

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



**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA  
AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SUSTRATO  
GLUCONEOGENICO SOBRE PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS Y CALIDAD DEL HUEVO EN  
GALLINAS DE POSTURA**

**Autor: Bach. Edin Jhonel Chavez Flores**

**Asesor: Dr. Hugo Frias Torres**

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2023**

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



## ANEXO 3-H

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

#### 1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Chavez Flores Edin Inonel  
DNI N°: 72919290  
Correo electrónico: 7291929071@untrm.edu.pe  
Facultad: Ingeniería Zootecnista, Agonegocios y Biotecnología  
Escuela Profesional: Ingeniería Zootecnista

#### Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Facultad: \_\_\_\_\_  
Escuela Profesional: \_\_\_\_\_

#### 2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Efecto de la suplementación con sustrato glucocérgico sobre parámetros productivos y calidad del huevo en gallinas de pastura.

#### 3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Frias Torres Hugo (Dr)  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 33960796  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) https://orcid.org/0000-0003-0224-1935

#### Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_  
DNI, Pasaporte, C.E N°: \_\_\_\_\_  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) \_\_\_\_\_

#### 4. Campo del conocimiento según la 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  
Ciencias agrícolas - ciencia animal, ciencia de productos lácteos - Cría

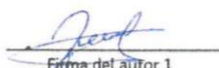
#### 5. Originalidad del Trabajo

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, 06 / Julio / 2023

  
Firma del autor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del autor 2

  
Firma del Asesor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme permitido culminar mi carrera profesional y en el proceso colmarme de bendiciones, sabiduría, destreza y entendimiento. A mi padre Hildebrando Chavez Malaver y mi madre Eufemia Flores Medina, por haberme inculcado valores a través de sus sabios consejos, así como también a mis hermanas, por su amor incondicional, ya que han sido el motor y motivo para cada día superarme.

A mis docentes y amigos, quienes compartieron sus conocimientos y presentaron como ejemplos a seguir contribuyendo al logro de mis metas y objetivos

*Edin Jhonel Chavez Flores*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la vida, salud y bendición para cumplir con mis metas y objetivos trazados.

A mis padres, por haberme brindado la mejor educación, apoyo moral, lección de vida, por enseñarme con esfuerzo, trabajo, perseverancia y dedicación, se puede conseguir cualquier meta trazada. Gracias por cada día inculcarme buenos valores y hacerme ver la vida de una perspectiva diferente y confiar en mis decisiones. A mis hermanas por lo que representan para mí, por ser piezas importantes de mi familia, así como de mi vida.

A mi asesor de tesis, Dr. Hugo Frias Torres, así como también al Ing. Segundo Melecio Portocarrero Villegas y al Ing. Miguel Angel Arista Ruiz que sin su apoyo brindado no hubiese sido posible realizar esta investigación.

A mis compañeros y amigos con lo que hemos compartido grandes y gratos momentos dentro de nuestra vida académica.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), en especial a la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología (FIZAB).

A las personas que de alguna u otra manera apoyaron en el desarrollo de este trabajo de investigación.

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

**Ph.Dr. Jorge Luis Maicelo Quintana**

RECTOR

**Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres**

VICERRECTOR ACADÉMICO

**Dra. María Nelly Luján Espinoza**

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

**Dr. Héctor Vladimir Vasquez Perez**

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,  
AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Efecto de la suplementación con sustrato gluconeogénico sobre parámetros productivos y calidad del huevo en gallinas de postura.

del egresado Edin Jhonel Chavez Flores  
de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología  
Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista  
de esta Casa Superior de Estudios.

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.

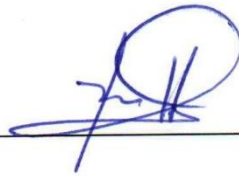
Chachapoyas, 06 de Marzo de 2023



Firma y nombre completo del Asesor

Dr. Hugo Frías Torres

## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



---

Dr. Segundo José Zamora Huamán

Presidente



---

Dr. Elías Alberto Torres Armas

Secretario



---

M.Sc. César Augusto Maraví Carmen

Vocal



# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

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

Efecto de la suplementación con sustrato Celuloseagénico sobre  
parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas de postura  
presentada por el estudiante ( )/egresado (X) Edin Thonel Chavez Flores  
de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica  
con correo electrónico institucional 7291929031@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 19 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) 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, 15 de Marzo del 2023

[Signature]  
SECRETARIO

[Signature]  
VOCAL

[Signature]  
PRÉSIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....



# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



## ANEXO 3-5

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 23 de Mayo del año 2023, siendo las 130 horas, el aspirante: Bach. Edin Jhonel Chavez Flores, asesorado por Dr. Hugo Frias Torres defiende en sesión pública presencial (  ) / a distancia (  ) la Tesis titulada: Efecto de la suplementación con sustrato gluconeogénico sobre parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas de postura, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Segundo José Zamora Huamani

Secretario: Dr. Elías Alberto Torres Armas

Vocal: Msc. Cesar Augusto Maravi Carmen

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, 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 para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  ) por Unanimidad (  ) / Mayoría (  ) 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 13:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:  
.....

## ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS .....	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS .....	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS .....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS .....	ix
ÍNDICE .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	16
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	20
2.1. Localización .....	20
2.2. Población, muestra y muestreo .....	20
2.3. Métodos.....	21

2.3.1.	Selección de gallinas.....	21
2.3.2.	Distribución de gallinas .....	22
2.3.3.	Tratamientos .....	22
2.3.4.	Elaboración, análisis y manejo de dietas experimentales .....	22
2.4.	Modelos y pruebas estadísticas .....	27
III.	RESULTADOS .....	29
3.1	Parámetros productivos.....	29
3.2	Calidad del huevo.....	30
3.3	Costo de producción.....	31
IV.	DISCUSIÓN .....	33
V.	CONCLUSIONES .....	36
VI.	RECOMENDACIONES .....	37
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38
VIII.	ANEXOS .....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Dieta experimental de las gallinas Hy-line Brown .....	23
<b>Tabla 2.</b> Valor nutricional calculado de las dietas experimentales .....	25
<b>Tabla 3.</b> Comparación de medias de parámetros productivos.....	29
<b>Tabla 4.</b> Resultados del análisis proximal del huevo .....	29
<b>Tabla 5.</b> Comparación de medias de parámetros de calidad del huevo.....	31
<b>Tabla 6.</b> Comparación entre tratamientos para costos de producción.....	32
<b>Tabla 7.</b> Prueba de homogeneidad de varianzas .....	42
<b>Tabla 8.</b> Prueba de normalidad de varianzas.....	43
<b>Tabla 9.</b> Parámetros evaluados con la prueba de ANOVA de un solo factor .....	44
<b>Tabla 10.</b> Parámetros evaluados con la prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis.....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Metodología experimental.....	21
<b>Figura 2.</b> Comparación de medias de porcentaje de postura .....	45
<b>Figura 3.</b> Comparación de medias de peso promedio del huevo .....	46
<b>Figura 4.</b> Comparación de medias de índice de conversión alimenticia.....	47
<b>Figura 5.</b> Comparación de medias de ganancia de peso de las gallinas.....	48
<b>Figura 6.</b> Informe de análisis proximal del huevo en base húmeda.....	48
<b>Figura 7.</b> Informe de análisis proximal del huevo en base seca.....	50
<b>Figura 8.</b> Comparación de medias de pigmentación de la yema.....	51
<b>Figura 9.</b> Comparación de medias de grosor de la cascara .....	52
<b>Figura 10.</b> Comparación de medias de resistencia de la cascara .....	53
<b>Figura 11.</b> Comparación de medias de índice morfológico del huevo .....	54
<b>Figura 12.</b> Comparación de medias de costo de producción .....	55

## RESUMEN

Los insumos energéticos representan la mayor influencia sobre el costo del pienso por lo que impactan directamente en los costos de producción. El objetivo de este estudio fue evaluar uso de un sustrato gluconeogénico comercial (Enerfat) en dietas de gallinas de postura y su efecto sobre los parámetros productivos, calidad del huevo y costo de producción. Las pruebas se realizaron en la estación experimental de animales menores de la UNTRM. Se preparó cuatro dietas: T1, T2, T3 y T4 con una suplementación de 0, 1 2 y 3 kg de Enerfat por tonelada de alimento balanceado respectivamente. Se alimentaron 96 gallinas ponedoras de la línea Hy-Line Brown de 38 semanas de edad, por un periodo de ocho semanas. El estudio correspondió a un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos con ocho repeticiones. Al resultado se aplicó las pruebas de normalidad, análisis de varianza y la prueba de Duncan y C de Dannett, a un nivel de confianza del 95%. Se encontraron diferencia significativa mejorando los parámetros productivos y económicos con excepción de peso del huevo y ganancia de peso, por el contrario, para los parámetros de índice de calidad del huevo no se encontró diferencias significativas.

***Palabras Clave:*** Propionato de calcio, propilenglicol, gallinas de postura, parámetros productivos, calidad del huevo, costo de producción.



## **ABSTRACT**

Energy inputs represent the greatest influence on the cost of feed, which is why they directly impact production costs. The objective of this study was to evaluate the use of a commercial gluconeogenic substrate (Enerfat) in laying hen diets and its effect on production parameters, egg quality and production cost. The tests were carried out in the experimental station for small animals of the UNTRM. Four diets were prepared: T1, T2, T3 and T4 with a supplementation of 0, 1, 2 and 3 kg of Enerfat per ton of balanced feed, respectively. 96 laying hens of the 38-week-old Hy-Line Brown line were fed for a period of eight weeks. The study corresponded to a completely randomized design with four treatments with eight repetitions. The normality tests, analysis of variance and the Duncan test and Dannett's C were applied to the result, at a confidence level of 95%. Significant differences were found, improving the productive and economic parameters with the exception of egg weight and weight gain, on the contrary, for the parameters of the egg quality index, no significant differences were found.

**Keywords:** Calcium propionate, propylene glycol, laying hens, productive parameters, egg quality, production cost.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la industria mundial de piensos para animales ha demostrado ser una industria de crecimiento muy activo. A pesar de una disminución global del 1.07% en 2019, la producción mundial de alimentos fue de 1126 millones de toneladas en 2020. De los cuales el consumo de pienso sigue siendo liderado por el sector avícola con un 42% de la producción total, de lo cual el 28 % está destinado a la producción de pollos de engorde y solo el 14 % a la alimentación de gallinas de postura (Alltech, 2020).

