

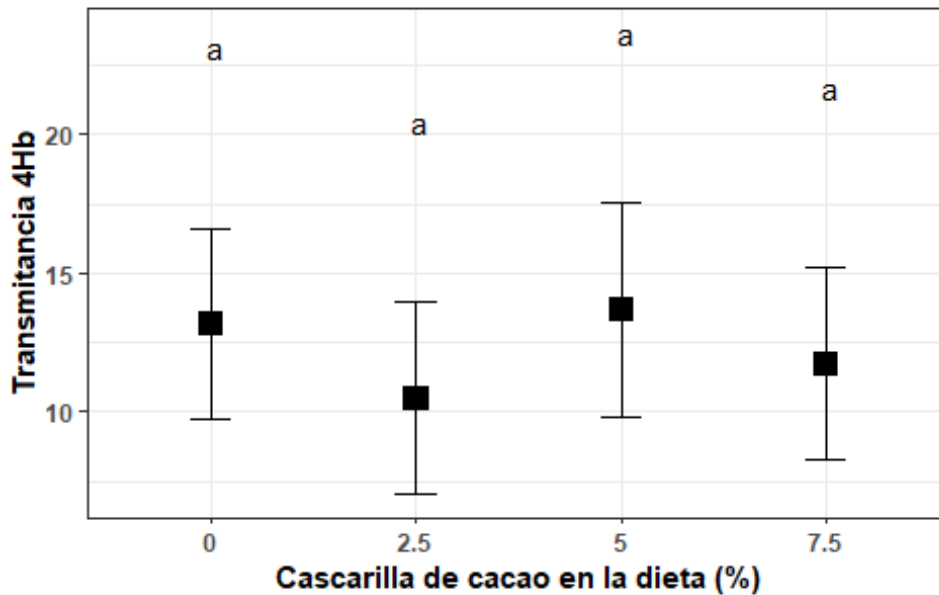
2 TRATAT CCARNEPECHO4HB* 0 5 15 -0.208 0.838 1.00 ns

```

## 3 TRATAT CCARNEPECHO4HB* 0 7.5 15 0.630 0.538 0.990 ns
## 4 TRATAT CCARNEPECHO4HB* 2.5 5 15 -1.31 0.211 0.758 ns
## 5 TRATAT CCARNEPECHO4HB* 2.5 7.5 15 -0.537 0.599 0.996 ns
## 6 TRATAT CCARNEPECHO4HB* 5 7.5 15 0.802 0.435 0.967 ns
## TRATAT lsmean SE df lower.CL upper.CL .group
## 2.5 10.5 1.62 15 7.03 13.9 a
## 7.5 11.7 1.62 15 8.26 15.2 a
## 0 13.2 1.62 15 9.71 16.6 a
## 5 13.7 1.81 15 9.81 17.5 a
##
## Confidence level used: 0.95
## P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
## significance level used: alpha = 0.05
## NOTE: Compact letter displays can be misleading
## because they show NON-findings rather than findings.
## Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.
## Warning: Width not defined. Set with `position_dodge(width = ?)`

