

**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  
INGENIERA ZOOTECNISTA**

**USO DE HARINA DE ALFALFA Y UN COMPLEJO  
MULTI ENZIMÁTICO EN EL DESEMPEÑO DE  
GALLINAS PONEDORAS**

**Autora:**

**Bach. Carlita Gomez Cachay**

**Asesor:**

**Dr. Segundo José Zamora Huamán**

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

**CHACHAPOYAS – AMAZONAS**

**2022**

# 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 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): Gomez Cachay Carlita  
DNI N°: 70071458  
Correo electrónico: 7007145861@untrm.edu.pe  
Facultad: Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agropecuarias 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**  
USO DE HARINA DE ALFALFA Y UN COMPLEJO MULTIENZIMÁTICO EN EL RESEMPERO DE GALLINAS PONEDORAS

**3. Datos de asesor 1**  
Apellidos y nombres: Zamora Huaman Segundo Jose  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 40524242  
Open Research and Contributor-ORCID ( <https://orcid.org/0000-0002-9670-0970> )

**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-Inmunología)**  
[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde\\_ford.html](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html)

**5. Originalidad del Trabajo**  
Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autorestas) 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, 05, Diciembre, 2022

[Firma]  
Firma del autor 1

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

[Firma]  
Firma del Asesor 1

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

## **DEDICATORIA**

Este informe de tesis está dedicado a Dios y a mis padres que me dieron la existencia y en ella la capacidad de superarme en este camino arduo de la vida y a mis hermanas (o), familiares y amigos que estuvieron día a día apoyándome, para poder realizar esta Tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos por el camino del bien a lo largo de nuestra existencia, por ser mi fortaleza espiritual en los momentos de dificultad y debilidad.

De manera infinita agradezco a mis padres: Antonio y Teonila, por ser mis principales promotores de cumplir este objetivo, por apoyarme de manera económica y moral, por brindarme su afecto y cariño sin importar la distancia que nos separe.

Agradezco a mis hermanas (o): Leidi, Elizabeth, Lilia y Neiser, por haberme brindado siempre su compañía incondicional en los buenos y malos momentos, por brindarme consejos y sobre todo por haber confiado en mis expectativas.

Un agradecimiento infinito al Dr. Segundo José Zamora Huamán, por permitir ser parte de este proyecto y por todo su tiempo dedicado en asesorarme para realizar todas las actividades experimentativas y la elaboración de este informe de Tesis.

Agradezco a los encargados de la Estación Ganadera Experimental Chachapoyas-UNTRM y a los profesionales que laboran en el Laboratorio de Alimentación y Nutrición, por haberme brindado su apoyo intelectual durante el desarrollo de las actividades experimentativas.

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

Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA  
**RECTOR**

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA  
**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

Dr. OSCAR ANDRES GAMARRA TORRES  
**VICERRECTOR ACADÉMICO**

M. Sc. Nilton Luis Murga Valderrama  
**DECANO(e) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,  
AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA**

## 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 3-L

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

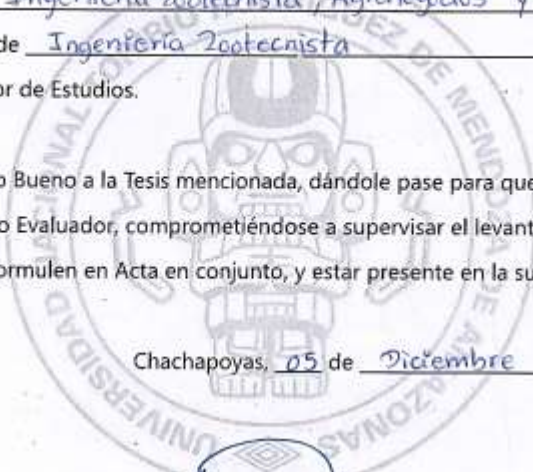
El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada USO DE HARINA DE ALFALFA Y UN COMPLEJO MULTIENZIMÁTICO EN EL DESEMPEÑO DE GALLINAS PONEDORAS. del egresado Carlita Gomez Cachay de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agonegocios 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, 05 de Diciembre de 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Segundo José Zamora Huamán



## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



---

Ing. Nelson Oswaldo Pajares Quevedo

**PRESIDENTE**



---

Mg. Jonathan Alberto Campos Trigos

**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:

USO DE HARINA DE ALFALFA Y UN COMPLEJO MULTIENTZIMÁTICO EN EL DESEMPEÑO DE GALLINAS PONEDORAS

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) CARLITA GOMEZ CACHAY

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA ZOOTECNISTA

con correo electrónico institucional 7007146861@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, 02 de Noviembre del 2022

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

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 22 de Noviembre del año 2022, siendo las 10:00 horas, el aspirante: Carlita Gomez Carbay, asesorado por Segundo José Zamora Huamán defiende en sesión pública presencial () / a distancia ( ) la Tesis titulada: USO DE HORINA DE ALFALFA Y UN COMPLEJO MULTIENZIMÁTICO EN EL DESEMPEÑO DE GALLINAS PONEDORAS, para obtener el Título Profesional de INGENIERO POSTECNISTA a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:



Presidente: Nelson Osvaldo PASARES QUEVEDO

Secretario: JONATHAN ALBERTO CAMPO TAJICO

Vocal: CESAR AUGUSTO MORAUI CARRERA

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Maternal 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 12:00 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

<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....</b>	<b>v</b>
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS .....</b>	<b>vi</b>
<b>JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....</b>	<b>vii</b>
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Parámetros de selección.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. Variables de estudio. ....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1. Variable Independiente: .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2. Variable Dependiente: .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3. Diseño experimental.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4. Elaboración, análisis y manejo de dietas experimentales. ....</b>	<b>20</b>
<b>2.5. Métodos. ....</b>	<b>21</b>
<b>2.6. Parámetros evaluados.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.1. Índices productivos. ....</b>	<b>22</b>

2.6.1.1.	Consumo de alimento (CA).	22
2.6.1.2.	Producción de huevo (PH).	22
2.6.1.3.	Masa de huevo (MH).	22
2.6.1.4.	Eficiencia alimenticia (EA).	23
2.6.1.5.	Ganancia de peso en gallinas (GP).	23
2.6.2.	Calidad del huevo.	23
2.6.2.1.	Peso promedio del huevo (WH).	23
2.6.2.2.	Peso de yema, albumen y cáscara (PY, PA, PC).	23
2.6.2.3.	Potencial de Hidrógeno (pH).	23
2.6.2.4.	Grosor de cáscara (GC).	24
2.6.2.5.	Color de yema (CY).	24
2.6.3.	Determinación de parámetros bioquímicos en sangre.	24
2.6.4.	Evaluación sensorial.	25
2.7.	Análisis de datos.	25
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>26</b>
3.1.	Parámetros productivos.	26
1.1.	Calidad de huevo.	29
3.2.	Análisis Sensorial.	38
3.3.	Análisis bioquímicos en sangre.	40
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIONES</b>	<b>43</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>46</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>47</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dietas experimentales y composición calculada.....	21
Tabla 2. Parámetros productivos con la inclusión de 4% y 8% de alfalfa y un complejo multi enzimático en dietas de gallinas ponedoras. ....	26
Tabla 3. Calidad de huevo evaluado en albumen de huevo con la adición de HA y CE. ....	29
Tabla 4: Calidad de yema de huevo con la adición de HA y CE. ....	30
Tabla 5. Características evaluadas de la cáscara del huevo con la adición de HA y CE .....	34
Tabla 6. Valores estadísticos de las características sensoriales de los huevos (color, aroma, flavor y aceptabilidad). ....	38
Tabla 7. Valores estadísticos de colesterol y triglicéridos realizado en los 8 tratamientos. ....	41
Tabla 8. Peso del huevo. ....	51
Tabla 9. Grosor de cáscara .....	51
Tabla 10. Resistencia Ruptura.....	52
Tabla 11. Peso de yema.....	52
Tabla 12. Resistencia Ruptura.....	53
Tabla 13. Peso de yema.....	53
Tabla 14. Color de yema L*.....	54
Tabla 15. Color de yema a* .....	54
Tabla 16. Color de yema b* .....	55
Tabla 17. Producción de huevo.....	55
Tabla 18. Consumo de alimento. ....	56
Tabla 19. Conversión.....	56
Tabla 20. Masa de huevo. ....	57
Tabla 21. Resultados sensorial (Color). ....	57
Tabla 22. Resultado sensorial (Aroma).....	57
Tabla 23. Resultado sensorial (Flavor). ....	58
Tabla 24. Resultado sensorial (Aceptabilidad).....	58
Tabla 25. Resultado bioquímico (Colesterol). ....	59
Tabla 26. Resultado bioquímico (Triglicéridos).....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Porcentaje de postura. ....	27
<b>Figura 2.</b> Consumo de alimento.....	27
<b>Figura 3.</b> Masa del huevo.....	28
<b>Figura 4.</b> Conversión alimenticia.....	28
<b>Figura 5.</b> Peso del albumen del huevo.....	30
<b>Figura 6.</b> Potencial de hidrógeno del albumen. ....	30
<b>Figura 7.</b> Peso de la yema del huevo (g).....	32
<b>Figura 8.</b> Color de yema L*.....	32
<b>Figura 9.</b> Color de yema a*.....	33
<b>Figura 10.</b> Color de yema b*.....	33
<b>Figura 11.</b> Potencial de hidrógeno de la yema del huevo.....	34
<b>Figura 12.</b> Peso de la cáscara del huevo (g).....	36
<b>Figura 13.</b> Grosor de la cáscara del huevo (mm).....	36
<b>Figura 14.</b> Peso de los huevos (g).....	37
<b>Figura 15.</b> Resistencia del huevo a la ruptura.....	37
<b>Figura 16.</b> Gravedad específica del huevo.....	38
<b>Figura 17.</b> Característica sensorial (color).....	39
<b>Figura 18.</b> Característica sensorial (aroma).....	39
<b>Figura 19.</b> Característica sensorial (flavor).....	40
<b>Figura 20.</b> Característica sensorial (aceptabilidad).....	40
<b>Figura 21.</b> Análisis bioquímico en sangre (colesterol).....	42
<b>Figura 22.</b> Contenido de triglicéridos totales en sangre.....	42

## RESUMEN

Este trabajo de investigación fue realizado con la finalidad de evaluar el uso de harina de alfalfa y un complejo multi enzimático en el desempeño de gallinas ponedoras, el tamaño de muestra que se considero es de 120 aves teniendo en cuenta el peso vivo de  $1.74 \pm 0.14$  Kg. se empleó un diseño en bloques completos al azar con 8 tratamientos incluido el testigo, cada tratamiento está dividido en 5 repeticiones y cada repetición abarca 3 aves. El objetivo fue comparar el desempeño productivo, la calidad de huevo, parámetros bioquímicos en sangre y el análisis sensorial de los huevos teniendo en cuenta la inclusión de (4% y 8% de harina de alfalfa con o sin enzima) en la dieta formulada. Después de haber realizado la investigación, se obtuvo mejores resultados de postura en los tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T7 y T8 a excepción del T6 que tuvo algunas deficiencias productivas.

Los resultados fueron favorables en cuanto a la calidad de huevo, se obtuvo yemas con un color amarillo que es más deseable por los consumidores, las cáscaras son más resistentes a la ruptura y huevos con un mayor peso.

Los resultados de análisis sensorial que se realizó con catadores han presentado valores que no presentan diferencias significativas en características como; flavor, color y aroma a excepción de la aceptabilidad que si presentó una pequeña diferencia en los resultados obtenidos.

En cuanto a los análisis bioquímicos en sangre tuvo efecto significativo la inclusión de 4% y 8% de alfalfa en la dieta de las gallinas, porque se obtuvo una disminución en los niveles de colesterol con 8% de alfalfa y una disminución de los niveles de triglicéridos con 4% de alfalfa.

Para evaluar los resultados se realizó el análisis de varianza en base al modelo lineal general en el paquete informático SPSS versión 25 y al 5% de significancia

**Palabras claves:** harina de alfalfa, complejo multi enzimático, desempeño productivo, calidad de huevo, análisis sensorial, parámetros bioquímicos en sangre.

## ABSTRACT

This research work was carried out with the purpose of evaluating the use of alfalfa flour and a multi-enzyme complex in the performance of laying hens, the sample size considered is 120 birds, taking into account the live weight of  $1.74\pm 0.14$  Kg. A randomized complete block design was used with 8 treatments including the control, each treatment is divided into 5 repetitions and each repetition covers 3 birds. The objective was to compare the productive performance, egg quality, biochemical parameters in blood and sensory analysis of eggs taking into account the inclusion of (4% and 8% alfalfa flour with or without enzyme) in the formulated diet. After having carried out the investigation, better posture results were obtained in the treatments: T1, T2, T3, T4, T5, T7 and T8, with the exception of T6, which had some productive deficiencies.

The results were favorable in terms of egg quality, yolks with a yellow color were obtained, which is more desirable by consumers, the shells are more resistant to breaking and eggs with a greater weight.

The results of sensory analysis that was carried out with tasters have presented values that do not present significant differences in characteristics such as; flavor, color and aroma except for the acceptability that if I present a small difference in the results obtained.