El sector avícola en el Perú es un factor clave para el desarrollo del sector agropecuario nacional, ya que ha tenido una tasa de crecimiento de 7.8% en los últimos años, representa el 28% del total de producción agropecuaria, por otra parte, representa el 65% de la ingesta de proteína de origen animal. El consumo per cápita en el sector avícola es de 43.05 kg de carne y 198 huevos cada año lo que evidentemente es muchísimo mayor a la de otras especies (Vargas, 2016).

La producción de huevo como fuente proteica ha tenido un significativo crecimiento durante la última década, por consiguiente, también un alza en la demanda de piensos. Ante esto el principal problema es la dependencia de insumos que encarecen el costo de producción ya que el costo de alimentación representa el 70% del costo de producción (Zambrano, 2018).

Las gallinas Hy-line Brown son aves con un excelente potencial genético enfocadas a la postura de huevos que pueden alcanzar un máximo de 96 % de postura en su pico de producción (25 semanas de vida), logrando entre 453-467 huevos por aves a las 100 semanas con una viabilidad del 92 %. La masa del huevo oscila entre los 57.3 g y los 66.7 g al inicio y final de la postura respectivamente, alcanzando una masa total de huevos de 28.4 kg/ave-alojada. La masa de las aves en postura oscila entre los 1850-2040 g con un consumo de alimento de entre 105-112 g, con un promedio de 107 g. Las aves se caracterizan por presentar una piel amarilla y una buena consistencia de las heces (Hy-line Brown Internacional, 2020).

La volatilidad del costo del dólar es un factor de gran importancia frente a los productos de importación, así como el maíz, soya, aceite, entre otros, por lo que un

alza en el dólar va a afectar directamente a los costos de producción del sector pecuario, por tanto, aumentara el costo de los productos, entre ellos: carne, huevos, etc. (Olaya, 2019).

La energía representa la mayor influencia sobre el costo del pienso (Moscoso *et al*; 2020), dentro de las dietas de aves el grupo con mayor realce para el aporte energético que son los cereales y aceites, aunque los insumos que actúan como fuentes energéticas tiene un costo relativamente menor a las fuentes proteicas, estos deben tener gran importancia en sus variaciones tanto de costos como nutricionales, ya que son estos los que representan el mayor porcentaje dentro de la dieta, por lo que impactan directamente en los costos de producción (Cáceres, 2017).

La glucosa es la principal fuente de energía en casi todas las células, por tanto, el organismo acude a ellas para satisfacer las demandas para la producción de leche, carne, huevos, etc. Los carbohidratos son las principales biomoléculas usadas para la obtención de energía, teniendo en cuenta el alto costo de las fuentes energéticas se busca una nueva fuente de energía que vendría a ser la gluconeogénesis; que es la formación de glucosa a partir de otras biomoléculas que normalmente no son utilizados por el organismo mediante una cadena de reacciones, muchas de ellas exergónicas e irreversibles, pero para ello requiere de la presencia de sustratos gluconeogénicos como: propionatos, lactatos, glicoles, aminoácidos y glucoformadores (Neyra, 2019).

Los propionatos son transformados en oxalacetato en el hígado, que luego a través de una condensación pasan a formar acetyl-CoA, ingresando de esta manera al ciclo de ácidos tricarboxílicos (CAT), para aumentar la síntesis de glucosa y contribuir al almacenamiento de glucógeno (precursor de glucosa) (González, 2018). Por otra parte, el propilenglicol es un carbohidrato de alto valor energético utilizado en la alimentación animal como precursor de glucosa, por tanto, al ser un precursor energético tiene gran incidencia al combatir el balance energético negativo en animales de alta producción (Gamarra, 2021).

Los primeros estudios sobre precursores gluconeogénicos en gallinas de postura se remontan a 1993 donde se empleó propionato de calcio en gallinas Leghorn blancas de 52 semanas de edad, en concentraciones de 0.1 hasta 0.8%, en dicho estudio no encontraron efectos sobre el comportamiento productivo de las aves (Oruwari, 1993).

Según Senani *et al.* (1997) en un estudio a lo largo ocho semanas en pollo de carne demostró que el propionato de calcio a una adición de 1.5g /kg de alimento obtuvo efecto positivo en el rendimiento de los pollos. A posteriori en un estudio en pavipollos Kaczmarek *et al* (1985) incluyó propionato de calcio a 40g/kg de alimento y 20g/l de agua; el estudio determinó una reducción del consumo alimenticio y la masa corporal.

Por su parte según Linares *et al* (2017), al utilizar a gallinas de segundo ciclo, los resultados obtenidos tras 70 días bajo diferentes dosis de sustituciones de aceite por los sustratos gluconeogénico (Lipofeed) como fuente de energía, no mostraron efecto significativos sobre el comportamiento productivo (porcentaje de postura, masa de huevo, consumo de alimento, conversión alimentaria y masa de huevo) así como en el porcentaje de huevo roto, huevo sin cascarón y huevo sucio (heces y sangre), del mismo modo para calidad interna del huevo (Color, grosor y resistencia de cascarón) no se encontró diferencia entre ninguno de los tratamientos empleados (Linares *et al*; 2017). Posteriormente debido a las especulaciones que podrían no mostrar diferencias significativas ya que en gallinas de segundo ciclo son menores los requerimientos energéticos se evaluó, la sustitución de aceite vegetal por sustratos gluconeogénicos en gallinas de 25 semanas de edad, previo al pico de postura, en la que no se encontró diferencias estadísticas significativas en porcentaje de postura (Castillo *et al*; 2017). Teniendo en cuenta que en las investigaciones mencionadas se estudió el efecto de la sustitución de un precursor gluconeogénico por otro insumo energético.

Enerfat es un precursor gluconeogénico que puede actuar como una alternativa económicas compuesta por propilenglicol y propionato que puede sustituir parcialmente la introducción de grasas en el pienso, además optimiza el aprovechamiento de nutrientes mediante la generación de energía, trabaja como un catalizador metabólico formando energía disponible, el resultado de este proceso son importantes sustratos que intervienen formación de ácido pirúvico en el ciclo de Krebs (ATP Asesorías y Aditivos Técnicos Pecuarios, 2021).

En la presente investigación se tiene como objetivo evaluar el efecto sobre parámetro productivos, calidad de huevo y costo de producción resultante tras la adición de diversas dosis de sustrato gluconeogénico comercial (Enerfat), La presente propuesta se origina y se fundamenta ante la necesidad de presentar soluciones sustentables en función a la tendencia a la alza de los insumos destinados a la alimentación animal, los

que representan más del 60% de los costos de producción, de lo cual los insumos en mayor volumen vienen a ser los energéticos, por lo mismo presentando una mayor influencia en costos. Tras los resultados obtenidos en la presente investigación se espera permita desarrollar la explotación avícola generando mayores ingresos económicos, lo cual permitirá un mejor desarrollo en el sector, dentro de la región Amazonas, así como de cada espacio de interés donde llegue nuestra investigación.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Localización

En la UNTRM se cuenta con una estación experimental de gallinas de postura la cual cuenta con todo lo necesario para la evaluación y ejecución de proyectos de estudio, ubicada dentro del campus universitario en la sede Chachapoyas, Amazonas; y según la necesidad del estudio se recurrió a organizaciones e instituciones externas, desarrollándose este proyecto en el año 2022.

### 2.2. Población, muestra y muestreo

La población estuvo formada por 350 gallinas Hy-line Brown de 38 semanas de edad, la muestra para la recolección de datos se calculó con la fórmula para una muestra finita.

$$n = \frac{Z^2 N p q}{e^2 (N-1) + (Z^2 p q)} \quad (\text{ec. 1})$$

Donde:

Z : Nivel de confianza (correspondiente con tabla de valores de Z: 1.96)

p : Porcentaje de la población que tiene atributos deseados: 50%

q : Porcentaje de la población que tiene atributos deseados: 50%

N : Tamaño del universo (se conoce, puesto que es finito: 350)

e : Error de la estimación máximo aceptado: 8.6%

n : Tamaño de muestra.

Aplicando la fórmula se obtiene una muestra de 94.91, en este caso trabajo con 96 gallinas para una mejor distribución de los tratamientos, estas fueron distribuidas aleatoriamente en 32 jaulas experimentales de 61 cm x 51 cm en la parte frontal con una altura de 37 cm y la parte posterior con una altura de 31 cm. Fueron distribuidos de manera aleatoria en cuatro tratamientos con 8 repeticiones que posteriormente fueron manipulados, las muestras se tomaron a partir del primer día en lo que concierne



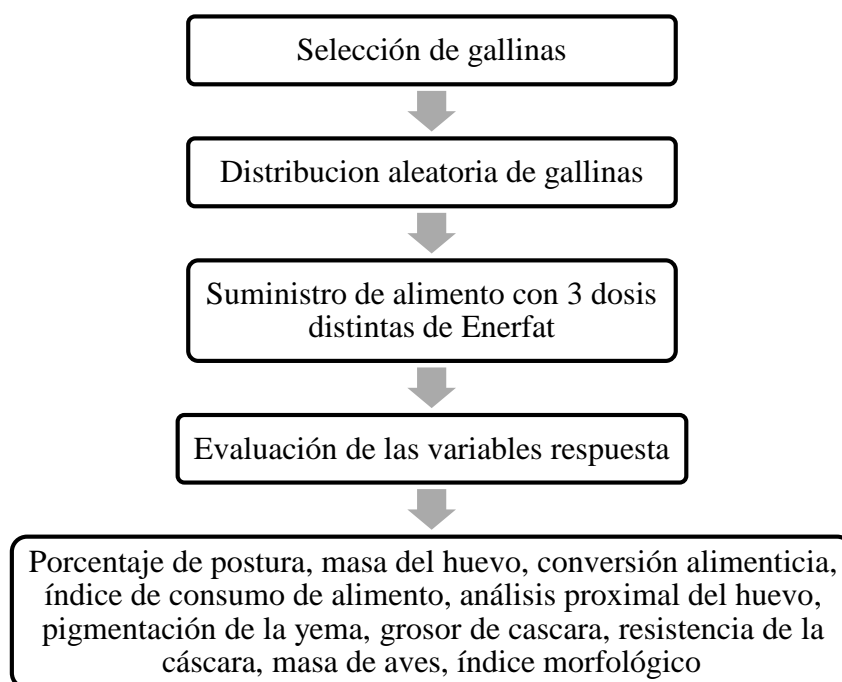
al porcentaje de postura, consumo de alimento, masa del huevo, la masa de las gallinas de manera quincenal, las demás variables fueron evaluadas a partir de la quinta semana de haber iniciado el tratamiento y se extendieron hasta la 8va semanas, tomando datos de manera diaria, y para cada muestra se tomaron datos para sus respectivos parámetros mencionados con antelación.