```

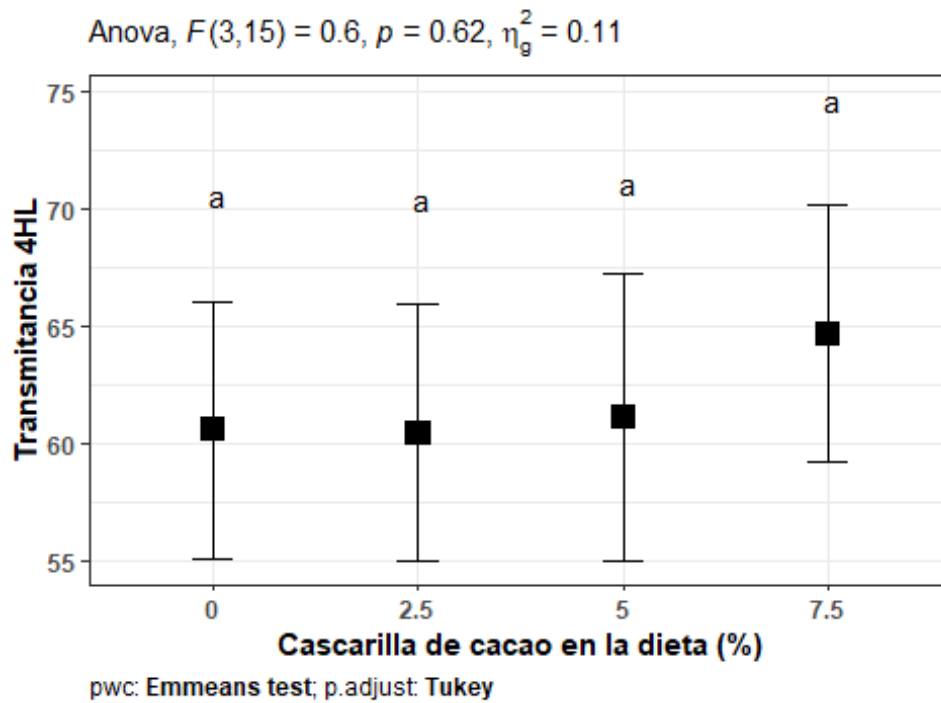
Anova, $F(3,15) = 0.74$, $p = 0.55$, $\eta_p^2 = 0.13$



pwc: Emmeans test; p.adjust: Tukey

Calidad de la piel en el pecho 4HL*

```
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: rstandard(m4)
## W = 0.83939, p-value = 0.00453
## Analysis of Variance Table
##
## Response: CPIELPECHO4HL
##      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## TRATAT   3  59.22  19.741  0.6013 0.6241
## Residuals 15 492.44  32.829
## [1] 0.1073563
## [1] 9.285398
## Coefficient covariances computed by hccm()
## Note: adjust = "tukey" was changed to "sidak"
## because "tukey" is only appropriate for one set of pairwise comparisons
## # A tibble: 6 x 9
##   term .y.      group1 group2  df statistic    p p.adj p.adj.signif
## * <chr> <chr>      <chr> <chr> <dbl>  <dbl> <dbl> <dbl> <chr>
## 1 TRATAT CPIELPECHO4HL* 0   2.5    15  0.0353 0.972 1.00 ns
## 2 TRATAT CPIELPECHO4HL* 0   5      15 -0.133 0.896 1.00 ns
## 3 TRATAT CPIELPECHO4HL* 0   7.5    15 -1.12  0.278 0.859 ns
## 4 TRATAT CPIELPECHO4HL* 2.5  5      15 -0.166 0.870 1.00 ns
## 5 TRATAT CPIELPECHO4HL* 2.5  7.5    15 -1.16  0.264 0.841 ns
## 6 TRATAT CPIELPECHO4HL* 5    7.5    15 -0.928 0.368 0.936 ns
## TRATAT lsmean SE df lower.CL upper.CL .group
## 2.5  60.4 2.56 15  55.0  65.9 a
## 0    60.6 2.56 15  55.1  66.0 a
## 5    61.1 2.86 15  55.0  67.2 a
## 7.5  64.6 2.56 15  59.2  70.1 a
##
## Confidence level used: 0.95
## P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
## significance level used: alpha = 0.05
## NOTE: Compact letter displays can be misleading
##   because they show NON-findings rather than findings.
##   Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.
## Warning: Width not defined. Set with `position_dodge(width = ?)`
```



Calidad de la piel de pecho 4Ha*

##

Shapiro-Wilk normality test

##

data: rstandard(m5)

W = 0.88424, p-value = 0.02547

Analysis of Variance Table

##

Response: CPELPECHO4Ha

Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)

TRATAT 3 10.857 3.6191 0.3362 0.7994

Residuals 15 161.474 10.7649

[1] 0.06300189

[1] 38.71985

Coefficient covariances computed by hccm()