Regarding the biochemical analyzes in blood, the inclusion of 4% and 8% of alfalfa in the diet of the hens had a significant effect, because a decrease in cholesterol levels was obtained with 8% of alfalfa and a decrease in the levels of triglycerides with 4% alfalfa.

To evaluate the results, the analysis of variance was carried out based on the general linear model in the SPSS version 25 software package and at 5% significance.

**Keywords:** alfalfa meal, multi-enzyme complex, productive performance, egg quality, sensory analysis, biochemical parameters in blood.

## I. INTRODUCCIÓN

El sector avícola es factor clave para el desarrollo del Perú, está en constante crecimiento (responsable del 65% de la ingesta de proteína de origen animal), representa el 28% del total de la producción agropecuaria del país. En los últimos años ha crecido a una tasa de 7.8% anual. Sin embargo el hecho de tener que importar la mayor parte de los insumos relacionados con su alimentación, reta siempre a mejorar su productividad para ser más competitivos (APA, 2016).

Según la FAO (2017) la avicultura en el mundo es manejada mediante una amplia gama de sistemas de producción, las aves comerciales para la producción de huevos y carne requieren un balance de nutrientes según su fisiología. Las limitaciones en alimentación en los países de desarrollo son el desconocimiento y variabilidad en composición nutricional de insumos disponibles.

En la industria avícola los costos de alimentación son fundamentales para mantener la rentabilidad del sistema productivo, las raciones son formuladas a mínimo costo, por lo tanto la relación entre aporte nutricional y precio es de vital importancia al momento de elegir insumos para formular dietas.

Los elevados precios nacionales e internacionales alcanzados por los granos y oleaginosas podían mostrar algunas fluctuaciones. Se estima que en el futuro sus valores seguirán siendo altos. Esta situación genera un efecto muy significativo en los costos de alimentación de las aves y esto motiva a los nutricionistas a buscar con mayor empeño, alternativas que permitan mejorar la eficiencia en el uso de las raciones (Chartin et al., 2005).

La alfalfa (*Medicago sativa L.*), es la especie forrajera más popular alrededor del mundo, debido a su habilidad de adaptación. Según FAO (2016), los principales países que exportan harina de alfalfa y pellet son España, USA, Sudán, Francia e Italia. Posee muchas ventajas: contiene más contenido de proteína (> 2400 Kg por hectárea) y otros nutrientes (vitaminas) comparado con soya debido a un sistema radicular especializado; comparado con otros cultivos presenta ventajas medioambientales relacionado con versatilidad debido a que se adapta a diversos climas y en mayoría de suelos; es cultivo fijador de nitrógeno (menos fertilización química); necesita un menor uso de pesticidas, persistencia de insectos benéficos (abejas) y el cultivo persiste por más de 3 años (McCullough, 2019). De alto contenido proteico (17.5 – 20.0%), energía, calcio, vitaminas y bajos costos de producción (Laudadio et al.,



2014; Tufarelli et al., 2018). Posee elevado contenido de fibra (celulosa), beta – carotenos, xantofilas, antioxidantes y otros componentes que intervienen en la pigmentación de la yema (Shi et al., 2014), además de ser una fuente importante de aminoácidos, ácidos grasos mono y poli insaturados, vitaminas (en especial vitamina A), minerales y ácidos orgánicos (Gaweł & Grzelak, 2012). Sin embargo, la alfalfa contiene factores anti – nutricionales que restringen su uso (alto contenido de fibra y bajo contenido de energía), debido a que interfieren en la digestión de las aves, tales como: celulosa, saponinas,  $\beta$  - glucanos y xilanos (Laudadio et al., 2014; Mourão et al., 2006). Recientemente evidencias confirman que la alfalfa contiene elevadas cantidades de fibra dietética, que podría beneficiar en el desarrollo del intestino, su micrositio y con ello en el bienestar de las aves (Guo et al., 2016).

Investigaciones relacionadas con el uso de alfalfa en la alimentación de pollos de engorde (0%-4%) no tuvieron efectos negativos sobre los parámetros evaluados ( $p < 0.05$ ) (Sánchez, 2022, El Kelawy et al, 2018). Por otro lado, Suwignyo y Sasongko, 2019 encontraron mejores rendimientos (ganancia de peso y consumo) al adicionar alfalfa fresca (6%) comparado con heno de alfalfa en patos híbridos.

En el caso de las aves, están incapacitadas de digerir polisacáridos no amiláceos (PNAs). El uso de enzimas exógenas usados en alimentos como la alfalfa podría disminuir sus efectos anti nutricionales, según Bedford, M. R. & Partridge, G. G. (2010).

Ávila (1997) indica, que la harina de alfalfa tiene una alta cantidad de la proteína excelente y solo es deficitaria en metionina, su uso en la alimentación de las aves es debido al elevado contenido de fibra, que se refleja en un bajo nivel de energía, recomienda utilizar hasta un 5 % de la ración, porque es indispensable para el buen funcionamiento de su organismo.

El uso de enzimas en la dieta permiten mejorar el valor nutricional de los insumos utilizados en las dietas al liberar nutrientes y potenciar los valores energéticos y nutritivos de insumos considerados de menor calidad (Bedford & Partridge, 2010). Las enzimas contribuyen a reducir la excreción de algunos nutrientes, disminuyendo así el impacto sobre el medio ambiente y a mantener los niveles de producción intensiva en niveles rentables (Bedford & Partridge, 2010).

La utilización de enzimas en el alimento no es reciente, el mundo occidental ya usaba enzimas de tipo microbiano de manera industrial. La mayoría de enzimas usadas provienen de *Aspergillus*, celulasas y hemicelulasas provienen de *Trichoderma*.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Parámetros de selección.

Las aves fueron seleccionadas con un peso promedio de  $1.79 \pm 0.14$  kg, en edades de 30 semanas de vida y en etapa de postura, con buen estado sanitario.

### 2.2. Variables de estudio.

#### 2.2.1. Variable Independiente:

- Niveles de uso de harina de alfalfa (4% y 8%).
- Uso del complejo multienzimático (con y sin enzima).

#### 2.2.2. Variable Dependiente:

- Parámetros de producción: porcentaje de postura, masa de huevo, conversión alimenticia y consumo de alimento.
- Calidad de huevos: peso de yema y albumen, pH de albumen y yema, color de yema, peso y grosor de cáscara, resistencia a la ruptura.
- Parámetros bioquímicos en sangre: Triglicéridos y Colesterol.
- Análisis sensorial de huevo: aroma, flavor, color y aceptabilidad

### 2.3. Diseño experimental.

Durante la etapa experimental, se utilizó 8 tratamientos incluido el testigo, 5 repeticiones por tratamiento y cada repetición incluyó 3 aves, en total 120 aves (HY LINE).

Tratamiento 1: Dieta control, con 4% de HA, sin uso de complejo de enzimas (T1).

Tratamiento 2: Dieta control + 4% de HA + 50g/TM de complejo de enzimas, sin uso de matriz (T2).

Tratamiento 3: 4% de HA + 50g/TM de complejo de enzimas, uso de matriz (T3).

Tratamiento 4: T3 + sin uso de complejo de enzimas (control negativo de T3) (T4)

Tratamiento 5: Dieta control, con 8% de HA, sin uso de complejo de enzimas (T5).

Tratamiento 6: Dieta control + 8% de HA + 50g/TM de complejo de enzimas, sin uso de matriz (T6).

Tratamiento 7: 8% de HA + 50g/TM de complejo de enzimas, uso de matriz (T7).

Tratamiento 8: T3 + sin uso de complejo de enzimas (control negativo de T7) (T8)

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

Todas las dietas fueron formuladas en base a maíz-soya, teniendo en cuenta las necesidades nutricionales de aves según National Research Council (NRC, 1994) con niveles 15.20 – 16.00% de proteína bruta y 2.70 – 2.85 Mcal de energía metabolizable (EM) por kilo de alimento y ofrecidas durante 60 días con 14 días de adaptación. La harina de alfalfa y las dietas fueron analizadas en base a la composición proximal según AOAC (1990). El alimento y agua se proporcionarán a voluntad durante todo el experimento. El período y el régimen de luz fueron de 13 h de luz continua por día (1 h de luz artificial). La Tabla 1 muestra las dietas a ser usadas en la alimentación de gallinas, así como su composición calculada.

**Tabla 1. Dietas experimentales y composición calculada.**

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Maíz amarillo	55,07	55,07	57,35	57,35	56,00	56,00	58,29	58,29
Afrecho trigo	5,00	5,00	5,00	5,00	0,62	0,62	0,00	0,00
Soya torta	21,16	21,16	21,52	21,52	20,63	20,63	21,72	21,72
Alfalfa	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Lisina	0,02	0,02	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00
DL-Metionina	0,22	0,22	0,17	0,17	0,22	0,22	0,17	0,17
Treonina	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Fosfato Di Ca	1,93	1,93	1,08	1,08	1,94	1,94	1,09	1,09
Carbonato Ca	9,40	9,40	9,58	9,58	9,26	9,26	9,44	9,44
Aceite de soya	2,41	2,41	0,50	0,50	2,50	2,50	0,50	0,50
Enzima <sup>1</sup>	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Premezcla <sup>2</sup>	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Valor nutricional calculado (%)								
Proteína total	15,57	15,57	16,30	16,30	15,34	15,34	16,30	16,30
E.M <sup>3</sup> .(Mcal/kg	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Fibra cruda	3.39	3.39	3.46	3,46	3,87	3,87	3,92	3,92
Lisina	0,71	0,71	0,74	0,74	0,71	0,71	0,76	0,76
Metionina	0,43	0,43	0,41	0,41	0,44	0,44	0,41	0,41
M+C <sup>4</sup>	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,650	0,650
Fósforo disp.	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Calcio	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,200	4,200

<sup>1</sup>Enzima: Precizyon X 50 contiene 12 x 10<sup>6</sup> U Amilasa; 2 x 10<sup>6</sup> U Xilanasas; 80 x 10<sup>6</sup> U celulasa; 75 x 10<sup>4</sup> UI β glucanasa; 25 x 10<sup>3</sup> UI mananasa; 8000 UI pectinasa; 14 x 10<sup>4</sup> HUT proteasa; 10<sup>6</sup> FTU fitasa; 10000 U galactosidasa

<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; 4,5 g zinc; <sup>3</sup> EM: energía metabolizable; 4 M+C: metionina más cisteína.

## 2.5. Métodos.

Las aves fueron alojadas en baterías de 3 pisos de metal galvanizado, con dimensiones de 40cm de altura, 50cm de ancho y 60 cm de largo, la cual contaba con comederos

líneales y bebederos automáticos tipo niple. El alimento se suministró dos veces al día, y agua limpia de manera libre.

Los datos fueron registrados de manera diaria en un cuaderno de apuntes, el peso de las aves cada 15 días, la actividad fue realizada los días lunes a las 7 am (en ayunas), se utilizó una balanza de plataforma eléctrica modelo BB6, marca YZH de 100 Kg de capacidad.

## **2.6. Parámetros evaluados.**

### **2.6.1. Índices productivos.**

#### **2.6.1.1. Consumo de alimento (CA).**

Al final de cada semana (lunes) se realizó mediante la diferencia entre lo entregado y el sobrante. Se realizó desde la semana 30 hasta la semana 38. El resultado fue dividido entre el número de aves en cada jaula y expresado en gramos por ave por día (Itza y Ciro, 2016).

#### **2.6.1.2. Producción de huevo (PH).**

Se evaluó diariamente, desde la semana 30 hasta la semana 38 de edad, al dividir el número total de huevos puestos por ave que se obtienen por jaula y por semana entre el número de aves por jaula multiplicado por el número de días por semana, según Itza y Ciro (2016), y el resultado multiplicado por 100 (ec. 1). Los resultados están expresados en porcentaje.

$$\text{Producción por gallina al día} = \frac{\text{Cant.huevos semanal}}{\text{Gallinas alojadas} \times 7} \times 100 \quad (\text{ec.1})$$

#### **2.6.1.3. Masa de huevo (MH).**

Es el producto entre porcentaje de postura por tratamiento y el peso promedio de los huevos dividido por 100, según ecuación (2), propuesto por Itza y Ciro (2016). Se realizó dos veces por semana (martes y jueves) Los resultados fueron expresados en gramos.

$$\text{Masa de huevo (g)} = \frac{\% \text{postura} \times \text{peso promedio huevo (g)}}{100} \quad (\text{ec. 2})$$

#### **2.6.1.4. Eficiencia alimenticia (EA).**

La eficiencia alimenticia por masa de huevos fue calculada de manera semanal dividiendo el total de alimento consumido (kg) por jaula y el peso de huevos producidos (kg) en esa semana de acuerdo a la ec. 3.

$$\text{Eficiencia alimenticia (EA)} = \frac{\text{Peso total alimento consumido (kg)}}{\text{Peso total de huevos (kg)}} \quad (\text{ec. 3})$$

#### **2.6.1.5. Ganancia de peso en gallinas (GP).**

Se obtuvo los pesos iniciales de las gallinas por tratamiento (semana 30); se realizó el pesado cada dos semanas (32, 34, 36 y 38va semana) y ganancia de peso final (kg).