### 2.3.Métodos

La metodología experimental se describe en el gráfico 1, en los siguientes párrafos se describen las técnicas utilizadas.

#### Figura 1:

Metodología experimental



#### 2.3.1. Selección de gallinas

Se seleccionaron gallinas que se muestran saludables y con masa entre 1850 gramos a 2040 gramos, la masa se tomó utilizando una balanza digital marca GRANTECH de capacidad máxima de 30 kg con un error de 2 gramos, las gallinas fueron tomadas de la estación experimental de animales menores perteneciente a la UNTRM, ubicada en el distrito de Chachapoyas, provincia de Chachapoyas, Amazonas, Perú.

### **2.3.2. Distribución de gallinas**

Los animales fueron ubicados al azar considerando 3 gallinas por jaula cuyas dimensiones fueron de 61cm de largo, 51 cm de ancho, 37 cm en la parte frontal y 31 cm la parte posterior. Cuya distribución se realizó aleatoriamente teniendo en cuenta las medidas de bioseguridad de manejo, evitando el estrés por peleas, competencia de alimentos, espacio, etc. de las gallinas. Estos animales permanecieron en las jaulas durante 9 semanas (1 semanas de pre experimentación y 8 semanas de experimentación).

### **2.3.3. Tratamientos**

Durante la etapa experimental, se utilizaron 4 tratamientos incluido el testigo.

Tratamiento 1 : Dieta base, (T1).

Tratamiento 2 : Dieta base + 1kg de Enerfat / tn de alimento (T2).

Tratamiento 3 : Dieta base + 2kg de Enerfat / tn de alimento (T3).

Tratamiento 4 : Dieta base + 3kg de Enerfat / tn de alimento (T4).

### **2.3.4. Elaboración, análisis y manejo de dietas experimentales**

Se elaboró una dieta inicial a base de maíz y soya, en base a las necesidades nutricionales de aves según Hy-line Brown Internacional (2020) y National Research Council (1994) con niveles 15.57% de proteína bruta y 2.71 Mcal de energía metabolizable (EM) por kilogramo de alimento, la cual se consideró como dieta base, esta se suministró a las aves del tratamiento 1 (testigo), mientras que a las demás se les añadió 1 , 2 y 3 kg de sustrato gluconeogénico (SG) comercial por tonelada a los tratamientos 2, 3 y 4 respectivamente fueron ofrecidas durante 56 días con 7 días de adaptación. El suministro de las dosis de Enerfat en la alimentación se realizó mediante la adición en la dieta. Se tomaron en cuenta, 4 tratamientos, cada uno con sus respectivas características (Tabla 1 y Tabla 2).

La alimentación según los tratamientos fue suministrada a las gallinas todos los días a las 8 am y a las 3 pm. El ENERFAT se mezclará con los demás insumos de acuerdo al tratamiento.

**Tabla 1.**

Dieta experimental de las gallinas Hy-line Brown (unidad experimental UNTRM-Chachapoyas-Amazonas)

<b>Tratamiento</b>	<b>T1 (kg)</b>	<b>T2 (kg)</b>	<b>T3 (kg)</b>	<b>T4 (kg)</b>
Enefat <sup>1</sup>	0.000	0.100	0.200	0.300
Maíz nacional	44.200	44.200	44.200	44.200
Afrecho de trigo	4.000	4.000	4.000	4.000
Torta de soya	21.870	21.870	21.870	21.870
Polvillo de arroz	10.000	10.000	10.000	10.000
Harina de alfalfa	4.000	4.000	4.000	4.000
Carbonato de calcio	9.450	9.450	9.450	9.450
Fosfato di cálcico	1.835	1.835	1.835	1.835
Aceite de palma	3.185	3.185	3.185	3.185
Metionina	0.225	0.225	0.225	0.225
Lisina	0.005	0.005	0.005	0.005
Treonina	0.010	0.010	0.010	0.010
Premix <sup>2</sup>	0.100	0.100	0.100	0.100
Sal común	0.250	0.250	0.250	0.250
Cloruro de colina	0.120	0.120	0.120	0.120
Bicarbonato de sodio	0.100	0.100	0.100	0.100
Toxibond	0.250	0.250	0.250	0.250
Zinc bacitracina	0.400	0.400	0.400	0.400
<b>TOTAL</b>	<b>100.000</b>	<b>100.100</b>	<b>100.200</b>	<b>100.300</b>

**Tabla 2**

Valor nutricional calculado de las dietas experimentales

<b>Tratamiento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
EM, Mcal/kg	2.710	2.784	2.858	2.932
Proteína Cruda, %	15.870	15.854	15.839	15.823
Calcio, %	4.024	4.020	4.016	4.012
Fosforo Disp., %	0.411	0.410	0.410	0.410
Sodio, %	0.152	0.152	0.152	0.152
Arginina, %	0.861	0.860	0.859	0.858
Lisina, %	0.824	0.823	0.822	0.821
Metionina, %	0.416	0.416	0.415	0.410
Met+Cis, %	0.759	0.759	0.758	0.757
Treonina, %	0.607	0.606	0.606	0.605
Triptofano, %	0.196	0.196	0.196	0.196

<sup>1</sup>Enerfat: min 6.5% Propionato de calcio; min 3.0% Propilenglicol<sup>2</sup>Premezcla: 10<sup>6</sup> Unidades Internacionales (UI) Vitamina (Vit) A; 3 x 10<sup>6</sup> UI Vit D3; 15 x 10<sup>3</sup> UI Vit E; 2,5 g Vit K3; 2 g Vit B1; 6 g Vit B2; 4 g Vit B6; 0,0012 g Vit B12; 6 g Vit B5; 0,5 g Vit B9; 20 g Vit B3; 0,15 g Vit B3; 0,15 g Vit B7; 2,5 g cobre; 40 g hierro; 60 g manganeso; 0,10 g selenio; 1 g yodo; 45 g zinc

En el caso del Tratamiento “Testigo”, la alimentación fue solo con la dieta base (sin Enerfat). Esto permitió establecer diferencias claras en comparación con los demás tratamientos.

## **A. Evaluación de parámetros productivos**

### **➤ Evaluación del porcentaje de postura (PP)**

Se obtuvo a partir de la división de los números de huevos colectados por cada tratamiento en un día, dividiéndolo entre el número de gallinas que se encuentran en dicho tratamiento, estos se promediaron por cada repetición para la posterior evaluación del efecto del tratamiento, se determinó mediante la ecuación (2).

$$\text{Porcentaje de postura (PP)} = \frac{\text{Numero de huevos}}{\text{Numero de gallinas}} 100 \quad (\text{ec. 2})$$

### **➤ Evaluación de peso promedio de huevos (AGW)**

Se evaluó mediante el pesado de huevos en una balanza electrónica OPALUX 5 kg +- 1g al finalizar el día (4:00 pm), se pesará el 100% de huevos obtenidos.

### **➤ Evaluación de índice de conversión alimenticia (FCR)**

La conversión alimenticia fue calculada según Rodríguez (2007). para cada jaula de manera semanal dividiendo el total de alimento consumido (kg) por jaula y la masa de huevos producidos (kg) en esa semana de acuerdo a la ecuación (3).

$$\text{Conversión alimenticia (FCR)} = \frac{\text{Alimento consumido} \left( \frac{\text{kg}}{\text{semana}} \right)}{\text{Peso de huevos} \left( \frac{\text{kg}}{\text{semana}} \right)} \quad (\text{ec. 3})$$

### **➤ Evaluación de ganancia de peso de aves (WG)**

La masa de las gallinas fue evaluada al inicio y al final de experimento, mediante una balanza digital ACS-C 30 Kg +-5 g, utilizando un recipiente para inmovilizar al ave, la masa de la gallina está representado por la masa total menos la masa del recipiente, esto permitió determinar el efecto que pudo haber tenido cada uno de los tratamientos, se determinó mediante la ecuación (4).

$$\text{Ganancia de peso de aves (WG)} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial} \quad (\text{ec. 4})$$

## **B. Evaluación de la calidad del huevo**

### **➤ Evaluación del análisis proximal del huevo (PAE)**

Se recolecto 1 huevo por cada repetición, tomando un total de 8 huevos por tratamiento, estos se enviaron debidamente rotulados al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) perteneciente a la UNALM, para la evaluación de parámetros como: humedad, proteína cruda, fibra bruta, extracto etéreo, cenizas, extracto libre de nitrógeno.

### **➤ Evaluación de pigmentación de la yema (YP)**

La medición de color se realizó según lo descrito por Yoplac (2019). Los parámetros de color ( $L^*$ =Luminosidad,  $a^*$ =color rojo-amarillo y  $b^*$ =color azul-verde) se midió con un colorímetro CR-400 (Konica Minolta Co., Ltd., Osaka, Japón). El color se expresó como la diferencia de color rojo - amarillo ( $a^*$ ), la que se calcula con la ecuación (5).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (\text{ec. 5})$$

donde  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  son los diferenciales entre el parámetro de color de las muestras y el parámetro de color de una cartulina blanca estándar utilizado como fondo o respaldo de la película. Se realizarán pruebas de color en tres posiciones diferentes de las partes de la yema.

### **➤ Evaluación de grosor de cascara (EST)**

El grosor de la cascara se midió utilizando un Micrómetro Digital  $\pm 0.001$  mm, en la zona ecuatorial de la cascara, evitando los polos.



### ➤ Evaluación de la resistencia de la cascara (ESS)

La resistencia de la cascara se avaluó mediante un analizador de textura Brookfield CT3 de AMETEK, en el cual se ubicó el huevo de tal manera que el polo más amplio quede a la parte inferior, el resultado se presentara en la computadora (medida en Newtons), estos se anotaron en la libreta para su posterior interpretación.