Note: adjust = "tukey" was changed to "sidak"

because "tukey" is only appropriate for one set of pairwise comparisons

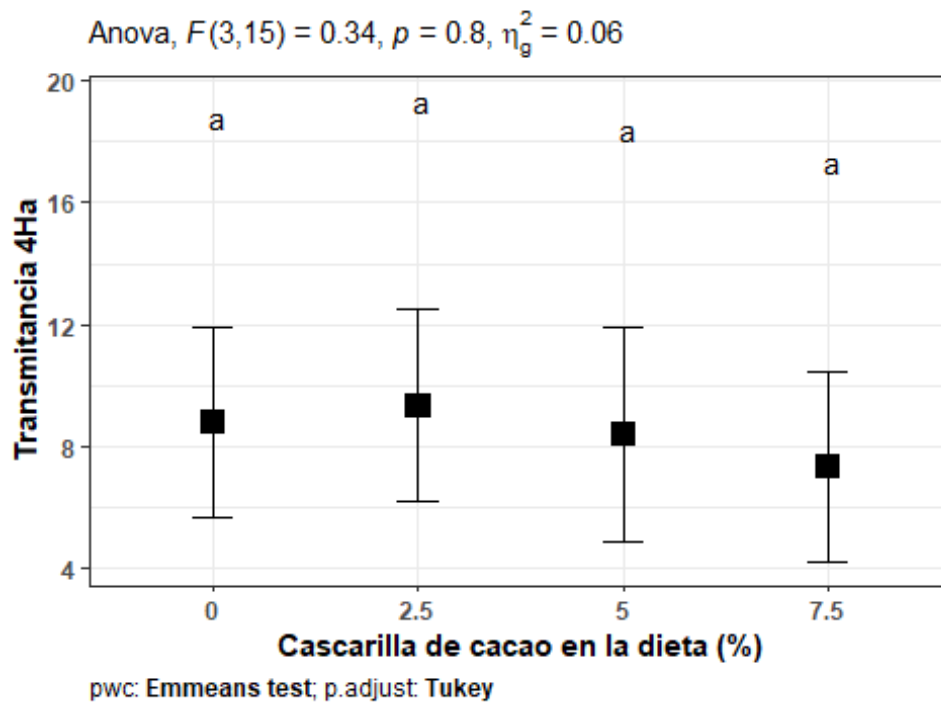
A tibble: 6 x 9

## term	.y.	group1	group2	df	statistic	p	p.adj	p.adj.signif
## * <chr>	<chr>	<chr>	<chr>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<chr>
## 1	TRATAT	CPELPECHO4Ha*	0	2.5	15	-0.264	0.795	1.00 ns
## 2	TRATAT	CPELPECHO4Ha*	0	5	15	0.188	0.853	1.00 ns

```

## 3 TRATAT Cpielpecho4Ha* 0 7.5 15 0.706 0.491 0.983 ns
## 4 TRATAT Cpielpecho4Ha* 2.5 5 15 0.437 0.668 0.999 ns
## 5 TRATAT Cpielpecho4Ha* 2.5 7.5 15 0.970 0.348 0.923 ns
## 6 TRATAT Cpielpecho4Ha* 5 7.5 15 0.477 0.640 0.998 ns
## TRATAT lsmean SE df lower.CL upper.CL .group
## 7.5 7.34 1.47 15 4.21 10.5 a
## 5 8.39 1.64 15 4.89 11.9 a
## 0 8.80 1.47 15 5.67 11.9 a
## 2.5 9.35 1.47 15 6.22 12.5 a
##
## Confidence level used: 0.95
## P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
## significance level used: alpha = 0.05
## NOTE: Compact letter displays can be misleading
## because they show NON-findings rather than findings.
## Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.
## Warning: Width not defined. Set with `position_dodge(width = ?)`

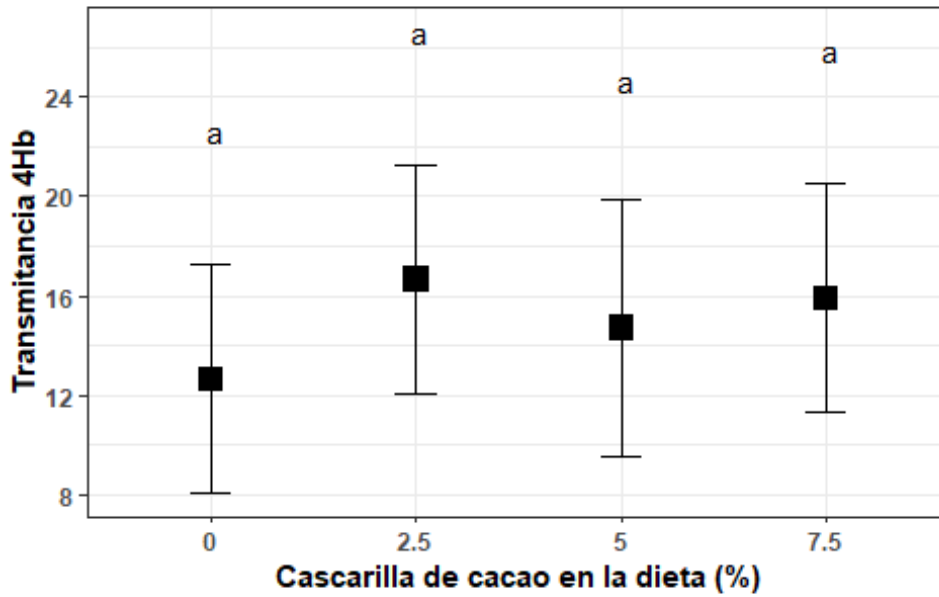
```