### **2.6.2. Calidad del huevo.**

#### **2.6.2.1. Peso promedio del huevo (WH).**

Los huevos se recolectaron los días miércoles y viernes de cada semana y en cantidad de tres huevos por jaula. Cada huevo fue pesado utilizando una balanza analítica, los resultados están expresados en gramos y reportados como el promedio por semana.

#### **2.6.2.2. Peso de yema, albumen y cáscara (PY, PA, PC).**

Los días miércoles y viernes de cada semana, 5 huevos por tratamiento fueron pesados; en un depósito se retiró la albúmina, la yema intacta se hizo rodar en papel toalla y fue pesada en una balanza electrónica de 0.01 - 2000 g (Modelo JA3000C, fabricante Xing Yun, China). De igual manera las cáscaras fueron lavadas y secadas en estufa (105° C x 24 h). Por diferencia de pesos se obtuvo el peso de albumen.

#### **2.6.2.3. Potencial de Hidrógeno (pH).**

Los días miércoles y viernes de cada semana, 5 huevos por tratamiento fueron evaluados los cambios en el pH de las yemas y albúminas obtenidas en un beaker de 500 ml. Para ello se utilizó un analizador de pH/ion portátil (modelo HI-99161, Hanna, RI, USA).

#### **2.6.2.4. Grosor de cáscara (GC).**

Primero las cáscaras fueron lavadas y secadas en estufa (105° C x 6 horas). Se midió en tres puntos de la región ecuatorial con el uso de micrómetro de precisión (0.01 g).

#### **2.6.2.5. Color de yema (CY).**

La medición de color se realizó según lo descrito por Chartrin *et al* (2005). Los parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma- $C^*$  y hue- $h^*$ ) se midieron con un colorímetro CR-400 (Konica Minolta Co., Ltd., Osaka, Japón). El color esta expresado como la diferencia de color total ( $\Delta E^*$ ), la que se calculó con la ecuación (5). Además, se realizó la medición con el abanico de color (DSM)

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

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 realizaron pruebas de color en dos posiciones diferentes de las partes de la yema.

#### **2.6.3. Determinación de parámetros bioquímicos en sangre.**

Los parámetros bioquímicos en sangre fueron evaluados con el fin de obtener resultados en cuanto a los niveles de colesterol total (CT) y triglicéridos totales (TT) en la yema del huevo. Las gallinas ponedoras ayunaron 12 h previo a la toma de muestra. Se realizó la colecta de 1 ml de sangre de la vena alar por cada ave (3 aves por tratamiento) en tubos heparinizados (color rojo). La sangre se centrifugó a 4500 rpm durante 5 minutos (Thermo Scientific, Alemania), el suero resultante se congeló a -20°C hasta su posterior procesamiento. Previo al análisis, los sueros fueron descongelados a temperatura ambiente, para luego ser llevados a 37° C (baño maría). Los valores de CT y TT se determinaron por el método enzimático-colorimétrico de acuerdo a Kaya et al. (2001). El análisis se realizó en base a las recomendaciones del fabricante (Laboratorios WienerLab Argentina), usando el espectrofotómetro UV visible (Genesys 10S, Thermo Scientific, USA) en el rango de 505 nm.



#### **2.6.4. Evaluación sensorial.**

Se realizó la evaluación de calidad sensorial a partir de muestras de huevo al final del periodo experimental. Para estas evaluaciones se siguió la metodología propuesta por Char et al., (2017) y Di Pierro et al., (2011) con modificaciones. Se utilizó un método de análisis descriptivo-cuantitativo, aplicado a un panel de 20 jueces semi - entrenados, conformado por estudiantes de los últimos ciclos y profesionales de las ciencias pecuarias y personal administrativo; en edades mayores a los 18 años; usando una pauta no estructurada de 0 a 15 cm (Anexo 1), y se evaluó color, aroma, flavor y aceptabilidad general.

Los huevos permanecieron en refrigeración y un día antes de la prueba fueron descongelados para ponerlos a hervir por 15 minutos y luego mantenerlos a 35°C (equipo de baño maría) antes de ser cortados en mitades y servidos. Cada parte por tratamiento, fue entregado a cada panelista, serán servidas en un recipiente de plástico desechable, sugiriendo al catador la ingesta de agua mineral sin gas y galleta sin sal, en el intervalo de cada degustación.

Para el aroma y flavor, se consideró una puntuación inferior a 7.5 como media aceptable; y para el color y aceptabilidad general, se consideró una puntuación sobre 7.5 como media aceptable, que va desde categorías como me gusta mucho hasta me desagrada mucho.

#### **2.7. Análisis de datos.**

Se empleo un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con ocho tratamientos incluido el testigo. Los tratamientos corresponden a la inclusión de diferentes niveles de HA en la dieta alimenticia de gallinas. La unidad experimental corresponde a un huevo. Se realizó el análisis de varianza (ANVA) en el paquete informático SPSS versión 25 y al 5% de significancia. De encontrarse diferencias significativas entre tratamientos, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Duncan (0,05).

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Parámetros productivos.

**Tabla 2.** Parámetros productivos con la inclusión de 4% y 8% de alfalfa y un complejo multi enzimático en dietas de gallinas ponedoras.

Tratamientos	Postura	Consumo (Kg/ave/d)	Masa	Conversión alimenticia
<b>T1</b>	92.02 <sup>ab</sup> ±7.88	0.108 <sup>bc</sup> ±0.002	54.19 <sup>b</sup> ±5.4	2.015 <sup>ab</sup> ±0.2
<b>T2</b>	93.57 <sup>a</sup> ±7.74	0.104 <sup>a</sup> ±0.004	53.64 <sup>b</sup> ±10.0	1.911 <sup>a</sup> ±0.2
<b>T3</b>	86.31 <sup>c</sup> ±12.45	0.109 <sup>c</sup> ±0.002	49.49 <sup>a</sup> ±7.6	2.260 <sup>d</sup> ±0.4
<b>T4</b>	87.26 <sup>bc</sup> ±11.17	0.108 <sup>bc</sup> ±0.003	51.65 <sup>ab</sup> ±7.7	2.133 <sup>bcd</sup> ±0.4
<b>T5</b>	86.07 <sup>c</sup> ±12.45	0.107 <sup>b</sup> ±0.003	50.80 <sup>ab</sup> ±7.6	2.150 <sup>bcd</sup> ±0.3
<b>T6</b>	81.07 <sup>d</sup> ±13.79	0.104 <sup>a</sup> ±0.005	48.17 <sup>a</sup> ±8.4	2.240 <sup>cd</sup> ±0.5
<b>T7</b>	87.02 <sup>bc</sup> ±9.02	0.109 <sup>c</sup> ±0.002	51.57 <sup>ab</sup> ±5.5	2.132 <sup>bcd</sup> ±0.3
<b>T8</b>	89.52 <sup>abc</sup> ±11.62	0.109 <sup>c</sup> ±0.002	53.52 <sup>ab</sup> ±7.4	2.080 <sup>bc</sup> ±0.4
<b>P</b>	<0.0001	<0.0001	0.0033	<0.0001

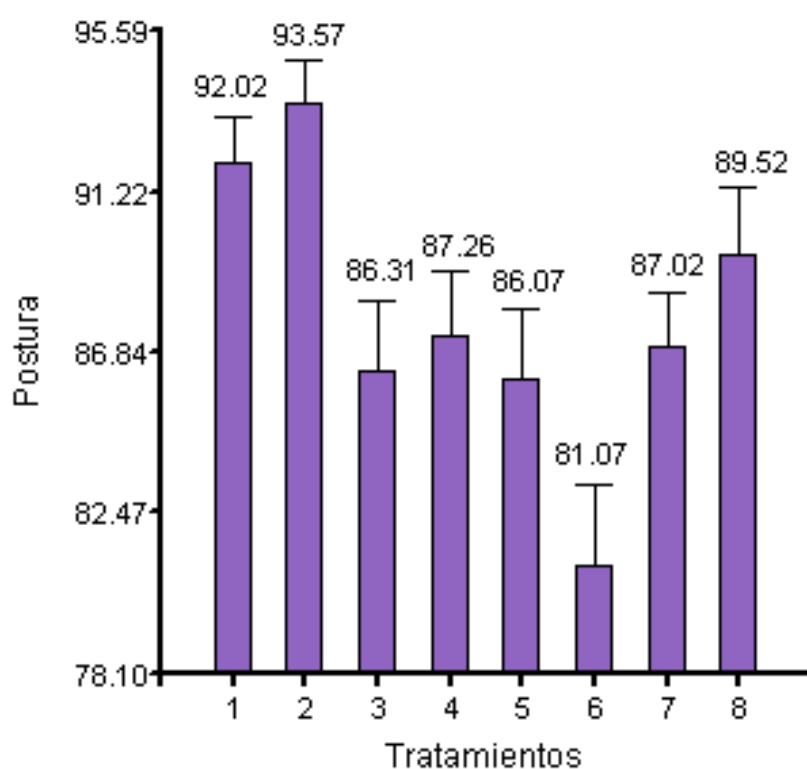
En la tabla 2, existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) respecto a la producción de huevo, siendo T1 y T2, valores con mayor producción de huevo (4% alfalfa) y T8 (8% de HA); en el T6 se encontró el menor valor en producción de huevo (81.07%), encontrándose valores desde 86.31 hasta 87.02 en los tratamientos desde T3 hasta T7, a excepción del T6.

Respecto al consumo del alimento, también se encontraron diferencias altamente significativas con mayores valores de consumo para los T1, T3, T4, T5, T7, T8 y valores menores de consumo en los T2 y T6 (0.104 kg)

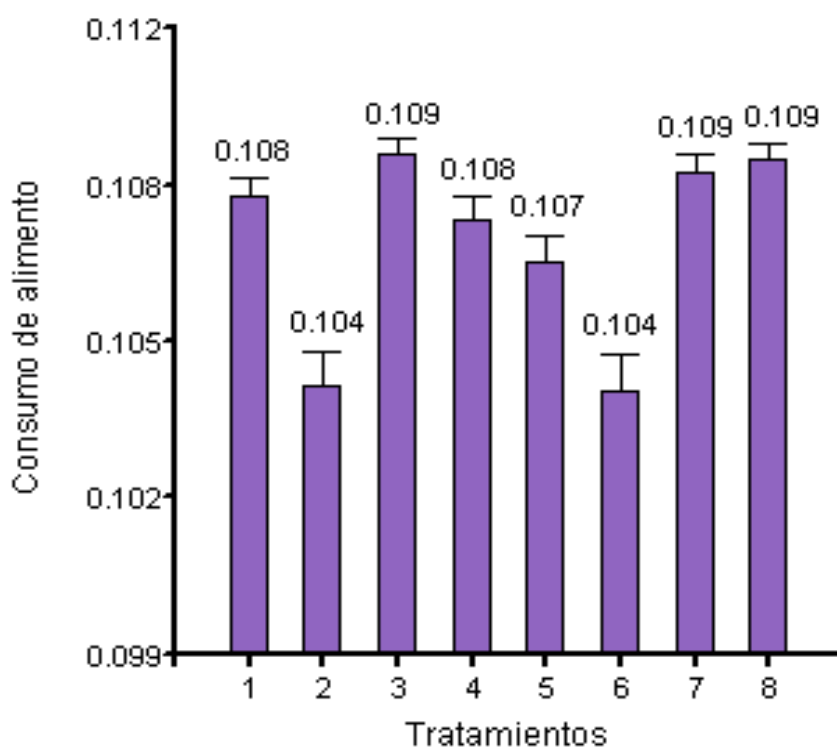
Para la masa del huevo se encontraron diferencias significativas para T1, T2, T4, T5, T7 y T8, encontrándose menores valores en el T3 (49.49) Y T6 (48.17).