### ➤ Evaluación de índice morfológico de huevos (MIE)

El índice morfológico se determinó mediante una comparativa entre el diámetro del huevo en la zona ecuatorial y la altura (distancia entre los polos), y se expresará en porcentajes de acuerdo a la ecuación (6) (Hernández, 2021).

$$\text{Índice morfológico (\%)} = \frac{\text{Diámetro de huevo (cm)}}{\text{Altura del huevo (cm)}} 100 \quad (\text{ec. 6})$$

### C. Costo de producción (CP)

Los costos de producción de un kilogramo de huevos se calcularon utilizando los datos sobre la conversión alimenticia. Se calculó el consumo del alimento experimental para producir un kilogramo de huevos (FCR), y este multiplicado por el costo del alimento experimental (Koiyama *et al*; 2018), conforme a la ecuación (7).

$$\text{CP} = \text{FCR} * \text{Costo del alimento} \quad (\text{ec. 7})$$

## 2.4. Modelos y pruebas estadísticas

La investigación se realizó aplicando el método comparativo experimental (comparación de 8 repeticiones de un mismo tratamiento, con 3 unidades experimentales por cada repetición) apoyado con una fase analítica para la caracterización, cuantificación y aproximación de resultados.

Por tratarse de un trabajo experimental simple con 4 tratamiento incluido el testigo asociado a un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), con un modelo lineal aditivo definido por:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Parámetros productivos y calidad del huevo en el i-enésimo nivel de sustrato gluconeogénico y j-enésima gallina

$\mu$  : Promedio general

$T_i$  : Efecto del el i-enésimo nivel de gluconeogénico

$e_{ij}$  : Error experimental en el i-enésimo nivel de gluconeogénico y j-enésima gallina

Se realizó el análisis de supuestos del modelo DCA, como supuestos de normalidad e igualdad de varianzas del modelo mediante las pruebas de Levene y prueba de Shapiro-Wilk al 5%, por su parte para determinar las diferencias significativas entre tratamientos se realizará un análisis de varianza ANVA con un 5% de significancia, y para determinar el mejor y peor tratamiento con respecto al testigo se realizará la prueba de comparación múltiple de medias Duncan al 5% de significancia.

El análisis se realizó con la ayuda del programa estadístico SPSS (versión 25).

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Parámetros productivos.

Según la tabla 3, para porcentaje de postura y para el índice de conversión alimenticia, se definieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el T1 y T3 así mismo entre T1 y T4, numéricamente se obtuvo un mejor resultado en el T4, seguido del T3 y T2 respectivamente y como peor resultado se obtuvo en el T1 que no contaba con suplementación gluconeogénica. Por su parte para peso del huevo, no se tuvo diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ), más numéricamente se obtuvo mayor peso en el T3 y menor peso en el T1, del mismo modo para la ganancia de peso de gallinas, en la que numéricamente tuvo mayor ganancia de peso en T4 y la menor ganancia en el T2.

**Tabla 3.**

Comparación de medias de parámetros productivos

Tratamiento	PP (%)	AEW (g)	FCR	WG (g)
T1	78.35b±7.62	61.39a±1.72	2.17a±0.23	12.47a±08.92
T2	81.55ab±6.44	61.77a±1.55	2.10ab±0.14	9.38a±12.96
T3	84.67a±2.88	62.44a±1.62	2.00b±0.09	14.72a±10.29
T4	86.16a±4.35	61.65a±1.33	2.00b±0.12	20.94a±13.49
<b>Promedio</b>	82.68±6.16	61.81±1.54	2.07±0.16	14.38±11.81

Nota: Medias con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $P < 0,05$ ).

Según la tabla 4, muestra resultados obtenidos a través del análisis proximal que involucra humedad, proteína cruda, grasas, fibra cruda, cenizas y estricto libre de nitrógeno para los diferentes tratamientos, en lo cual destaca numéricamente un mayor

porcentaje de humedad en el T4, seguido de T3 y T1 respectivamente. En proteína cruda un mayor valor numérico en T1 seguido por T3 y T4 respectivamente. Para grasa un mayor valor numérico en T2 seguido de T1 y T3 respectivamente. En fibra cruda un mayor valor en T2, seguido por T3 y T1 respectivamente. Para cenizas T2 seguido de T4 y T1 respectivamente.

**Tabla 4.**

Resultados del análisis proximal del huevo

Parámetros	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
<b>Humedad, %</b>	76.05	75.77	76.32	76.51
<b>PC (N*6.25). %</b>	12.31	12.10	12.30	12.16
<b>Base</b>				
<b>Grasa, %</b>	8.87	8.98	8.49	8.48
<b>Húmeda</b>				
<b>Fibra Cruda, %</b>	0.21	0.34	0.27	0.12
<b>Ceniza, %</b>	0.85	0.90	0.66	0.86
<b>ELN, %</b>	1.71	1.91	1.96	1.87

### 3.2 Calidad del huevo

Según la tabla 5, para los parámetros de calidad del huevo no se definieron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos para la pigmentación de la yema, más teniendo diferencias numéricas con mayor valor promedio en el T1, seguido de T2 y T4 y T3 respectivamente. Del mismo modo en los demás parámetros no se mostró diferencias ( $p>0.05$ ), en el grosor de la cascara el mayor grosor se obtuvo en T1 mientras que el menor se obtuvo en T2, en la resistencia de la cascara, el mayor valor se obtuvo en T4, mientras que el menor valor se obtuvo en T2, así como para el índice morfológico, mayor valor se obtuvo en T3 y el menor valor en T1.

**Tabla 5.**

Comparación de medias de parámetros de calidad del huevo

<b>Tratamiento</b>	<b>YP</b>	<b>EST (mm)</b>	<b>ESS (N)</b>	<b>MIE (%)</b>
<b>T1</b>	36.39a±.94	0.385a±.015	36.84a±8.02	76.69a±0.91
<b>T2</b>	36.13a±.99	0.375a±.009	35.37a±5.43	77.63a±1.12
<b>T3</b>	35.49a±1.08	0.383a±.008	37.18a±3.55	77.81a±0.81
<b>T4</b>	36.12a±1.45	0.380a±.016	37.53a±3.85	77.17a±1.14
<b>Promedio</b>	35.62±.37	0.381±.013	36.73±5.30	77.33±1.10

Nota: Medias con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $P < 0,05$ ).

### 3.3 Costo de producción

En la tabla 6, muestra el costo en alimento por producir un kilogramo de huevo, por tanto, en tanto el mejor tratamiento sea aquel que contenga menor costo, bajo este criterio, se define como mejor tratamiento a T3, seguido de T4 y T2 respectivamente y como peor tratamiento se presenta a T1.

**Tabla 6.**

Comparación entre tratamientos para costo de producción

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Varianza</b>
<b>T1</b>	4.95±.53	0.28
<b>T2</b>	4.84±.32	0.10
<b>T3</b>	4.65±.21	0.05
<b>T4</b>	4.68±.29	0.08
<b>Promedio</b>	4.78±.36	0.13

#### IV. DISCUSIÓN

Este trabajo fue diseñado para evaluar el efecto de distintos niveles de suplementación con Enerfat en el alimento balanceado para gallinas de postura de 35 semanas de edad, analizando parámetros productivos, económicos y de calidad.

El porcentaje de postura se obtuvo 78.35%, 81.55%, 84.67% y 86.16% para T1, T2, T3 y T4 respectivamente, definiendo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos, los cuales difieren con Castillo *et al.*, (2018) que obtuvo resultados superiores, 98.1% en el tratamiento testigo, en los demás se sustituyó todo el aceite por; 2 kg/tn de mezcla de propilenglicol y propionato de calcio (97.58%), 2 kg/tn de propionato de calcio (97.64%) y 2 kg/tn de propilenglicol (98.16%), a su vez no encontró diferencias significativas, lo cual podría deberse a diversos factores, tanto genéticos, ambientales y nutricionales, ya que en esta investigación se trabajó a una temperatura alrededor de 15 °C y según Hy-line Brown Internacional (2020), la temperatura debería oscilar entre 20 a 25 °C.

Para el peso promedio de huevos se obtuvo 61.39g, 61.77g, 62.44g y 61.65g para T1, T2, T3 y T4 respectivamente, donde no se encontraron diferencias estadísticas. Referidos datos coinciden con la guía de manejo para la línea, según Hy-line Brown Internacional (2020), que precisa un peso promedio entre 60.6g a 63.9g para esta edad, estadísticamente también coinciden con Linares *et al.*, (2017), que trabajó con inclusiones de 0.5, 1 y 2 kg de sustrato gluconeogénico por tonelada de alimento, en lo que no encontró diferencias significativas.

Para el índice de conversión alimenticia se obtuvo 2.17, 2.1, 2.0 y 2.0 para T1, T2, T3 y T4 respectivamente, donde se definieron diferencias significativas, valores que son superiores y discrepantes a lo obtenido por Linares *et al.*, (2017) que presentaron valores entre 1.84 hasta 1.94, que a su vez no muestran diferencias significativas entre tratamientos.

Para el cambio de masa del ave se obtuvieron promedios entre 9.38g hasta 20.94g, en T2 y T4 respectivamente, lo cual no presenta diferencias estadísticas lo cual concuerda con lo encontrado por Jensen y Chang (1976) quienes al incluir diferentes niveles de inclusión de propionato de calcio (PrC) en dietas de gallinas Leghorn blancas no

encontraron diferencias significativas a pesar que obtuvo resultados de ganancia de entre 13g (0% PrC) hasta 56g (0,4% PrC).

Dentro de los parámetros de calidad del huevo al evaluar la pigmentación de la yema se determinaron valores promedios de 36.39, 36.13, 35.49 y 36.12 para T1, T2, T3 y T4 respectivamente, los cuales no presentan diferencias significativas lo que define como mejores tratamientos a T1 y T2, seguidos de T4 y como peor tratamiento a T3, lo que coincide con lo descrito por Linares *et al.*, (2017) quien tampoco describe diferencias significativas, numéricamente no se puede comparar debido a que la metodología aplica difiere por los equipos usados. En contraste según Gutiérrez (2008) al sustituir el valor energético de la soya integral en un 50% y 100% por un sustrato gluconeogénico comercial encontró una menor pigmentación, lo mismo se podría deber a que en dicha investigación se retiró parte del aceite de la dieta por lo que no presentaron una misma cantidad de lípidos, ya que según Maguregui (2020) formula que dietas ricas en grasas tendrá un efecto positivo sobre la coloración de la yema.