Calidad de la piel de pecho 4Hb*

```
## Analysis of Variance Table
##
## Response: CIELPECHO4Hb
##      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## TRATAT   3  45.65  15.216  0.6522 0.5938
## Residuals 15 349.93  23.329
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: rstandard(m6)
## W = 0.97553, p-value = 0.8789
## [1] 0.1153957
## [1] 32.22353
## Coefficient covariances computed by hccm()
## Note: adjust = "tukey" was changed to "sidak"
## because "tukey" is only appropriate for one set of pairwise comparisons
## # A tibble: 6 x 9
##   term .y.      group1 group2  df statistic    p p.adj p.adj.signif
## * <chr> <chr>      <chr> <chr> <dbl>  <dbl> <dbl> <dbl> <chr>
## 1 TRATAT CIELPECHO4Hb* 0    2.5    15  -1.31  0.210 0.757 ns
## 2 TRATAT CIELPECHO4Hb* 0    5      15  -0.631 0.537 0.990 ns
## 3 TRATAT CIELPECHO4Hb* 0    7.5    15  -1.07  0.304 0.886 ns
## 4 TRATAT CIELPECHO4Hb* 2.5    5      15   0.603 0.556 0.992 ns
## 5 TRATAT CIELPECHO4Hb* 2.5    7.5    15   0.244 0.811 1.00 ns
## 6 TRATAT CIELPECHO4Hb* 5      7.5    15  -0.373 0.714 0.999 ns
## TRATAT lsmean SE df lower.CL upper.CL .group
## 0    12.6 2.16 15    8.05    17.3 a
## 5    14.7 2.41 15    9.55    19.8 a
## 7.5  15.9 2.16 15   11.30   20.5 a
## 2.5  16.6 2.16 15   12.04   21.3 a
##
## Confidence level used: 0.95
## P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
## significance level used: alpha = 0.05
## NOTE: Compact letter displays can be misleading
##   because they show NON-findings rather than findings.
##   Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.
## Warning: Width not defined. Set with `position_dodge(width = ?)`
```

Anova, $F(3,15) = 0.65$, $p = 0.59$, $\eta_g^2 = 0.12$



pwc: Emmeans test; p.adjust: Tukey

Ph del pecho 4H

Analysis of Variance Table

##

Response: PHPECHO4H

Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)

TRATAT 3 0.01102 0.0036733 0.8506 0.4877

Residuals 15 0.06478 0.0043187

##

Shapiro-Wilk normality test

##

data: rstandard(m7)