Respecto a la conversión alimenticia, se pudo observar diferencias altamente significativas encontrando los mejores valores para los T1 y T2. Los mayores valores de conversión alimenticia para los T3, T4, T5, T6, T7 y T8. Se puede observar en los

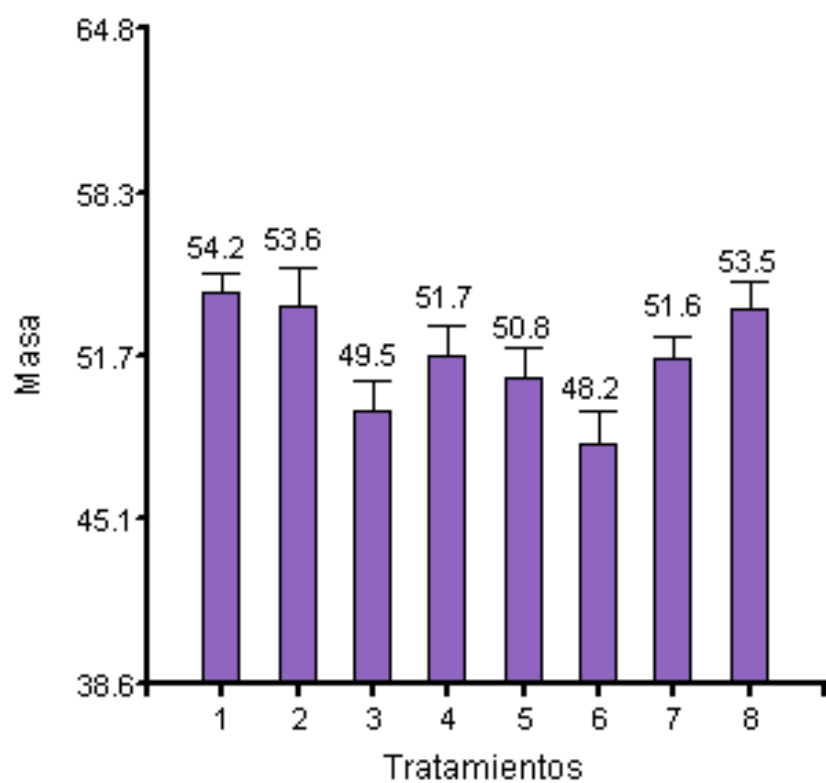
Figuras que a continuación se detallan:



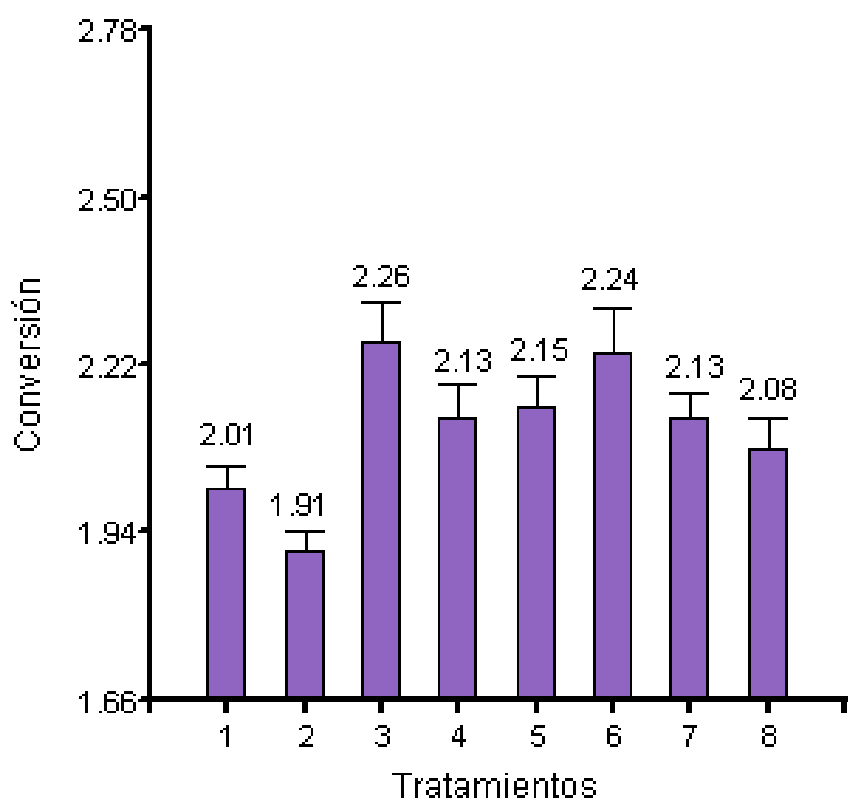
**Figura 1.** Porcentaje de postura.



**Figura 2.** Consumo de alimento.



**Figura 3.** Masa del huevo.



**Figura 4.** Conversión alimenticia.

### 3.2. Calidad de huevo.

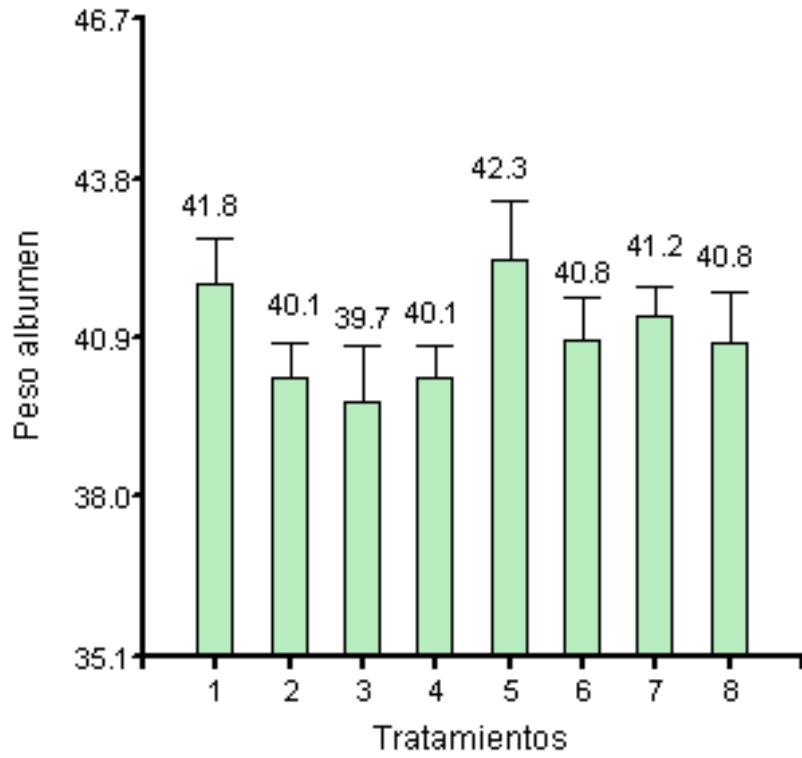
**Tabla 3.** Calidad de huevo evaluado en albumen de huevo con la adición de HA y CE.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Peso del albumen (g)</b>	<b>Potencial de hidrógeno (pH)</b>
<b>T1</b>	41.82±3.4	9.30±0.4
<b>T2</b>	40.11±2.3	9.23±0.5
<b>T3</b>	39.71±4.1	9.24±0.4
<b>T4</b>	40.15±2.0	9.24±0.6
<b>T5</b>	42.25±3.9	9.26±0.4
<b>T6</b>	40.82±3.1	9.26±0.4
<b>T7</b>	41.23±2.2	9.34±0.4
<b>T8</b>	40.78±3.4	9.21±0.4
<b>P</b>	0.3614	0.9851

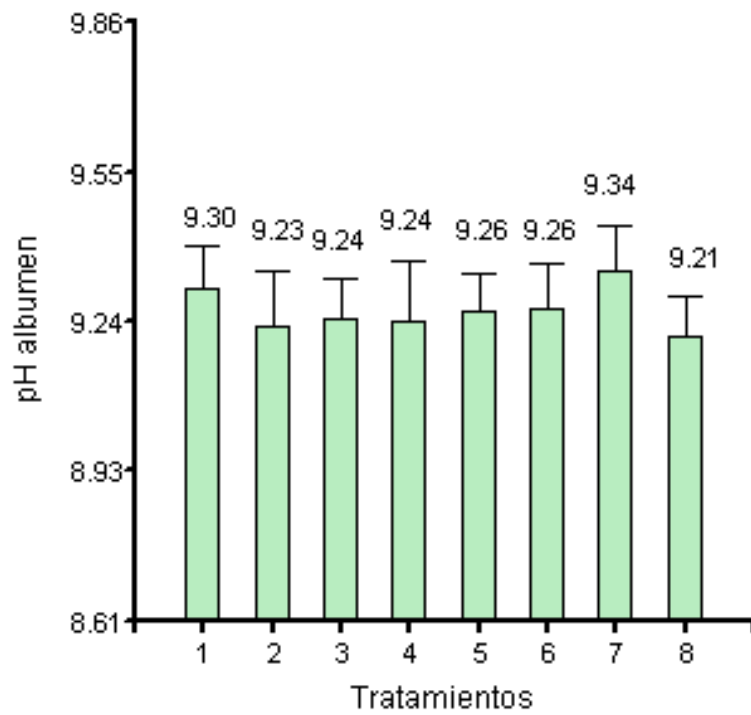
La Tabla 3 muestra que el peso de albumen no presenta diferencias significativas con valores desde 40.11 hasta 41.82.

En cuanto al potencial de hidrógeno no se encontraron diferencias significativas, el albumen presenta valores desde 9.31 hasta 9.34.

Se puede observar en los Figuras que a continuación se detallan.



**Figura 5.** Peso del albumen del huevo



**Figura 6.** Potencial de hidrógeno del albumen.

**Tabla 4:** Calidad de yema de huevo con la adición de HA y CE.

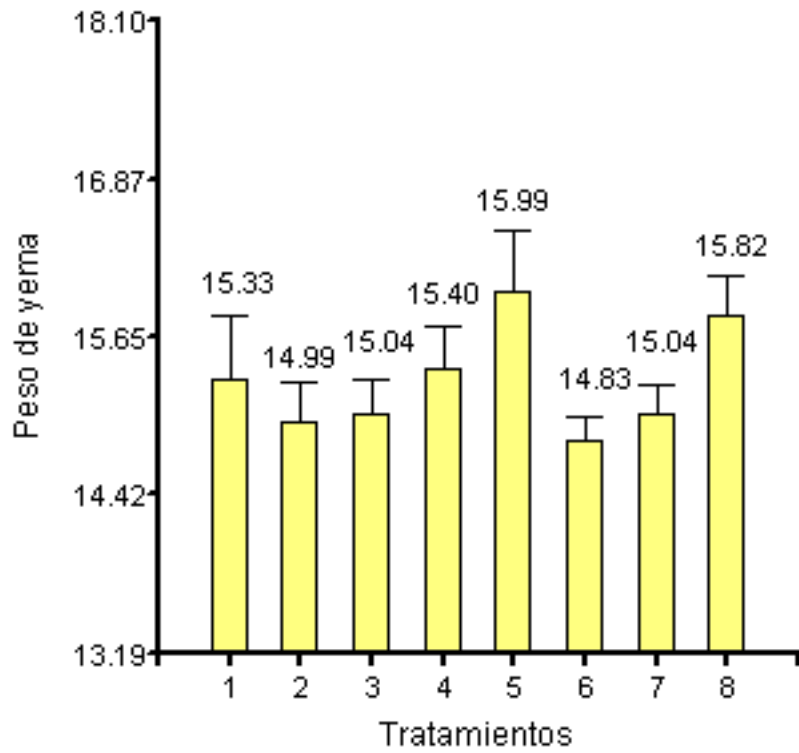
<b>ÍNDICE</b>	<b>Peso de yema</b>	<b>Color de yema L*</b>	<b>Color de yema a*</b>	<b>Color de yema b*</b>	<b>Potencial de hidrógeno</b>
<b>T1</b>	15.33±1. 9	61.55±3. 1	2.75b <sup>c</sup> ±2. 1	51.16±5. 3	6.47±0.3
<b>T2</b>	14.99±1. 1	61.38±3. 3	1.70 <sup>c</sup> ±2.5	53.19±4. 9	6.48±0.4
<b>T3</b>	15.04±1. 1	61.32±3. 0	4.15 <sup>ab</sup> ±2. 1	53.89±4. 6	6.59±0.5
<b>T4</b>	15.40±1. 2	61.42±2. 9	3.49 <sup>ab</sup> ±2. 6	53.96±5. 6	6.52±0.4
<b>T5</b>	15.99±1. 9	60.65±3. 1	4.06 <sup>ab</sup> ±2. 3	53.94±4. 6	6.69±0.4
<b>T6</b>	14.83±0. 8	61.24±3. 4	3.92 <sup>ab</sup> ±3. 3	54.33±5. 1	6.67±0.4
<b>T7</b>	15.04±0. 8	60.85±3. 2	3.95 <sup>ab</sup> ±2. 1	53.84±4. 9	6.63±0.4
<b>T8</b>	15.82±1. 9	61.26±3. 2	4.44 <sup>a</sup> ±2.2	55.03±4. 4	6.59±0.4
<b>P</b>	0.0701	0.9801	0.0002	0.3455	0.4137

Los resultados de peso de yema no presentan diferencias significativas entre todos los tratamientos.

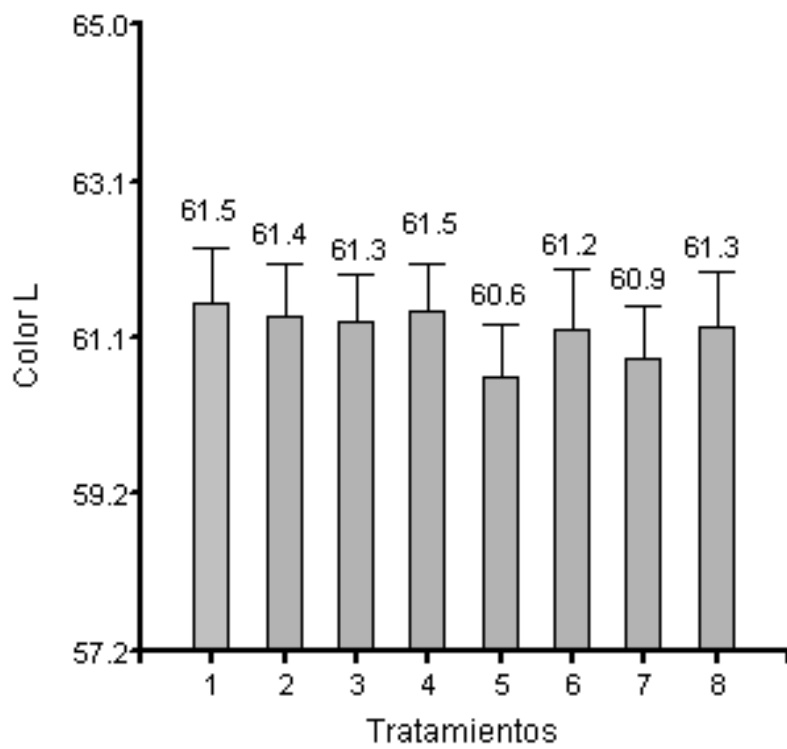
Respecto al espacio de color  $b^*$  y  $L^*$ , no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, excepto en el espacio  $a^*$  con menores valores para T1 (1.70) y T2 (2.75) respectivamente. Los tratamientos con similares características fueron del T3 hasta el T7 con valores entre 3.49 hasta 4.15 y el T8 con.