Al analizar el grosor de la cascara de obtuvieron valores promedios que oscilan entre 0.380 a 0.385 para T4 y T1 respectivamente, los cuales no presentan diferencias significativas, dichos valores son superiores a lo descrito por Castillo *et al.* (2018) al trabajar con gallinas Bovans White de 25 semanas de edad no encontró diferencias significativas en el desarrollo de su investigación. Estos podrían deberse a la calidad de los insumos utilizados, edad de la gallina, así como también a la estirpe, ya que son tres de los principales factores que influyen sobre este parámetro (Delgado, 2020).

La resistencia de la cascara expresada en Newton muestra resultados entre 35.37 hasta 37.53 en T2 y T4 respectivamente cuyos datos no presentan diferencias significativas, más son superiores a lo presentado por Linares (2017) que muestra valores entre 29.59 N hasta 31.64 N, lo que se podría deberse a diversos factores genéticos, edad, ambientales, hormonales y/o nutricionales (Salvador, 2022).

El índice morfológico que representa el grado de uniformidad en huevos varía entre 76.69% y 77.81% en T1 y T3 respectivamente, los cuales no presentan diferencias significativas, más los valores encontrados coinciden con lo reportado por Hernández (2021) que reportó valores entre 74.01% y 94.09% así como también con lo reportado por Jerez *et al.* (2014) que reporta valores entre 74.28% y 78.54%.



Al analizar los costos de producción por kg de huevo se puede definir que a 2 kg de SG por tonelada (T3) se obtiene un menor costo alcanzando los s/. 4.65, seguido de T4 y T2 con s/. 4.68 y s/. 4.84 respectivamente, el mayor costo se obtiene en las aves alimentadas con una dieta sin suplementación (T1) elevando el costo hasta los s/. 4.95.

## **V. CONCLUSIONES**

La suplementación con sustrato gluconeogénico sobre los parámetros productivos y calidad del huevo en gallinas ponedoras mejoro el porcentaje de postura, incide de conversión alimenticia y el costo de producción, mas no tuvo efectos sobre otros parámetros como: peso del huevo, ganancia de peso del ave, pigmentación de la yema, grosor de la cascara, resistencia de la cascara e índice morfológico.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Utilizar entre 2 a 3 kg de sustrato gluconeogénico por tonelada de alimento balanceado como suplementando la dieta en gallinas de postura Hy-line, ya que mejora parámetros productivos como el porcentaje de postura e índice de conversión alimenticia, así como también disminuye los costos de producción.

Para próximas investigaciones hacer una comparación de diferentes SG comerciales sobre los parámetros productivos y económicos en gallinas de postura de la línea Hy-Line Brown y demás, así como también evaluar el efecto que podría tener en etapa de levante.

También incluir en posteriores investigaciones parámetros como unidades Haugh, flora intestinal, así como análisis de huesos para determinar posibles efectos secundarios no benéficos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alltech. (2020). *Encuesta global anual sobre alimentos balanceados*.  
<https://www.alltech.com/es/mx/press/release/la/encuesta/global/sobre/alimento/balanceado/de/alltech/revela/por/primera/vez/en>
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (15th ed).
- ATP Asesorías y Aditivos Técnicos Pecuarios. (2021). *Enerfat: Precursor gluconeogénico para la alimentación animal*.  
<https://www.atpaditivos.com/nuestros/productos/enerfat/#>
- Caceres, M. (2017). *Actualización de ingredientes para raciones de ponedoras*.  
<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/actualizacion/ingredientes/raciones/ponedoras/t40166.htm>
- Castillo, A., Fuentes, B., Jinez, T., Melendez, R., Herrera, H., & Ávila, E. (2018). Evaluación de diferentes fuentes gluconeogénicas en sustitución del aceite vegetal en dietas para gallinas Bovans White. *Aviespecialistas de México AC*, 13/21. <https://avem.mx/memorias2017.pdf>
- Delgado, R. (2020). Factores que afectan a la calidad de la cáscara del huevo. *AviNews LATAM*. <https://avinews.com/factores-que-afectan-a-la-calidad-de-la-cascara-del-huevo/>
- Gamarra, T. (2021). *Efectos de los gluconeogénicos sobre la conversión alimenticia de cerdos, cruce comercial Duroc/Pietrain en crecimiento y engorde* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Trujillo].  
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/17594/Gamarra%20Melendres%2C%20Thania%20Mitzi%20%283%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzalez, Y. (2018). *Efectos de la adición de propionato de calcio en la digestibilidad de ovinos en finalización*. [Tesis de titulación. Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/94733>

- Gutierrez, G. (2008). *Prueba de campo en gallinas de postura sustituyendo soya integral con Lipofeed como fuente energética en la ración*. Tepatitlan, Arandas San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco. <https://es.slideshare.net/PremezclasEnergeticas/2008-prueba-de-campo-en-gallinas-de-postura-sustituyendo-soya-integral-con-Lipofeed-como-fuente-energetica-en-la-racion>
- Hernández, M., Barrios, H., & González, O. (2021). Variables fisiológicas y fanerópticas y su influencia sobre características del huevo en gallinas de patio (*Gallus gallus domesticus*) en comunidades de Moyogalpa y Altagracia, Isla de Ometepe, Nicaragua. *Universidad Nacional Agraria de Nicaragua*. <https://lactalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/457/729#info>
- Hy-Line Internacional. (2020). *Ponedoras comerciales Hy/Line Brown: Guía de manejo*. <https://www.hyline.com/spanish/filesimages/Hy/Line/Products/Hy/Line/Product/PDFs/Brown/BRN%20COM%20SPN.pdf>
- Jensen, L., & Chang, C. (1976) Effect of Calcium Propionate on Performance of Laying Hens, *Poultry Science*, Vol. 55(2), 816/817. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119497034>.
- Jerez, M., Camacho, M., Quijano, G., Lozano, S., Sosa, E., & Ruiz, J. (2014). Características del huevo de gallinas de traspatio alimentadas con una formulación alternativa con o sin verdolaga (*Portulaca oleracea* L.). *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 158-160.
- Kaczmarek, K., Korniewicz, A., Mazanowska, A., & Gwara, T. (1985). Effect of feed preservation with calcium or ammonium propionate on performance of broiler chickens. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 23, 229/240. <https://eurekamag.com/research/001/572/001572844.php>
- Koiyama, N., Utimi, N., Santos, B., Gameiro, A., Araújo, C., & Araújo, L. (2018). Effect of yeast cell wall supplementation in laying hen feed on economic viability, egg production, and egg quality. *Journal of Applied Poultry Research*, 116-123. doi:<https://doi.org/10.3382/japr/pfx052>

- Linares, I., Fuentes, B., Posadas, E., Herrera, H., Melendez, R., & Avila, E. (2017). Adición de una mezcla de sustratos gluconeogénicos como fuente energética en dietas para gallinas de segundo ciclo. *Aviespecialistas de México AC*, 77/85. <https://avem.mx/memorias2017.pdf>
- Maguregui, E. (2020). El color de la yema del huevo y los pigmentantes. *Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-color-de-la-yema-del-huevo-y-los-pigmentantes/>
- Moscoso, J., Gomez, O., & Guevara, V. (2020). Contenido de energía metabolizable y energía neta del maíz, subproducto de trigo, harina de soya, harina de pescado y aceite de soya para pollos de carne. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 335/344. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v11n3/2077/9917/agro/11/03/335.pdf>
- Neyra, J. (2019). *Efectos de la adición de un sustrato gluconeogénico sobre los parámetros productivos de las marranas en lactación y sus lechones en Cieneguilla* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Tumbes]. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/UNITUMBES/764/TESES%20/%20NEYRA%20GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NRC. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*.
- Olaya, M. (14 de Agosto de 2019). Impacto del aumento del dólar en precios de los alimentos. <https://www.lafm.com.co/economia/impacto/del/aumento/del/dolar/en/precios/de/los/alimentos>
- Oruwari, B. (1993). Propionic acid and calcium propionate in diets for Egg/Type layers and Broiler chicks. *Journal of Applied Animal Research*, 3(2), 73/81. doi:10.1080/09712119.1993.9705957
- Rodríguez, W. (2007). *Indicadores productivos como herramienta para medir la eficiencia del pollo de engorde*. [https://nanopdf.com/download/indicadores-productivos-como-herramienta-para-medir-la\\_pdf](https://nanopdf.com/download/indicadores-productivos-como-herramienta-para-medir-la_pdf)

- Salvador, E. (2022). Resistencia a la rotura de cáscara de huevo: Factores nutricionales (Parte 1). *Actualidad Avipecuaria*.  
[https://actualidadavipecuaria.com/resistencia-a-la-rotura-de-cascara-de-huevo-factores-nutricionales-parte-1/#:~:text=La%20calidad%20de%20la%20c%C3%A1scara,del%20alimento%20\(Roberts%2C%202004%3B](https://actualidadavipecuaria.com/resistencia-a-la-rotura-de-cascara-de-huevo-factores-nutricionales-parte-1/#:~:text=La%20calidad%20de%20la%20c%C3%A1scara,del%20alimento%20(Roberts%2C%202004%3B)
- Senani, S., Rai, R., Padhi, M., & Saha, S. (1997). Effect of dietary acetic acid and calcium salt of fatty acids on growth and egg production. *Indian Veterinary Journal*, 74(9), 806/807.  
<https://eurekamag.com/research/003/106/003106368.php>
- Vargas, J. (2016). El sector avícola peruano: clave en el desarrollo del país.  
<https://www.elsitioavicola.com/articulos/2920/el/sector/avacola/peruano/clave/en/el/desarrollo/del/paas/>
- Yoplac, I. (2019). *Desarrollo de biopelículas activas con aceite esencial del citral microencapsulado y su efecto en la carga microbiana del queso fresco*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria la Molina].  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3155>
- Zambrano, R. (2018). *Rendimiento productivo de gallinas ponedoras alimentadas con harina de yuca (Manihot esculenta) y manano oligosacárido*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina].  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3155/zambrano/rodriguez/raul/vinicio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## VIII. ANEXOS

**Tabla 7.**

Prueba de homogeneidad de varianzas

	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>
PP	1.732	3	28	0.183
AEW	0.384	3	28	0.766
FCR	1.288	3	28	0.298
WG	2.109	3	28	0.122
YP	0.996	3	28	0.409
EST	1.593	3	28	0.213
<b>ESS</b>	<b>4.594</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>0.010</b>
MIE	0.378	3	28	0.770

Según la tabla 7 todos los parámetros presentan varianzas homogéneas ( $p > 0,05$ ) con excepción de la resistencia de la cascara, analizados bajo una significancia del 5%.