W = 0.95514, p-value = 0.481

[1] 0.1453826

[1] 1.152922

Coefficient covariances computed by hccm()

Note: adjust = "tukey" was changed to "sidak"

because "tukey" is only appropriate for one set of pairwise comparisons

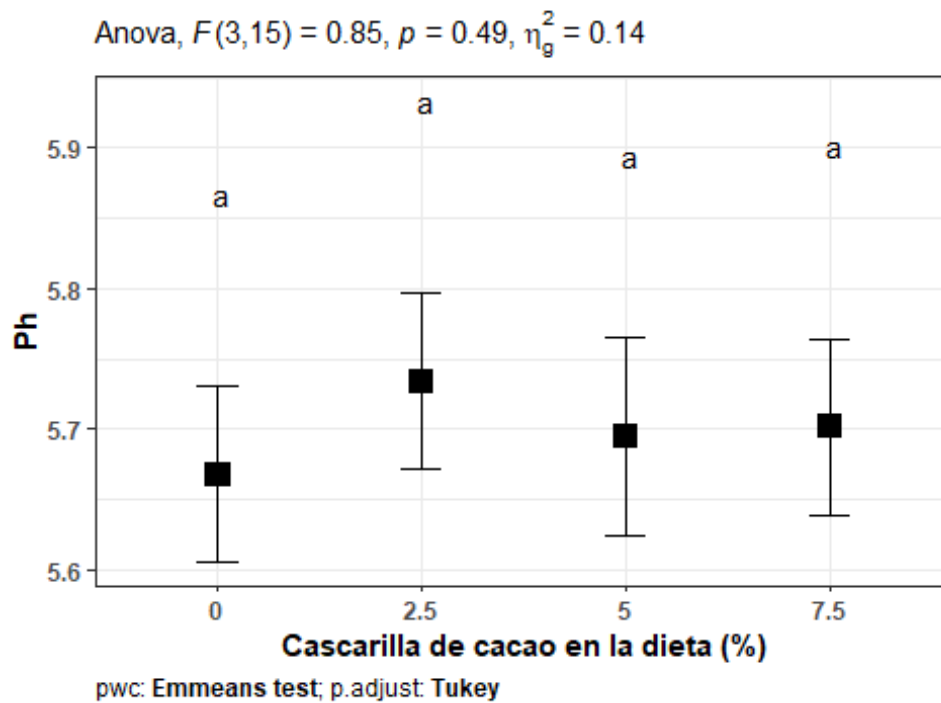
A tibble: 6 x 9

##	term	.y.	group1	group2	df	statistic	p	p.adj	p.adj.signif
## *	<chr>	<chr>	<chr>	<chr>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<chr>
## 1	TRATAT	PHPECHO4H	0	2.5	15	-1.59	0.133	0.576	ns
## 2	TRATAT	PHPECHO4H	0	5	15	-0.612	0.549	0.992	ns


```

## 3 TRATAT PHPECHO4H 0 7.5 15 -0.818 0.426 0.964 ns
## 4 TRATAT PHPECHO4H 2.5 5 15 0.885 0.390 0.949 ns
## 5 TRATAT PHPECHO4H 2.5 7.5 15 0.770 0.453 0.973 ns
## 6 TRATAT PHPECHO4H 5 7.5 15 -0.159 0.876 1.00 ns
## TRATAT lsmean SE df lower.CL upper.CL .group
## 0 5.67 0.0294 15 5.61 5.73 a
## 5 5.70 0.0329 15 5.62 5.77 a
## 7.5 5.70 0.0294 15 5.64 5.76 a
## 2.5 5.73 0.0294 15 5.67 5.80 a
##
## Confidence level used: 0.95
## P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
## significance level used: alpha = 0.05
## NOTE: Compact letter displays can be misleading
## because they show NON-findings rather than findings.
## Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.
## Warning: Width not defined. Set with `position_dodge(width = ?)`

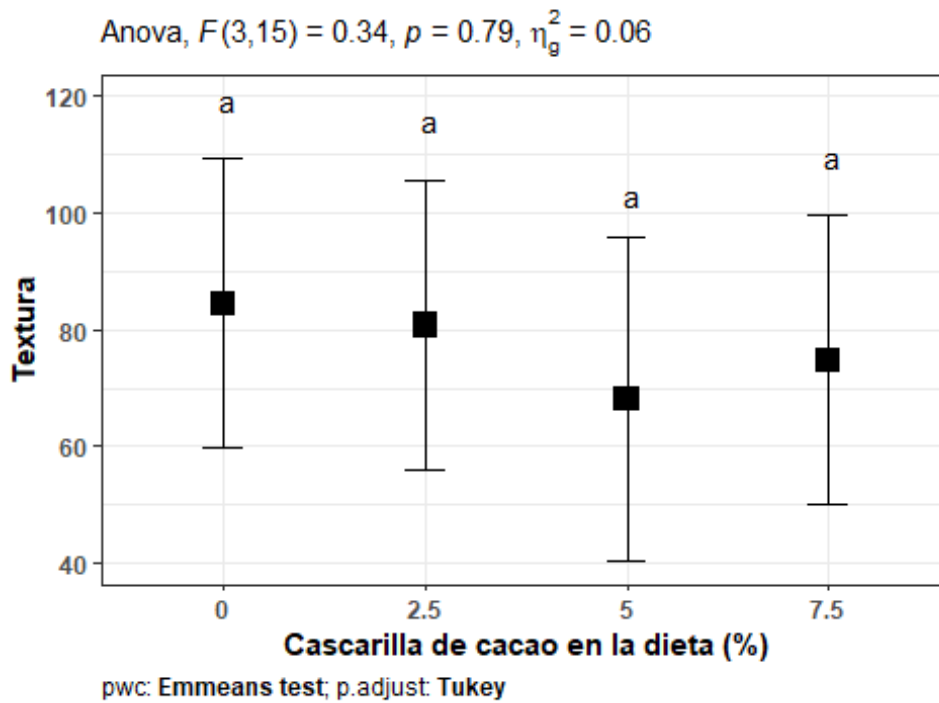
```



```

Calidad de textura del pecho
## Analysis of Variance Table
##
## Response: TEXPECHO
##      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## TRATAT   3  698.4  232.78  0.3435 0.7943
## Residuals 15 10164.8  677.65
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: rstandard(m8)