En cuanto al potencial de hidrógeno no se encontraron diferencias significativas, con valores entre 6.47 hasta 6.69,

Se puede observar en los Figuras que a continuación se detallan.

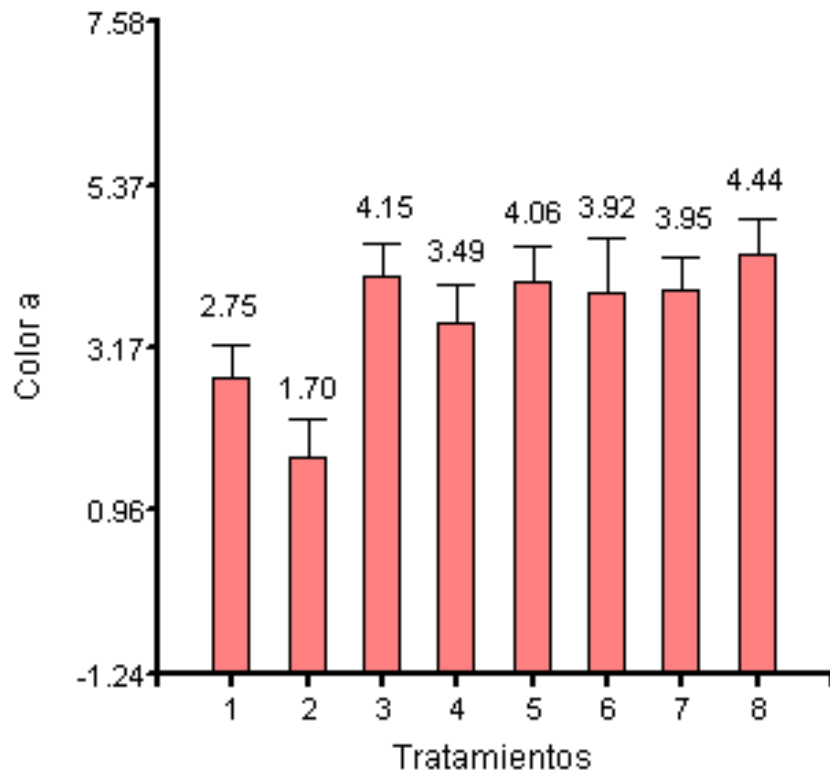


**Figura 7.** Peso de la yema del huevo (g).

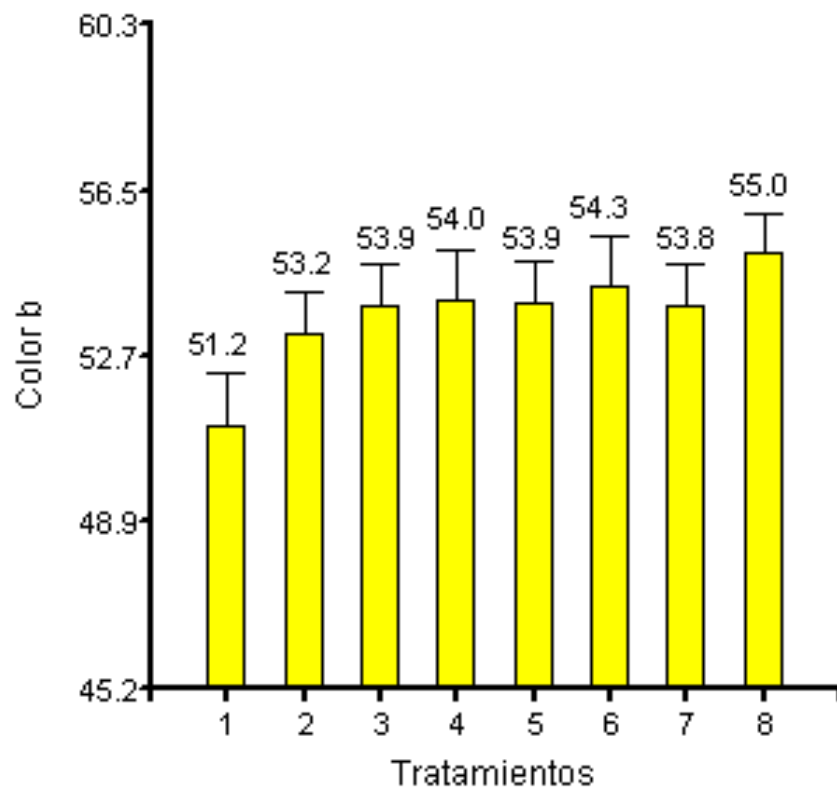


**Figura 8.** Color de yema L\*.

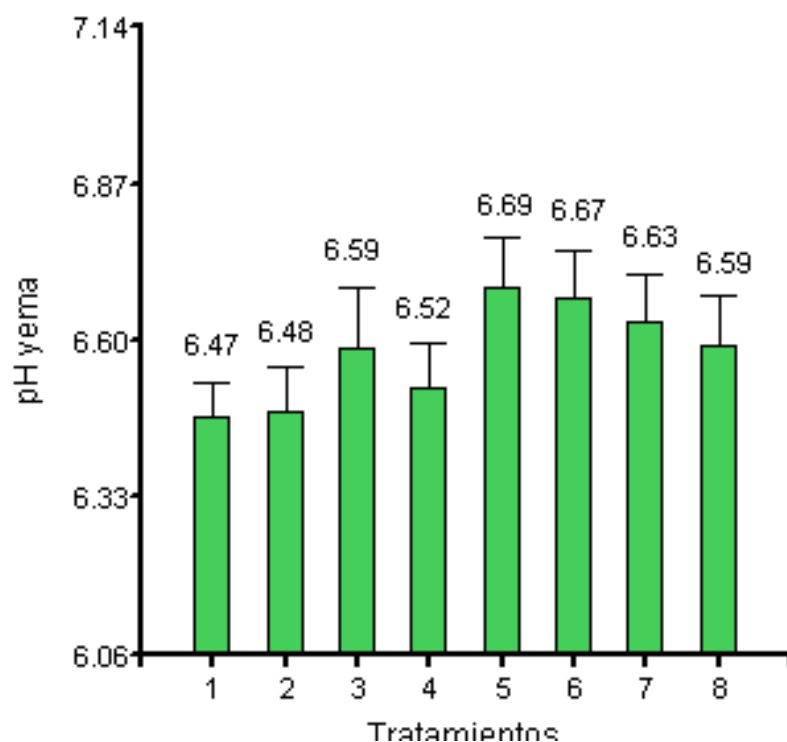




**Figura 9.** Color de yema a\*.



**Figura 10.** Color de yema b\*.



**Figura 11.** Potencial de hidrógeno de la yema del huevo.

**Tabla 5.** Características evaluadas de la cáscara del huevo con la adición de HA y CE

ÍNDICE	Peso de cáscara (g)	Grosor de cáscara (mm)	Peso de huevo (g)	Resistencia a ruptura (N)	Gravedad específica
<b>T1</b>	5.89±0.5	0.40±0.03	58.89±2.7	50.27±10.3	1.08±0.01
<b>T2</b>	5.43±0.5	0.40±0.03	58.95±2.3	62.72±0.0	1.08±0.01
<b>T3</b>	6.08±0.5	0.40±0.04	57.38±3.0	48.38±14.4	1.09±0.01
<b>T4</b>	5.97±0.4	0.41±0.02	59.11±2.3	46.92±11.7	1.08±0.01
<b>T5</b>	5.75±0.7	0.38±0.03	59.05±3.0	41.03±12.0	1.08±0.01
<b>T6</b>	5.87±0.6	0.42±0.04	59.43±3.4	43.72±11.9	1.08±0.01

<b>T7</b>	5.88±0.4	0.40±0.04	59.30±3.	46.00±14.9	1.08±0.01
			7		
<b>T8</b>	5.90±0.4	0.41±0.04	59.76±3.	48.43±14.2	1.09±0.01
			3		
<b>P</b>	0.0701	0.0542	0.0173	0.3349	0.4222

---

Respecto al peso del huevo se obtuvo una mínima diferencia, por que no se observa estadísticamente, encontrando mayores valores para los tratamientos que tienen mayor nivel de HA.

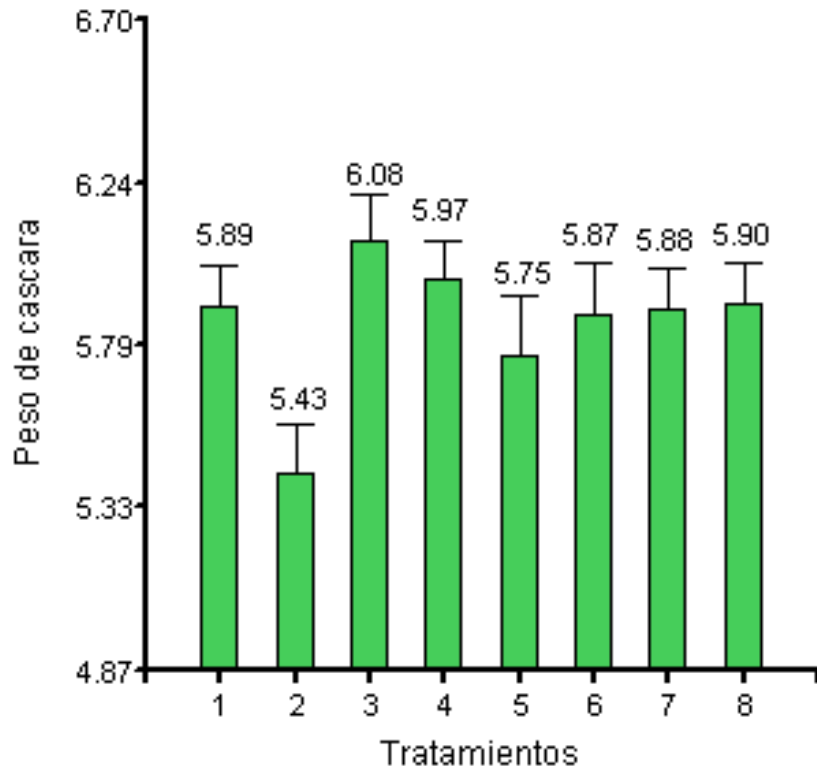
Los resultados de peso de cáscara no presentan diferencias significativas entre todos los tratamientos.

Respecto al grosor de cáscara, de igual manera no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

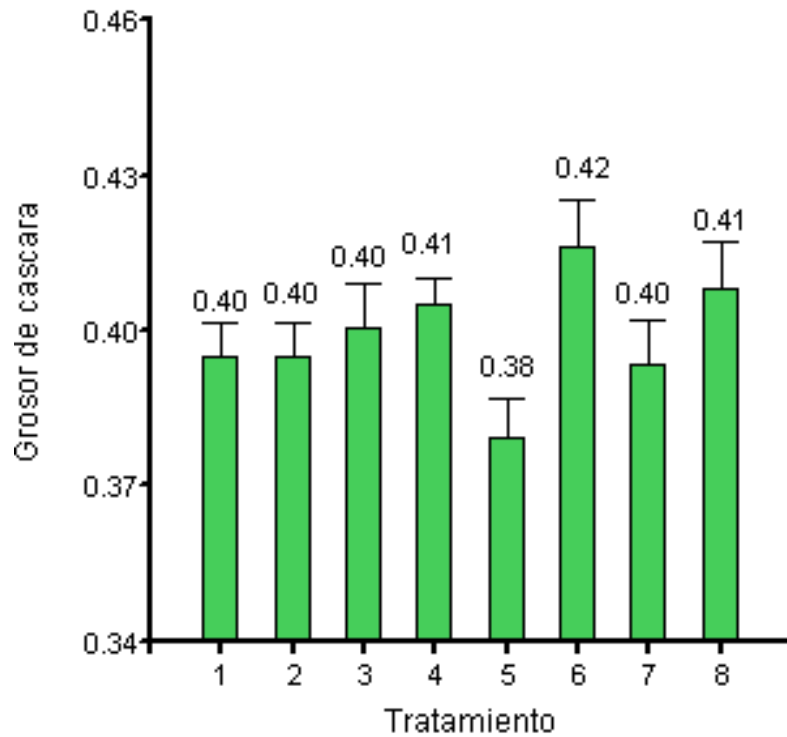
Respecto a la resistencia a la ruptura del huevo con la adición de HA y CE, no presentan diferencias significativas entre todos los tratamientos.

Los resultados de la gravedad específica no presenta diferencias en todos los tratamientos con la adición de HA y CE.