**Tabla 8.**

Prueba de normalidad de varianzas

Pruebas de normalidad									
Trat.	Shapiro-Wilk				Trat.	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico		gl	Sig.		
PP	1	0.876	8	0.174	YP	1	0.901	8	0.298
	2	0.899	8	0.283		2	0.957	8	0.784
	3	0.940	8	0.614		3	0.935	8	0.559
	4	0.909	8	0.348		4	0.920	8	0.432
AEW	1	0.872	8	0.157	EST	1	0.868	8	0.145
	2	0.956	8	0.767		2	0.878	8	0.180
	3	0.975	8	0.931		3	0.944	8	0.647
	4	0.892	8	0.243		4	0.969	8	0.889
<b>FCR</b>	<b>1</b>	<b>0.797</b>	<b>8</b>	<b>0.026</b>	ESS	1	0.855	8	0.107
	2	0.947	8	0.678		2	0.855	8	0.108
	<b>3</b>	<b>0.626</b>	<b>8</b>	<b>0.000</b>		3	0.969	8	0.889
	<b>4</b>	<b>0.735</b>	<b>8</b>	<b>0.006</b>		4	0.838	8	0.072
WG	1	0.914	8	0.382	MIE	1	0.877	8	0.176
	2	0.946	8	0.672		2	0.931	8	0.530
	3	0.830	8	0.060		3	0.926	8	0.476
	4	0.917	8	0.403		4	0.957	8	0.783

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Bajo una significancia del 5% las pruebas de normalidad de varianza (tabla 8) definen los parámetros: porcentaje de postura (PP), peso promedio del huevo (AEW), ganancia de peso de las gallinas (WG), pigmentación de la yema (YP), grosor de la cascara del huevo (EST), resistencia de la cascara del huevo (ESS) e índice morfológico del huevo (MIE) define que la varianza de los tratamientos es homogénea. Por lo contrario, para índice de conversión alimenticia (FCR) al no presentar varianzas normales se evaluará mediante la prueba de Kruskal – Wallis en lugar de ANOVA.

**Tabla 9.**

Parámetros evaluados con la prueba de ANOVA de un solo factor

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
PP	Entre grupos	288,987	3	96,329	3,042	,045
	Dentro de grupos	886,684	28	31,667		
	Total	1175,671	31			
AEW	Entre grupos	4,800	3	1,600	,654	,587
	Dentro de grupos	68,489	28	2,446		
	Total	73,289	31			
WG	Entre grupos	574,547	3	191,516	1,430	,255
	Dentro de grupos	3748,953	28	133,891		
	Total	4323,500	31			
YP	Entre grupos	3,479	3	1,160	0,904	0,452
	Dentro de grupos	35,932	28	1,283		
	Total	39,411	31			
EST	Entre grupos	,000	3	,000	1,022	,398
	Dentro de grupos	,004	28	,000		
	Total	,005	31			
ESS	Entre grupos	21,760	3	7,253	0,239	0,868
	Dentro de grupos	848,152	28	30,291		
	Total	869,912	31			
MIE	Entre grupos	6,019	3	2,006	1,991	,138
	Dentro de grupos	28,217	28	1,008		
	Total	34,236	31			

De acuerdo con la tabla 9 se define que se encuentran diferencias significativas entre medias en el porcentaje de postura, mientras que, en los demás parámetros, las diferencias de medias no son significativas

**Tabla 10.**

Parámetros evaluados con la prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis

Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>	
	FCR
H de Kruskal-Wallis	8.471
Gl	3
Sig. Asintótica	0.037

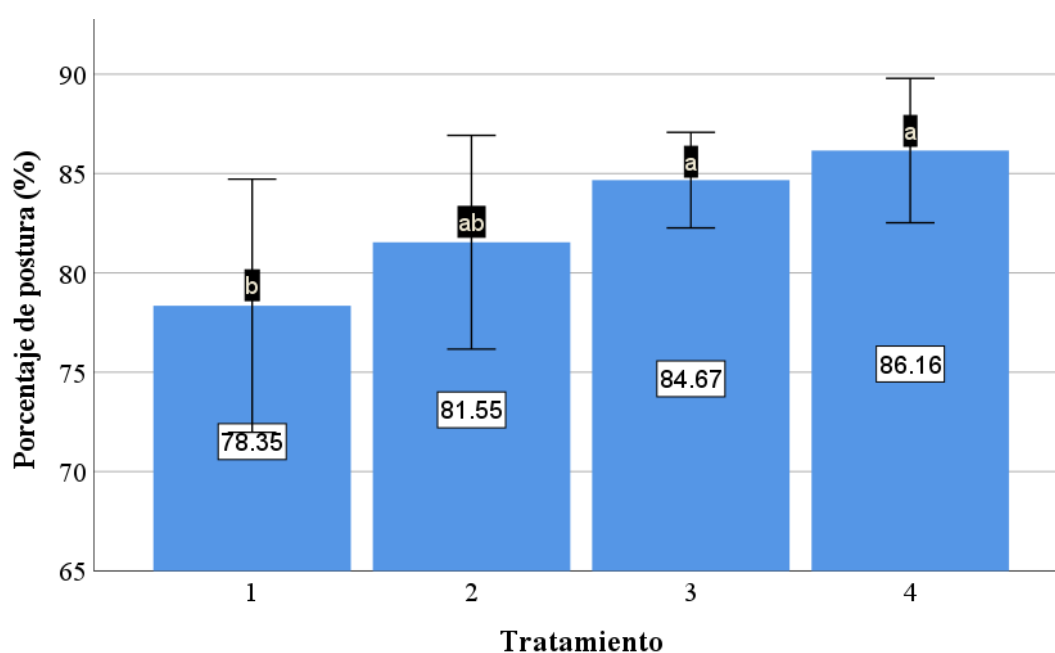
a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

Según la tabla 10 para índice de conversión alimenticia ( $p < 0.05$ ), se define que el efecto del sustrato gluconeogénico es distinto según su concentración en la dieta.

**Figura 2.**

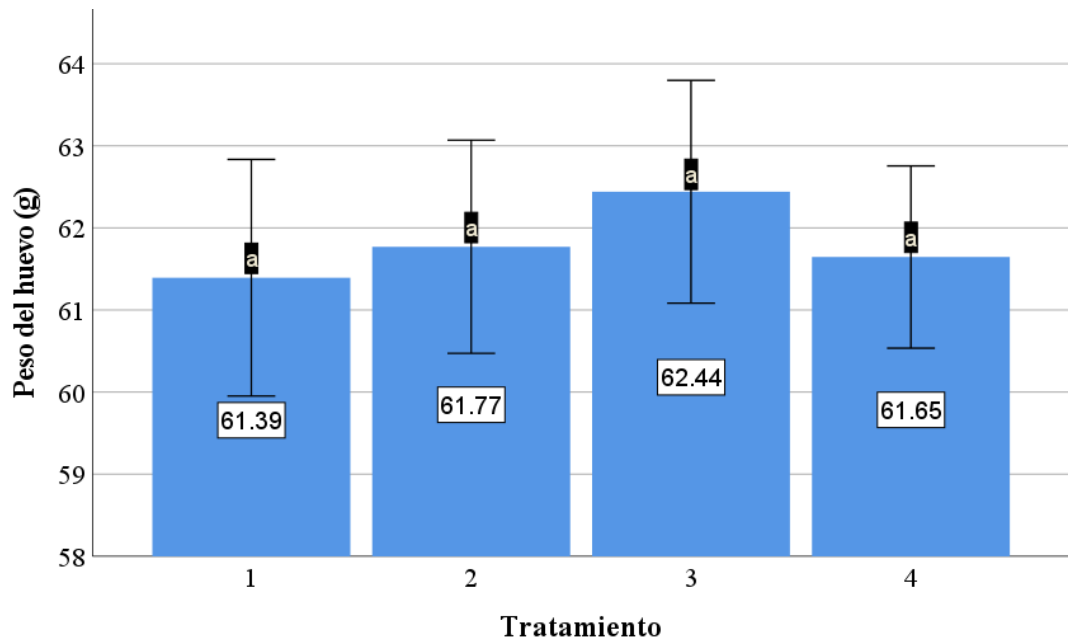
Comparación de medias de porcentaje de postura



Según la figura 2, se define mediante la prueba ANOVA que la inclusión de sustrato gluconeogénico en la alimentación de gallinas de postura tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el porcentaje de postura ( $p = 0.045$ ).

**Figura 3.**

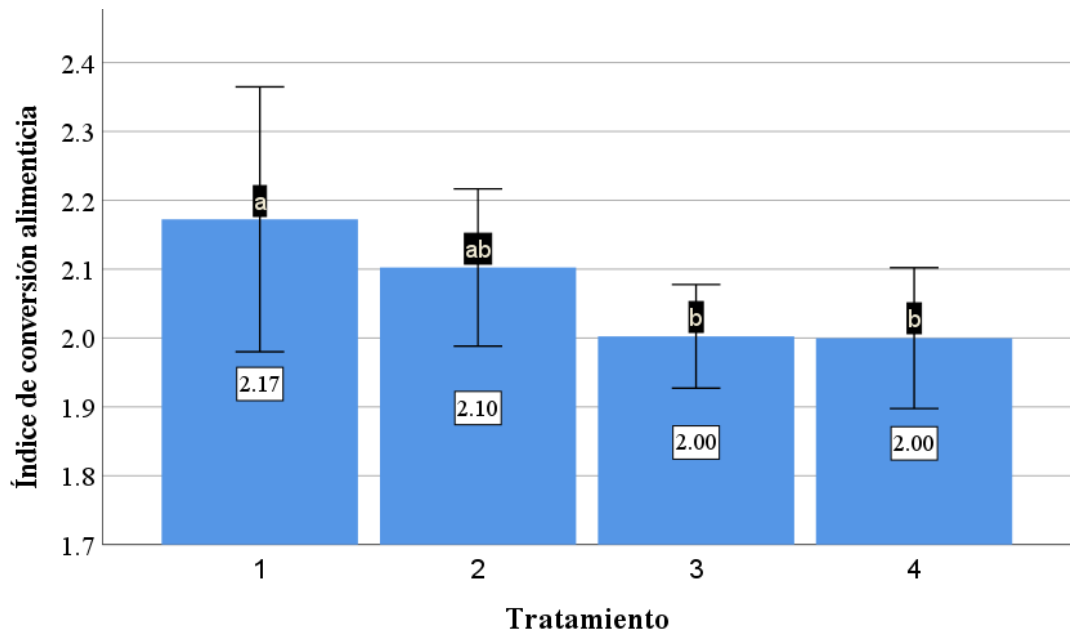
Comparación de medias de peso promedio del huevo.