## W = 0.97866, p-value = 0.9257
## [1] 0.06428642
## [1] 33.57434
## Coefficient covariances computed by hccm()
## Note: adjust = "tukey" was changed to "sidak"
## because "tukey" is only appropriate for one set of pairwise comparisons
## # A tibble: 6 x 9
##   term .y. group1 group2 df statistic p p.adj p.adj.signif
## * <chr> <chr> <chr> <chr> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <chr>
## 1 TRATAT TEXPECHO 0 2.5 15 0.226 0.825 1.00 ns
## 2 TRATAT TEXPECHO 0 5 15 0.945 0.359 0.931 ns
## 3 TRATAT TEXPECHO 0 7.5 15 0.592 0.563 0.993 ns
## 4 TRATAT TEXPECHO 2.5 5 15 0.733 0.475 0.979 ns
## 5 TRATAT TEXPECHO 2.5 7.5 15 0.366 0.719 1.00 ns
## 6 TRATAT TEXPECHO 5 7.5 15 -0.387 0.704 0.999 ns
## TRATAT lsmean SE df lower.CL upper.CL .group
## 5 68.0 13.0 15 40.3 95.8 a
## 7.5 74.8 11.6 15 50.0 99.6 a
## 2.5 80.8 11.6 15 56.0 105.7 a
## 0 84.6 11.6 15 59.7 109.4 a
##
## Confidence level used: 0.95
## P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
## significance level used: alpha = 0.05
## NOTE: Compact letter displays can be misleading
## because they show NON-findings rather than findings.
## Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.
## Warning: Width not defined. Set with `position_dodge(width = ?)`

```



PPG del pecho

Analysis of Variance Table

##

Response: PPGPECHO

Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)