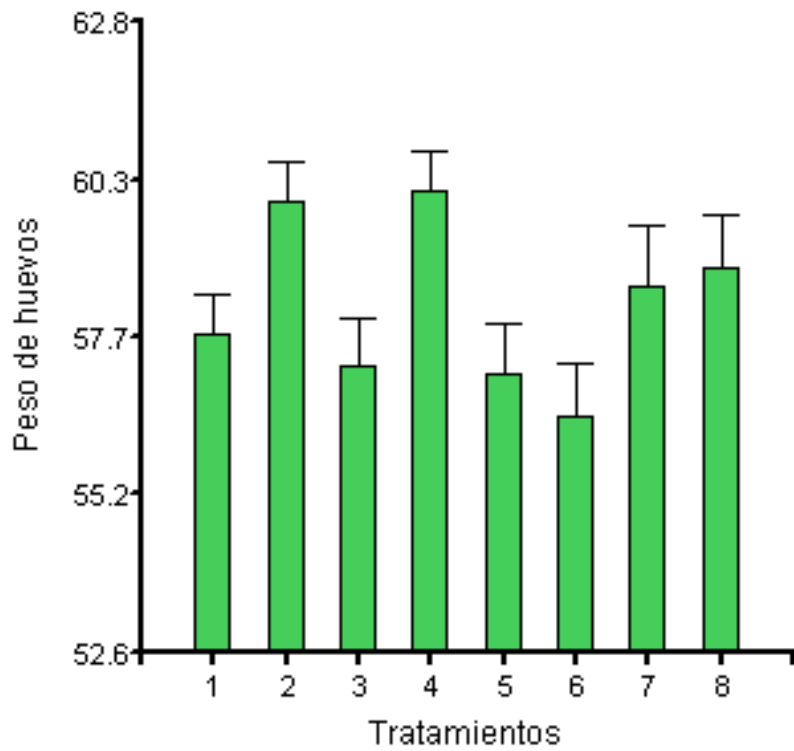
Se puede observar en los Figuras que a continuación se detallan.



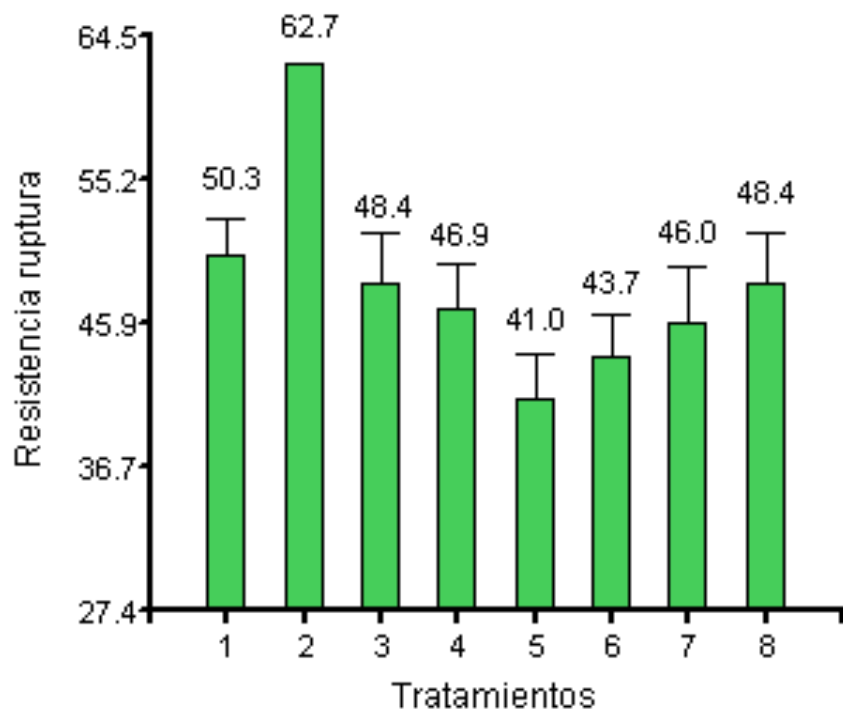
**Figura 12.** Peso de la cáscara del huevo (g).



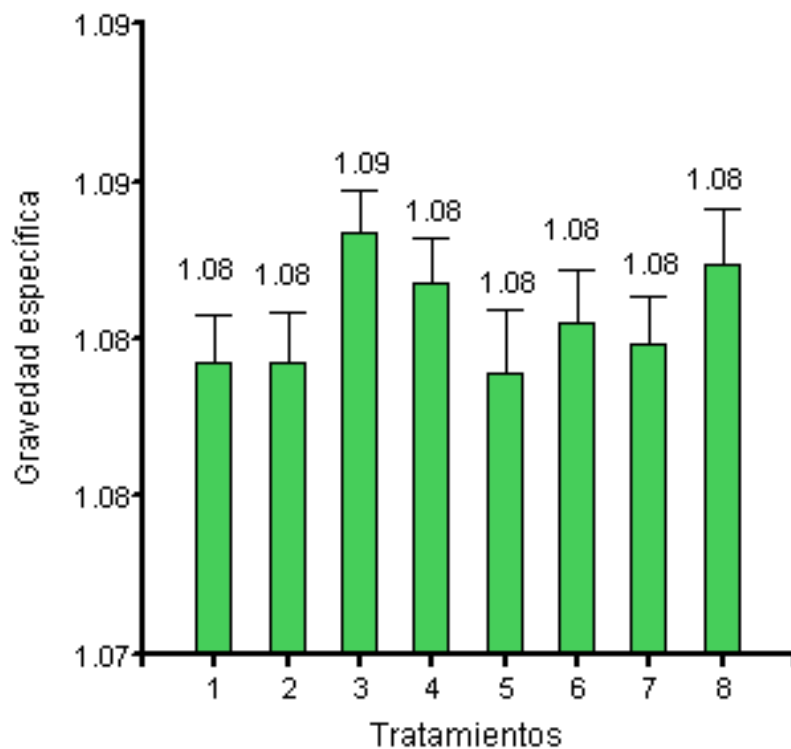
**Figura 13.** Grosor de la cáscara del huevo (mm).



**Figura 14.** Peso de los huevos (g).



**Figura 15.** Resistencia del huevo a la ruptura.



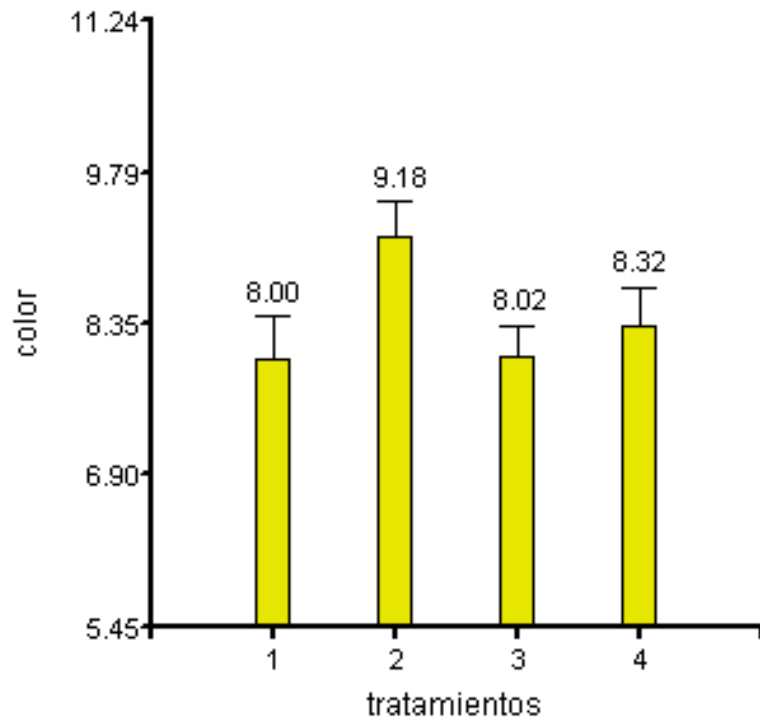
**3.3.Figura 16.** Gravedad específica del huevo.**Análisis Sensorial.**

**Tabla 6.** Valores estadísticos de las características sensoriales de los huevos (color, aroma, flavor y aceptabilidad).

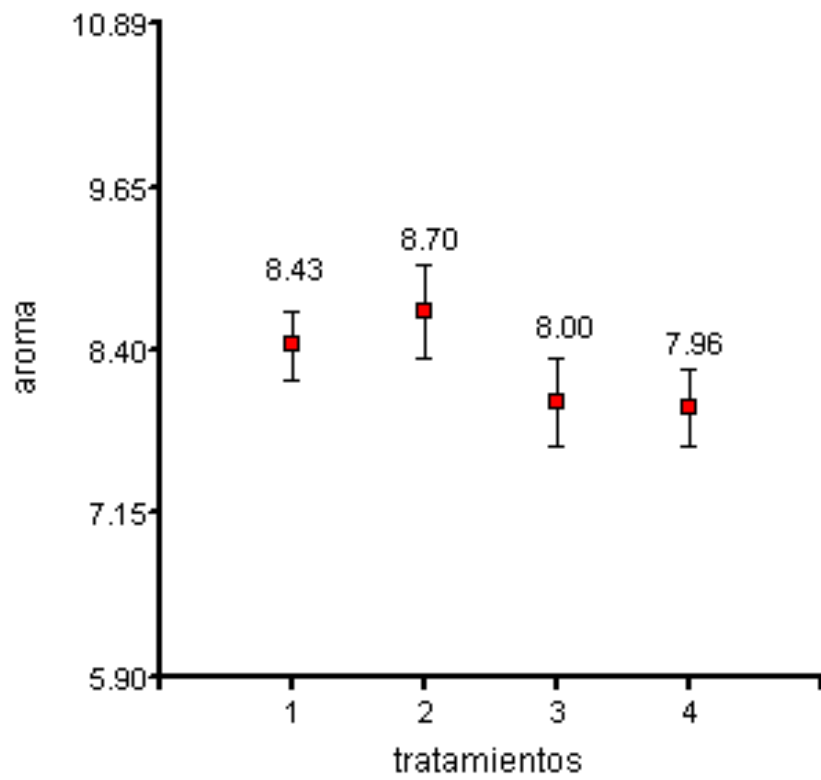
Tratamientos	Color	Aroma	Flavor	Aceptabilidad
<b>1</b>	8.00±1.4	8.43±1.4	8.42±1.4	8.31±1.4
<b>2</b>	9.18±2.2	8.70±2.0	8.27±2.0	9.45±2.2
<b>3</b>	8.02±2.0	8.00±1.9	9.32±1.7	9.81±2.0
<b>4</b>	8.3±1.9	7.96±1.7	8.21±1.8	8.31±1.9
<b>P</b>	0.1158	0.4073	0.0146	<0.0001

En la tabla 6 no existe diferencias en el análisis sensorial con la adición de HA y CE, los valores encontrados en todos los indicadores evaluados fueron mayores a 7.5 (existe aceptabilidad) del mismo.

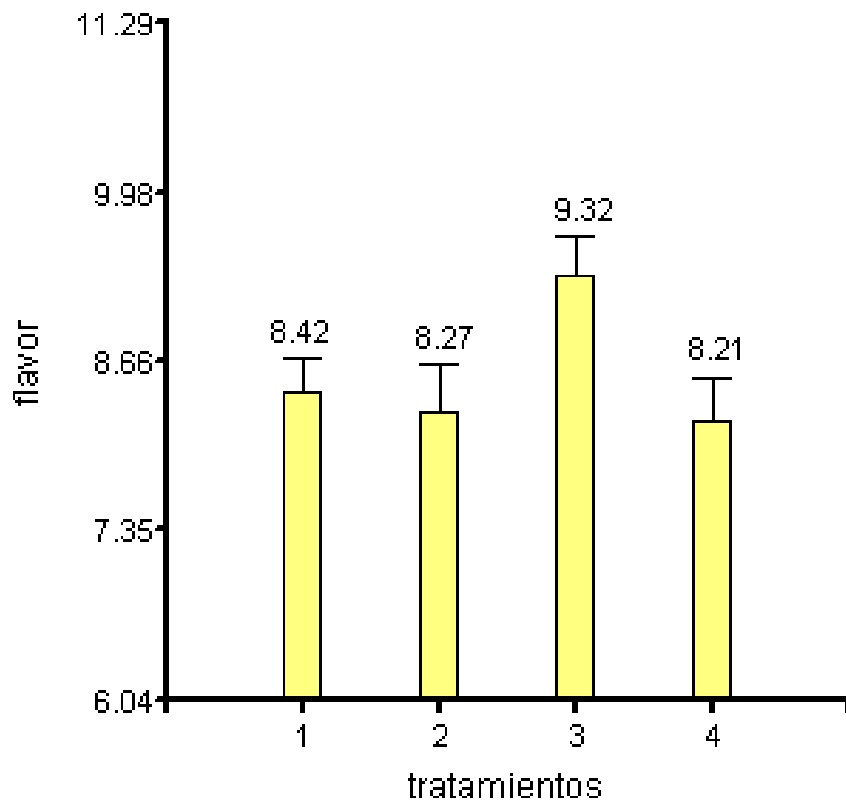
Se puede observar en los Figuras que a continuación se detallan.