Según la figura 3, se define mediante la prueba ANOVA que la inclusión de sustrato gluconeogénico en la alimentación de gallinas de postura no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el peso promedio del huevo ( $p=0.587$ ).

**Figura 4.**

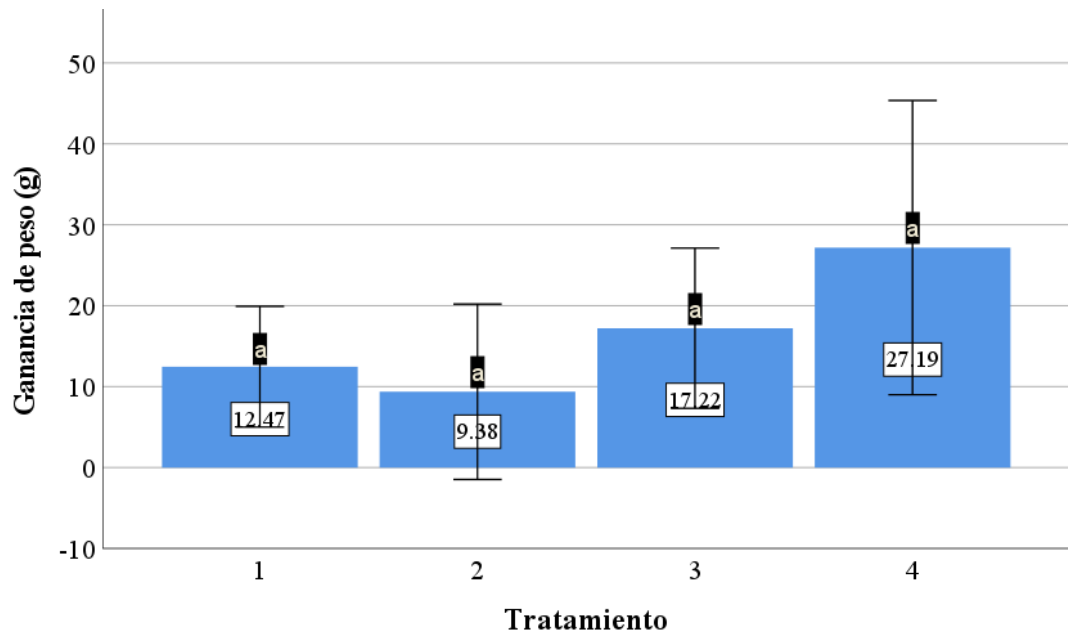
Comparación de medias de índice de conversión alimenticia



Según la figura 4, se define mediante la prueba ANOVA de Kruskal-Wallis que la inclusión de sustrato gluconeogénico en la alimentación de gallinas de postura tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el índice de conversión alimenticia ( $p=0.037$ ).

**Figura 5.**

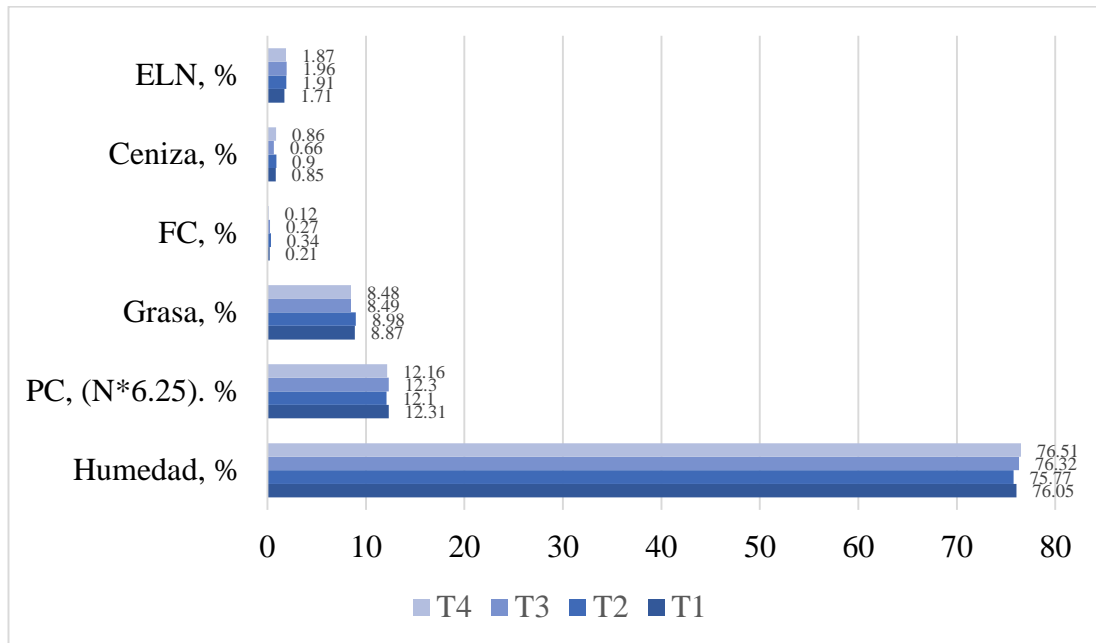
Comparación de medias de ganancia de peso de las gallinas



Según la figura 5, se define mediante la prueba ANOVA que la inclusión de sustrato gluconeogénico en la alimentación de gallinas de postura no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la ganancia de peso medio en gallinas ( $p=0.255$ ).

**Figura 6.**

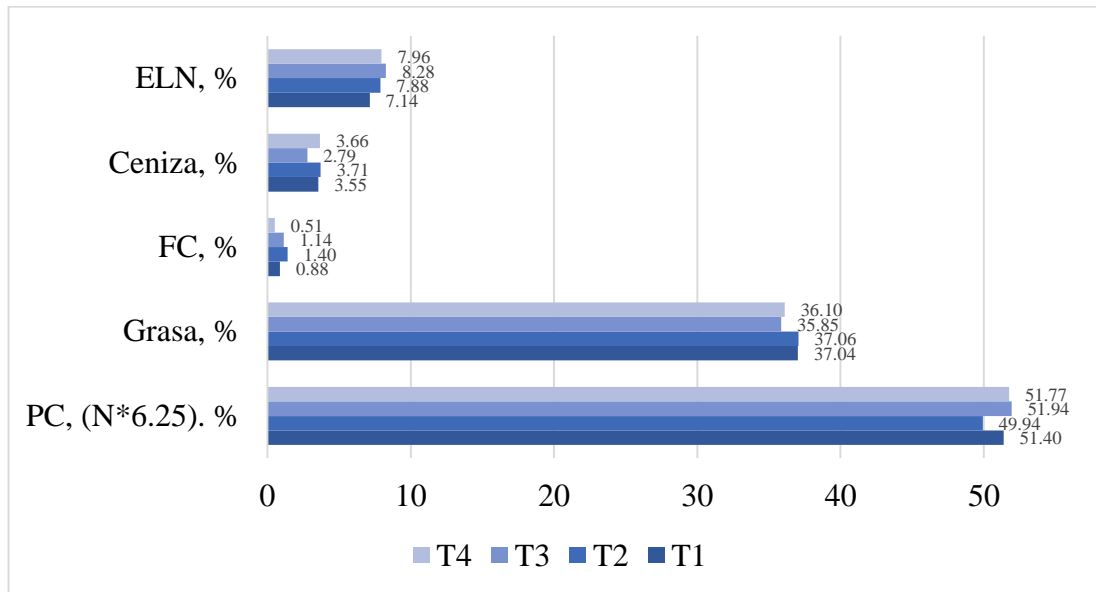
Informe de análisis proximal del huevo en base húmeda



Según la figura 6, muestra en contenido nutricional, en porcentajes, del huevo obtenido a través de un análisis proximal en base húmeda (no se realizó pruebas estadísticas ya que se realizaron pruebas para muestras únicas).

**Figura 7:**

Informe de análisis proximal del huevo en base seca

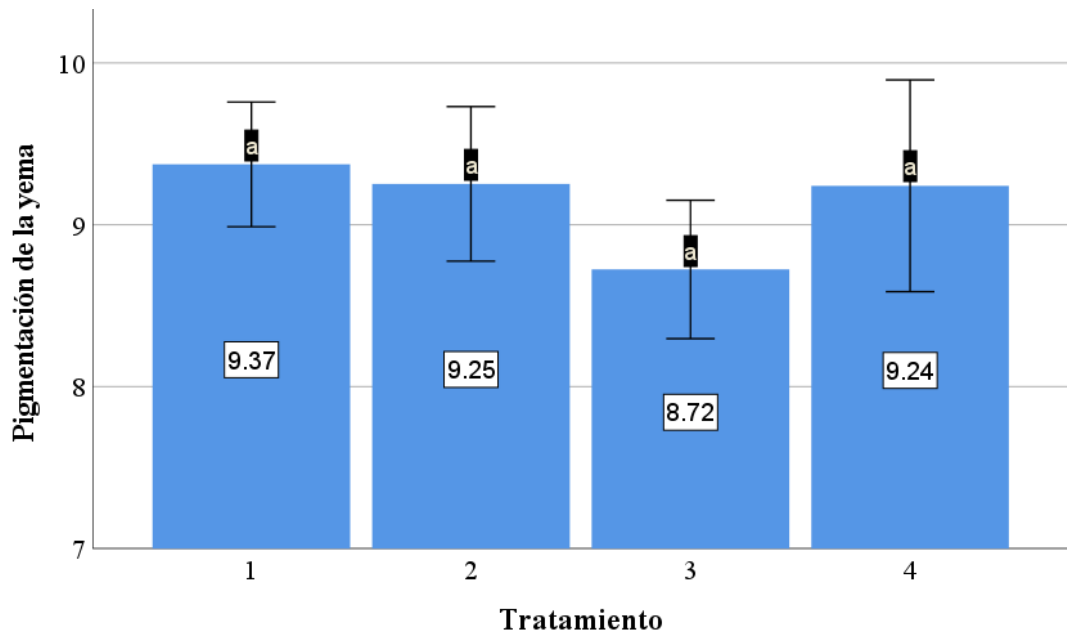


Según la figura 7, muestra en contenido nutricional, en porcentajes, del huevo obtenido a través de un análisis proximal en base seca (no se realizó pruebas estadísticas ya que se realizaron pruebas para muestras únicas).