TRATAT 3 0.12765 0.042551 0.6476 0.5965

Residuals 15 0.98552 0.065701

##

Shapiro-Wilk normality test

##

data: rstandard(m9)

W = 0.74637, p-value = 0.0002097

[1] 0.1146757

[1] 167.9351

Coefficient covariances computed by hccm()

Note: adjust = "tukey" was changed to "sidak"

because "tukey" is only appropriate for one set of pairwise comparisons

A tibble: 6 x 9

term .y. group1 group2 df statistic p p.adj p.adj.signif

* <chr> <chr> <chr> <chr> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <chr>

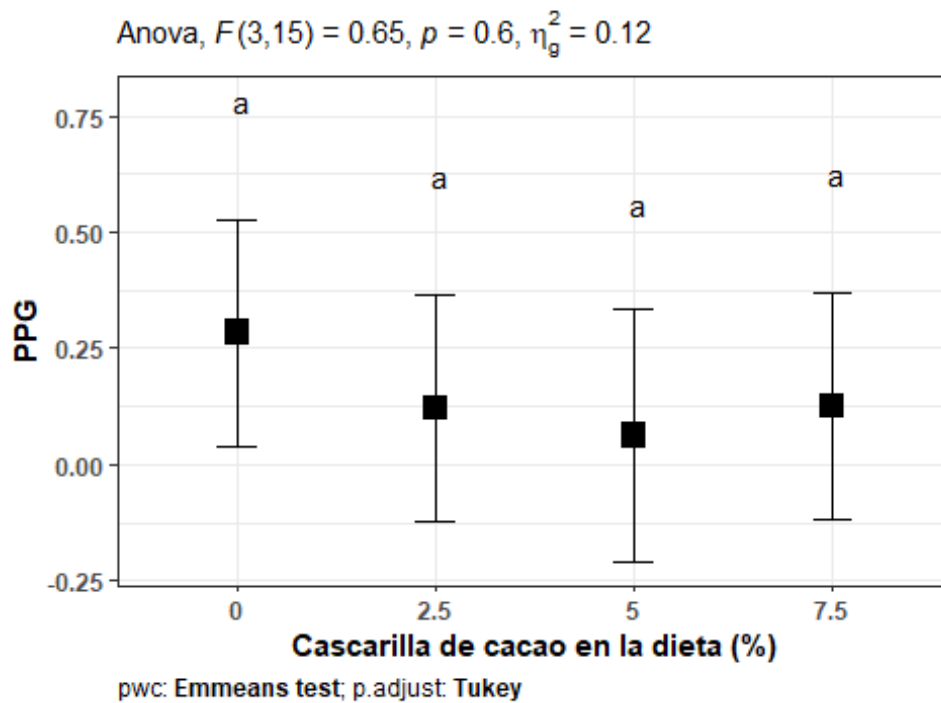
1 TRATAT PPGPECHO 0 2.5 15 1.01 0.328 0.908 ns