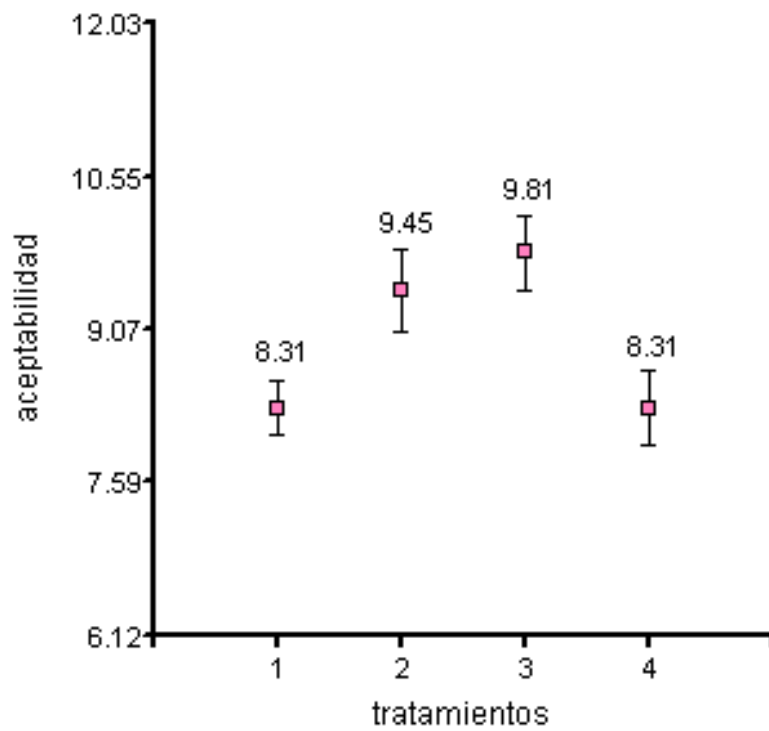
**Figura 17.** Característica sensorial (color).



**Figura 18.** Característica sensorial (aroma).



**Figura 19.** Característica sensorial (flavor).



**Figura 20.** Característica sensorial (aceptabilidad).

### 3.4. Análisis bioquímicos en sangre.

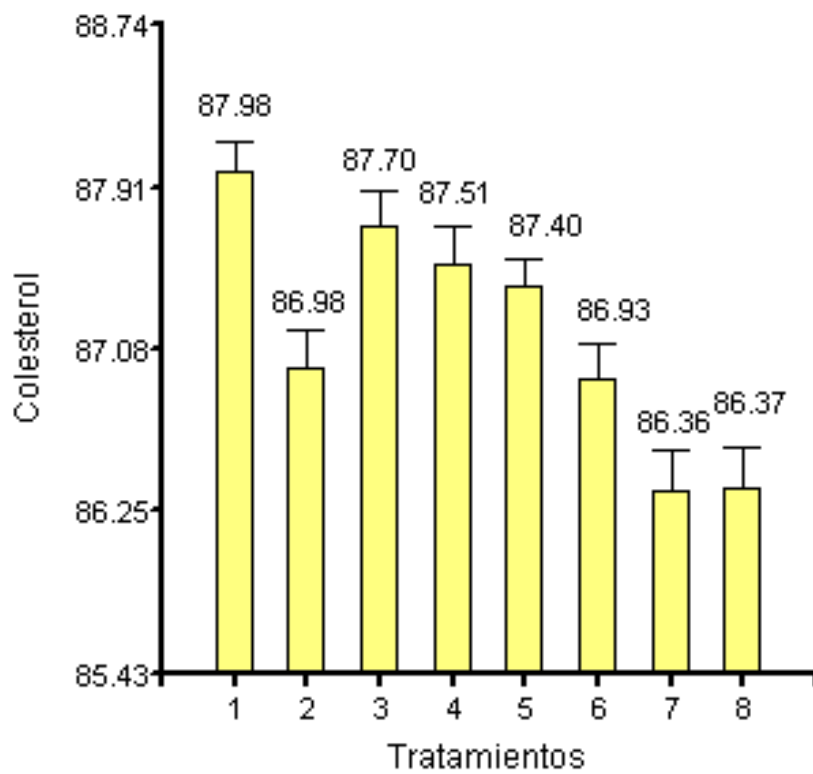


**Tabla 7.** Valores estadísticos de colesterol y triglicéridos realizado en los 8 tratamientos.

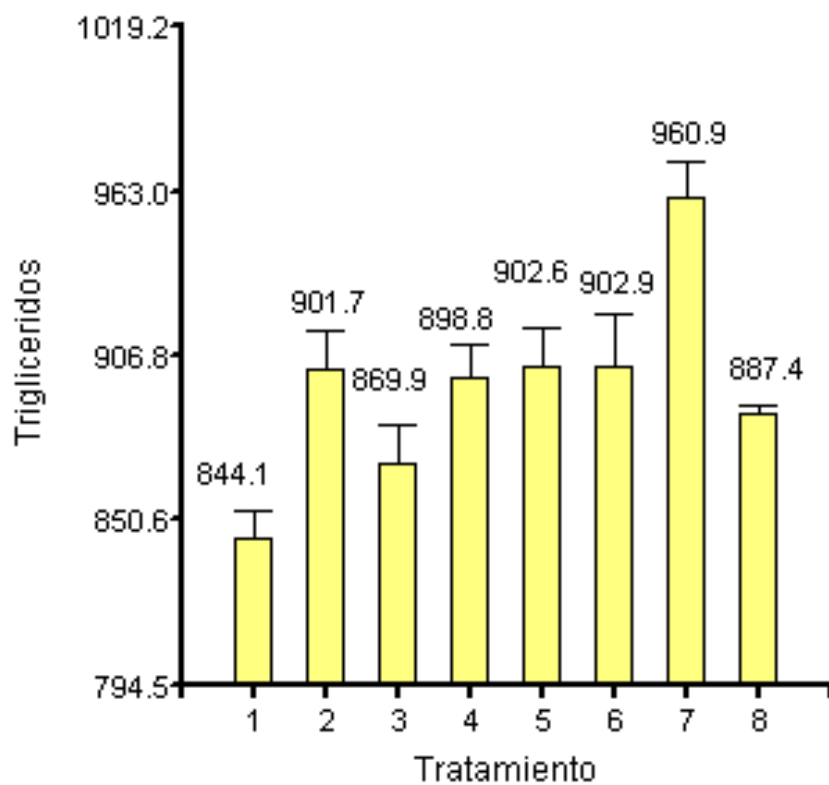
<b>Tratamientos</b>	<b>Colesterol</b>	<b>Triglicéridos</b>
<b>T1</b>	87.98 <sup>e</sup> ±0.6	844.11 <sup>a</sup> ±39.4
<b>T2</b>	86.98 <sup>bc</sup> ±0.8	901.72 <sup>b</sup> ±52.3
<b>T3</b>	87.70 <sup>de</sup> ±0.7	869.86 <sup>a</sup> ±52.4
<b>T4</b>	87.51 <sup>cde</sup> ±0.8	898.80 <sup>b</sup> ±47.2
<b>T5</b>	87.40 <sup>bcd</sup> ±0.6	902.64 <sup>b</sup> ±50.9
<b>T6</b>	86.93 <sup>b</sup> ±0.7	902.87 <sup>b</sup> ±70.2
<b>T7</b>	86.36 <sup>a</sup> ±0.8	960.87 <sup>c</sup> ±48.1
<b>T8</b>	86.37 <sup>a</sup> ±0.8	887.42 <sup>b</sup> ±10.0
<b>P</b>	<0.0001	<0.0001

En la tabla 7, existen diferencias significativas en cuanto al colesterol total, encontrando menores valores en los tratamientos con 8%HA comparado con el 4%HA. Por otro lado, los tratamientos T2, T4, T5, T6, T7 y T8 presentan los mayores valores para triglicéridos totales.

Se puede observar en los Figuras que a continuación se detallan.



**Figura 21.** Análisis bioquímico en sangre (colesterol).



**Figura 22.** Contenido de triglicéridos totales en sangre.

#### IV. DISCUSIONES

Al analizar los resultados de porcentaje de postura de las gallinas, se obtiene un mejor resultado en los T1 y T2 (4% HA) con valores de 91% y 93%, similar a lo que describe Olgún y Yildiz (2015) que la adición de 1%, 2%, 4% y 8% de harina de alfalfa a las dietas no afectan la producción de huevos de codornices obteniendo 90.7% de postura.

Al incluir los dos niveles de HA (4% y 8%) no se encontraron deficiencias relacionados con los parámetros productivos, relacionado con lo reportado por Khajali et al. (2007) quien suplementó con 10% de harina de alfalfa a las dietas de gallinas ponedoras, no afectando los parámetros de rendimiento, producción de huevos, la masa de huevos y la tasa de conversión alimenticia.

Analizando la inclusión de harina de alfalfa de 4% y 8% más un complejo multi enzimático en la dieta de las gallinas ponedoras, se puede observar que los T1 al T8 han logrado consumir casi todo el alimento que fueron suministradas a las gallinas (110g x ave x día), A excepción del T6 que no tuvo una buena aceptabilidad por parte de las gallinas. Esta descripción puede constatar con los valores referenciales de la Guía de manejo de la nutrición de ponedoras comerciales Hisex Brown (2009), que indica que su consumo debe ser de 110 – 120 gramos por día/ ave.

Analizando los resultados de conversión alimenticia se ha obtenido mejores niveles de conversión en los T1 y T2 con la inclusión de 4% de alfalfa, esto es contradictorio a lo que sustenta Englmaierova, Skrivan y Vit (2019), quienes afirmaron que la tasa de conversión alimenticia, se vieron afectados negativamente por la adición de 4% de harina de alfalfa a la dietas de gallinas ponedoras de 39 a 51 semanas de edad.

Analizando los resultados de calidad de huevo, respecto a la pigmentación de yema, se obtuvo valores de 60.65 a 61.65 para espacio de color L\* con la inclusión de 4% y 8% de HA, 51.16 a 54.33 para espacio de color b\* y valores de 1.7 a 4.33 para el espacio de color a\*, lo que afirma la teoría de Englmaierova, Skrivan y Vit (2019) donde demostraron que la adición de un 4 % de harina de alfalfa a la dieta fue efectiva para mejorar el puntaje de color de la yema.

Al usar la HA y el complejo multienzimático se obtuvo resultados de calidad de huevo con valores que representan yemas mas amarillas, albumen y cáscara mas resistentes, esto hace constar lo que sustenta (Overfield, 1995) es importante, ya que de esto

depende que el consumidor evalúa la calidad del huevo enmarcando indicadores como la frescura, grosor de cáscara, albúmina y color de yema.

En los resultados obtenidos del peso y grosor de cáscara con la inclusión de 4% y 8% de HA no se encontró diferencias significativas y no se vió afectada la calidad de cáscara del huevo, reafirmando lo que sustenta Zheng et al. (2019) que la adición de 5%, 8% o 10% de harina de alfalfa a las dietas no afectó el peso del huevo ni la calidad del cascarón de las gallinas ponedoras a las 20 semanas de edad. Por el contrario, Englmaierova, Skrivan y Vit (2019) informaron que la suplementación de la dieta con un 4 % de harina de alfalfa disminuyó el grosor y la fuerza del cascarón de las gallinas ponedoras a las 39 semanas de edad

Los resultados obtenidos respecto al nivel de colesterol en sangre, demuestran una tendencia a disminuir su valor con un mayor nivel de alfalfa en la dieta, valores que pueden estar relacionados con lo que sustenta, Khajali et al. (2007) la adición de 10% o (Laudadio et al. 2014) 15% de harina de alfalfa a la dieta de gallinas ponedoras disminuyó la concentración de colesterol en sangre.

Al analizar los resultados de triglicéridos en sangre de las gallinas, teniendo en cuenta la inclusión de 4% de HA se obtuvo menores niveles de triglicéridos a diferencia de la inclusión de 8% de alfalfa que se observa un mayor nivel de triglicéridos, esta descripción no tiene mucha relación con lo que afirmo Kocaoğlu Güçlü et al. (2004) que la adición de un 9 % de harina de alfalfa a las dietas de las ponedoras fue eficaz para disminuir las concentraciones de triglicéridos en sangre.

Al analizar los resultados con inclusión de dos niveles de HA 4%, 8% y las enzimas se observa que tuvieron efectos positivos en los tratamientos, en cuanto a los parámetros productivos, calidad de huevo, análisis sensorial y análisis bioquímico en sangre. A excepción del T6 que si presento algunas deficiencias, esto puede estar relacionado con la descripción de Al-shami, Salih y Abbas (2011) informaron que la adición de 0,05 % de enzima (beta endoxilanasas y alfa amilasa) a dietas que contenían niveles de 0 %, 2 %, 5 % o 7 % de una harina de alfalfa baja en celulosa (13,26 % ) tuvo un efecto positivo sobre el consumo de alimento, la producción de huevos, la eficiencia alimenticia, la calidad de la cáscara y el color de la yema y disminuyó el contenido de colesterol de la yema en huevos de gallinas ponedoras

## V. CONCLUSIONES

La adición de dos niveles de alfalfa en la dieta de gallinas ponedoras no disminuyó los índices productivos ni de calidad de huevo, recomendando su utilización hasta un 8%.