**Figura 8.**

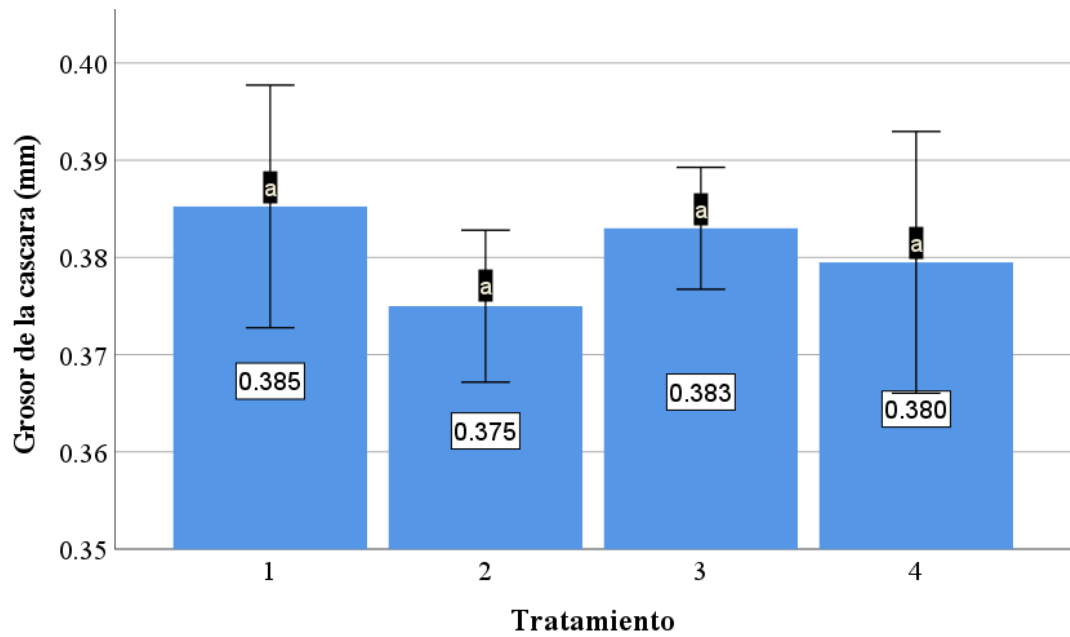
Comparación de medias de pigmentación de la yema



Según la figura 8, se define mediante la prueba ANOVA que la inclusión de sustrato gluconeogénico en la alimentación de gallinas de postura no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la pigmentación de la yema ( $p=0.452$ ).

**Figura 9:**

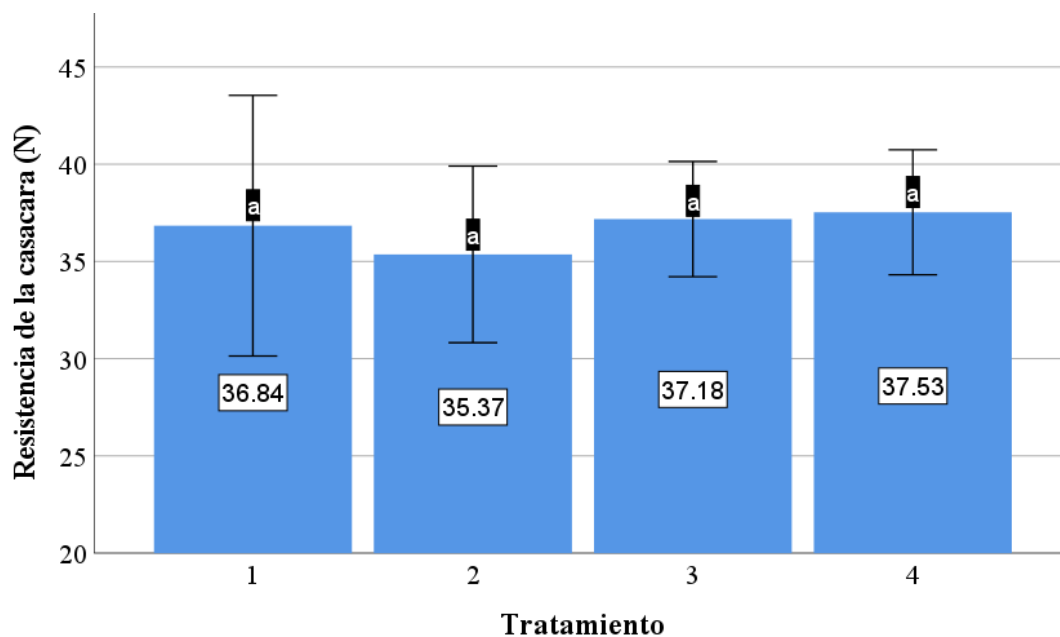
Comparación de medias de grosor de la cascara



Según la figura 9, se define mediante la prueba ANOVA que la inclusión de sustrato gluconeogénico en la alimentación de gallinas de postura no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el grosor de la cascara ( $p=0.398$ ).

**Figura 10.**

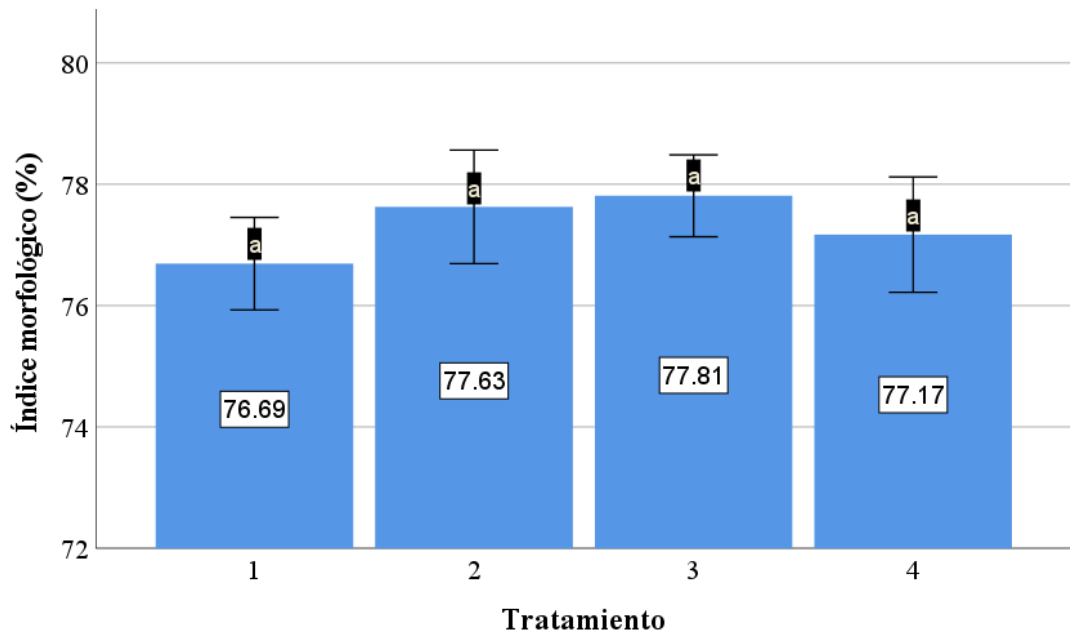
Comparación de medias de resistencia de la cascara



Según la figura 10, se define mediante la prueba ANOVA que la inclusión de sustrato gluconeogénico en la alimentación de gallinas de postura no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre resistencia de la cascara ( $p=0.868$ ).

**Figura 11.**

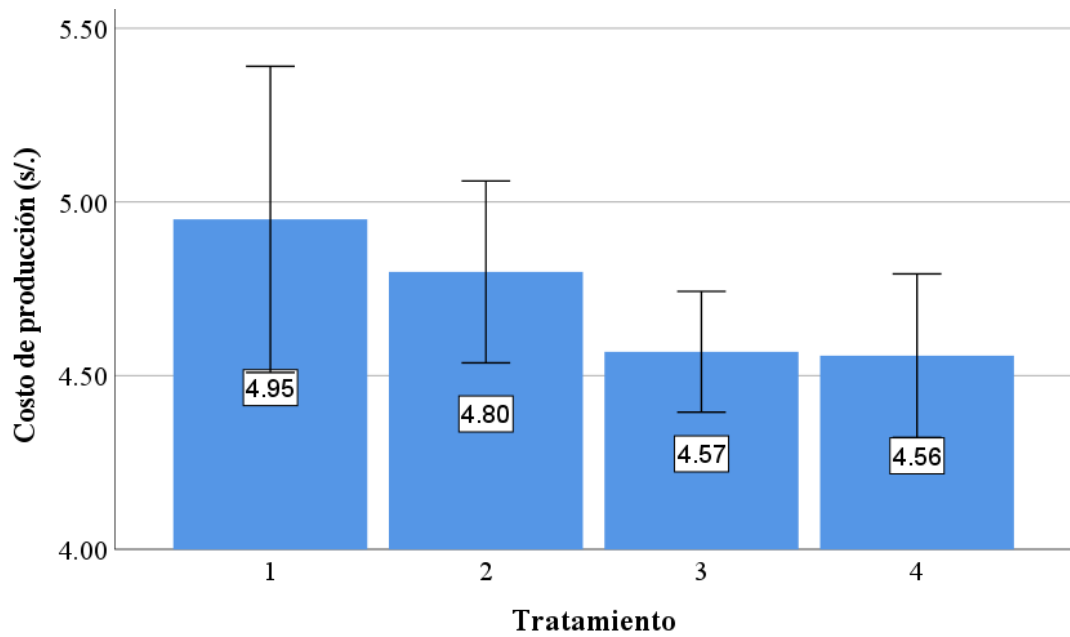
Comparación de medias de índice morfológico del huevo



Según la figura 11, se define mediante la prueba ANOVA que la inclusión de sustrato gluconeogénico en la alimentación de gallinas de postura no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la ganancia de peso medio en gallinas ( $p=0.138$ ).

**Figura 12.**

Comparación de medias de costo de producción



Según la figura 12, se define mediante una comparación de medias que la adición de sustrato gluconeogénico en la dieta de gallinas de postura, tiene un efecto positivo, disminuyendo el costo de producción por kg de huevo.