2 TRATAT PPGPECHO 0 5 15 1.29 0.217 0.770 ns

```

## 3 TRATAT PPGPECHO 0 7.5 15 0.975 0.345 0.921 ns
## 4 TRATAT PPGPECHO 2.5 5 15 0.334 0.743 1.00 ns
## 5 TRATAT PPGPECHO 2.5 7.5 15 -0.0370 0.971 1.00 ns
## 6 TRATAT PPGPECHO 5 7.5 15 -0.369 0.717 0.999 ns
## TRATAT lsmear SE df lower.CL upper.CL .group
## 5 0.0625 0.128 15 -0.2107 0.336 a
## 2.5 0.1200 0.115 15 -0.1243 0.364 a
## 7.5 0.1260 0.115 15 -0.1183 0.370 a
## 0 0.2840 0.115 15 0.0397 0.528 a
##
## Confidence level used: 0.95
## P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
## significance level used: alpha = 0.05
## NOTE: Compact letter displays can be misleading
## because they show NON-findings rather than findings.
## Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.
## Warning: Width not defined. Set with `position_dodge(width = ?)`

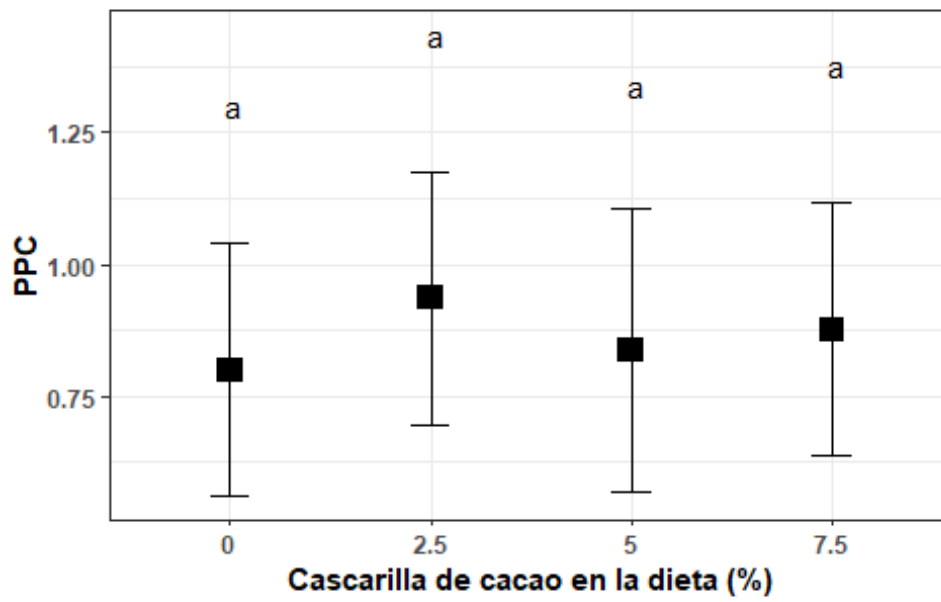
```



PPC del pecho

```
## Analysis of Variance Table
##
## Response: PPCPECHO
##      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## TRATAT   3 0.04993 0.016642  0.2637 0.8505
## Residuals 15 0.94672 0.063114
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: rstandard(m10)
## W = 0.95905, p-value = 0.5537
## [1] 0.05009532
## [1] 29.08768
## Coefficient covariances computed by hccm()
## Note: adjust = "tukey" was changed to "sidak"
## because "tukey" is only appropriate for one set of pairwise comparisons
## # A tibble: 6 x 9
##   term .y. group1 group2 df statistic p p.adj p.adj.signif
## * <chr> <chr> <chr> <chr> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <chr>
## 1 TRATAT PPCPECHO 0 2.5 15 -0.856 0.405 0.956 ns
## 2 TRATAT PPCPECHO 0 5 15 -0.223 0.827 1.00 ns
## 3 TRATAT PPCPECHO 0 7.5 15 -0.478 0.639 0.998 ns
## 4 TRATAT PPCPECHO 2.5 5 15 0.584 0.568 0.993 ns
## 5 TRATAT PPCPECHO 2.5 7.5 15 0.378 0.711 0.999 ns
## 6 TRATAT PPCPECHO 5 7.5 15 -0.228 0.822 1.00 ns
## TRATAT lsmean SE df lower.CL upper.CL .group
## 0 0.800 0.112 15 0.561 1.04 a
## 5 0.838 0.126 15 0.570 1.11 a
## 7.5 0.876 0.112 15 0.637 1.12 a
## 2.5 0.936 0.112 15 0.697 1.18 a
##
## Confidence level used: 0.95
## P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates
## significance level used: alpha = 0.05
## NOTE: Compact letter displays can be misleading
## because they show NON-findings rather than findings.
## Consider using 'pairs()', 'pwpp()', or 'pwpm()' instead.
## Warning: Width not defined. Set with `position_dodge(width = ?)`
```

Anova, $F(3,15) = 0.26$, $p = 0.85$, $\eta_g^2 = 0.05$



pwc: Emmeans test; p.adjust: Tukey