El complejo multienzimático ha brindado múltiples beneficios; optimiza la eficiencia alimenticia sin afectar la producción y ayuda a las gallinas a tener una mejor conversión alimenticia.

Con el uso de harina de alfalfa se ha logrado obtener huevos con mejor calidad (yemas más amarillas), además de un mayor promedio de peso con el uso de 8% HA.

Con la inclusión de harina de alfalfa se obtuvo albuminas con pH base y yemas con pH ligeramente neutro.

La inclusión de alfalfa permite obtener menores niveles de colesterol en sangre a un mayor nivel de adición de alfalfa en la dieta de las gallinas ponedoras.

La adición de 4% de HA en la dieta de las gallinas, permitió obtener menores niveles de triglicéridos en sangre.

No se encontraron diferencias significativas en el análisis sensorial con el uso de diferentes niveles de alfalfa y con el uso de enzimas en la dieta de gallinas ponedoras.

El uso de harina de alfalfa como un insumo en la elaboración de las raciones para las gallinas ponedoras, es un aporte altamente nutritivo y nos beneficia ya que podemos producir en nuestra localidad a la vez nos permite ahorrar costos elevados de otros insumos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados es recomendable que las personas dedicadas a la avicultura hagan uso de la harina de alfalfa, este insumo aporta nutricionalmente en la alimentación de las aves y se observa en la calidad de huevo que se obtiene como resultado.

Hacer uso de la alfalfa para reducir los costos ya que es un insumo altamente nutritivo que puede remplazar a otros insumos en la formulación de las raciones de las gallinas como a la soya que tiene un precio superior al de la alfalfa.

Realizar investigaciones con el uso del complejo multi enzimático para evaluar los costos, bienestar animal e indicadores de contaminación medioambiental.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación los T1 y T2 consiguieron mayor porcentaje de producción, aunque no de manera significativa, por lo que se recomienda usar estos tratamientos.

Se recomienda mayor investigaciones de digestibilidad con el uso de alfalfa y complejo multi enzimático en dietas para gallinas ponedoras.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Laudadio, V., Demauero, R., & Tufarelli, V. (2017). *Dietary inclusion of raw faba bean instead of soybean meal and enzyme supplementation in laying hens: Effect on performance and egg quality*. Saudi Journal of Biological Sciences, 24(2), 276-285. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.05.009>
- Abdel-Wareth, A. A. A., & Lohakare, J. D. (2020). *Productive performance, egg quality, nutrients digestibility, and physiological response of bovans brown hens fed various dietary inclusion levels of peppermint oil*. Animal Feed Science and Technology, 267, 114554. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114554>
- Agboola, A., Odu, O., Omidwura, B., & Iyayi, E. (2015). *Effect of Probiotic, Carbohydrase Enzyme and Their Combination on the Performance, Histomorphology and Gut Microbiota in Broilers Fed Wheat-based Diets*. American Journal of Experimental Agriculture, 8(5), 307-319. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2015/16997>
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (15th ed).
- APA. (2016, setiembre). *El sector avícola peruano: Clave en el desarrollo del país*. Elsitio Avicola. <https://www.elsitioavicola.com/articles/2920/el-sector-avicola-peruano-clave-en-el-desarrollo-del-paas/>
- Bedford, M. R. & Partridge, G. G. (2010). *Enzymes in farm animal nutrition*. 2da edition. Cambridge: CAB Internacional.
- Benítez, A. (1980). *Pastos y Forrajes*, Editorial Universitaria. Quito – Ecuador. 173 - 210 p.
- Char, C., Yoplac, I., & Escalona, V. H. (2017). *Microbiological and Functional Quality of Ready-to-Eat Arugula as Treated by Combinations of UV-C and Nonconventional Modified Atmospheres: Ready-to-eat arugula as treated by UV-C and novel modified atmospheres*. Journal of Food Processing and Preservation, 41(3), e12978. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12978>

- Chartrin, Berri C, Le Bihan-Duval, & Quentin M. (2005). *Influence of production system(label, standard, certified) on lipid and fatty acid composition of fresh and cured-cooked chicken meat.*
- Di Pierro, P., Sorrentino, A., Mariniello, L., Giosafatto, C. V. L., & Porta, R. (2011). *Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life.* LWT - Food Science and Technology, 44(10), 2324-2327. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.031>
- Eisen, E. J., Bohren, B. B., & McKean, H. E. (1962). *The Haugh Unit as a Measure of Egg Albumen Quality.* Poultry Science, 41(5), 1461-1468. <https://doi.org/10.3382/ps.0411461>
- Englmaierova, M., Skrivan, M., Vit, T. (2019). *Alfalfa meal as a source of carotenoids in combination with ascorbic acid in the diet of laying hens.* Czech Journal of Animal Science.
- Folch, J., Lees, M., & Stanley, G. H. S. (1957). *A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipides from Animal Tissues.* Journal of Biological Chemistry, 226(1), 497-509.
- Gaweł, E., & Grzelak, M. (2012). *The Effect of a Protein-Xanthophyll Concentrate from Alfalfa (Phytobiotic) on Animal Production—A Current Review.* Annals of Animal Science, 12(3), 281-289. <https://doi.org/10.2478/v10220-012-0023-5>
- Heng, Y., Hanawa Peterson, H., Li, X., Heng, Y., Hanawa Peterson, H., & Li, X. (2013). *Consumer Attitudes toward Farm-Animal Welfare: The Case of Laying Hens.* <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.165936>
- Itza-Ortiz, M. & Ciro-Galeano, J. (2016). *Parámetros productivos: Importancia en producción avícola.* ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/308356178\\_PARAMETROS\\_PRODUCTIVOS](https://www.researchgate.net/publication/308356178_PARAMETROS_PRODUCTIVOS)
- Kaya, S., Keçeci, T., & Haliloğlu, S. (2001). *Effects of zinc and vitamin A supplements on plasma levels of thyroid hormones, cholesterol, glucose and egg yolk cholesterol of laying hens.* Research in Veterinary Science, 71(2), 135-139. <https://doi.org/10.1053/rvsc.2001.0500>



- Khajali, F., M. Eshraghi, F. Zamani y E. Fathi (2007). "Suplementación de enzimas exógenas para las dietas de gallinas ponedoras que contienen alfalfa: influencia sobre el rendimiento y el colesterol y la pigmentación de la yema de huevo". 16° Simposio Europeo sobre Nutrición Avícola, 713–715. Francia: Estrasburgo.
- Kocaoğlu Güçlü, B., KM İyçan, F. Uyanik, M. Eren y A. Can Aýca. 2004. "Efecto de la harina de alfalfa en las dietas de codornices ponedoras sobre el rendimiento, la calidad del huevo y algunos parámetros séricos". Archivos de Nutrición Animal 58: 255–263. doi:10.1080/00039420410001701350.
- Laudadio, V., Ceci, E., Lastella, N. M. B., Introna, M., & Tufarelli, V. (2014). *Low-fiber alfalfa (Medicago sativa L.) meal in the laying hen diet: Effects on productive traits and egg quality*. Poultry Science, 93(7), 1868-1874. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03831>
- Lemos Teixeira, D., Larraín, R., & Hötzel, M. J. (2018). *Are views towards egg farming associated with Brazilian and Chilean egg consumers' purchasing habits?* PLOS ONE, 13(9), e0203867. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203867>
- Lusk, J. L. (2019). *Consumer preferences for cage-free eggs and impacts of retailer pledges*. Agribusiness, 35(2), 129-148. <https://doi.org/10.1002/agr.21580>
- Meister, K. (2002). *The role of eggs in the diet: Update*. American Council on Science and Health. [consulta: 15- 10-2003].
- Mourão, J. L., Ponte, P. I. P., Prates, J. A. M., Centeno, M. S. J., Ferreira, L. M. A., Soares, M. A. C., & Fontes, C. M. G. A. (2006). *Use of  $\beta$ -Glucanases and  $\beta$ -1,4-Xylanases to Supplement Diets Containing Alfalfa and Rye for Laying Hens: Effects on Bird Performance and Egg Quality*. Journal of Applied Poultry Research, 15(2), 256-265. <https://doi.org/10.1093/japr/15.2.256>
- Murillo, G. (2015). *Calidad en la producción de huevos de gallina. Categoría Agronomía - Avicultura*. Escuela Agrícola Panamericana, "Zamorano".
- Mutahar A. Al-shami, Salih, M. E., & Abbas, T. E. (2012). *Effects of dietary inclusion*

*of alfalfa (Medicago sativa L.) leaf meal and Xylam enzyme on laying hens' performance and egg quality.* Research Opinions in Animal & Veterinary Sciences. [http://roavs.com/pdf-files/Issue\\_1\\_2012/14-18.pdf](http://roavs.com/pdf-files/Issue_1_2012/14-18.pdf)

NRC. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry.*

Olgun, O., & Yıldız, A. Ö. (2014). *Effect of Dietary Alfalfa Meal on Performance, Egg Quality, Egg Yolk Cholesterol and Hatchability Parameters of Quail Breeders.* Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 3(3), 103. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i3.103-106.208>

Overfield, N.D. (1995). *Egg quality assessment techniques at laboratory and field level.* In: Proceedings of the VI European symposium of the 144 quality of eggs and egg products. Zaragoza, Spain.

Shi, Y. H., Wang, J., Guo, R., Wang, C. Z., Yan, X. B., Xu, B., & Zhang, D. Q. (2014). *Effects of alfalfa saponin extract on growth performance and some antioxidant indices of weaned piglets.* Livestock Science, 167, 257-262. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.05.032>

Sun, Q., Liu, D., Guo, S., Chen, Y., & Guo, Y. (2015). *Effects of dietary essential oil and enzyme supplementation on growth performance and gut health of broilers challenged by Clostridium perfringens.* Animal Feed Science and Technology, 207, 234-244. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.06.021>

Teymouri, H., Zarghi, H., & Golian, A. (2018). *Evaluation of Hull-Less Barley with or without Enzyme Cocktail in the Finisher Diets of Broiler Chickens.* Journal of Agricultural Science and Technology, 20(3), 469-483.

Zheng, M., Mao, P., Tian, X., Guo, Q., & Meng, L. (2019). *Effects of dietary supplementation of alfalfa meal on growth performance, carcass characteristics, meat and egg quality, and intestinal microbiota in Beijing-you chicken.* Poultry Science, 98(5), 2250-2259. <https://doi.org/10.3382/ps/pey550>

## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de varianza de los parámetros productivos, calidad de huevo, análisis sensorial y análisis bioquímico en sangre.

**Tabla 8. Peso del huevo.**

**Análisis de la varianza**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
PESO DE HUEVO	319	0.05	0.03	4.82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	140.27	7	20.04	2.48	0.0173
Tratamientos	140.27	7	20.04	2.48	0.0173
Error	2515.36	311	8.09		
<b>Total</b>	<b>2655.63</b>	<b>318</b>			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

*Error: 8.0880 gl: 311*

Tratamientos Medias n E.E.

3	57.38	40	0.45	A
1	58.89	40	0.45	B
2	58.95	39	0.46	B
5	59.05	40	0.45	B
4	59.11	40	0.45	B
7	59.30	40	0.45	B
6	59.43	40	0.45	B
8	59.76	40	0.45	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

**Tabla 9. Grosor de cáscara**

**Análisis de la varianza**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Consumo de alimento	320	0.26	0.24	2.99

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1.1E-03	7	1.6E-04	15.31	<0.0001
Tratamientos	1.1E-03	7	1.6E-04	15.31	<0.0001
Error	3.2E-03	312	1.0E-05		
<b>Total</b>	<b>4.3E-03</b>	<b>319</b>			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

*Error: 0.0000 gl: 312*

Tratamientos Medias n E.E.

6	0.10	40	5.1E-04	A
2	0.10	40	5.1E-04	A
5	0.11	40	5.1E-04	B
4	0.11	40	5.1E-04	B C
1	0.11	40	5.1E-04	B C
7	0.11	40	5.1E-04	C
8	0.11	40	5.1E-04	C
3	0.11	40	5.1E-04	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

### Tabla 10. Resistencia Ruptura

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Resistencia ruptura	127	0.06	0.01	27.97

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1334.49	7	190.64	1.15	0.3349
Tratamientos	1334.49	7	190.64	1.15	0.3349
Error	19670.40	119	165.30		
<b>Total</b>	<b>21004.89</b>	<b>126</b>			

#### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 165.2974 gl: 119

Tratamientos Medias n E.E.

5	41.03	18	3.03	A
6	43.72	18	3.03	A
7	46.00	18	3.03	A B
4	46.92	18	3.03	A B
3	48.38	18	3.03	A B
8	48.43	18	3.03	A B
1	50.27	18	3.03	A B
<b>2</b>	<b>62.72</b>	<b>1</b>	<b>12.86</b>	<b>B</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Tabla 11. Peso de yema

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de yema	118	0.09	0.03	8.61

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17.80	7	2.54	1.47	0.1869
Tratamientos	17.80	7	2.54	1.47	0.1869
Error	190.83	110	1.73		
<b>Total</b>	<b>208.63</b>	<b>117</b>			

#### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0000 gl: 312

Tratamientos Medias n E.E.

6	0.10	40	5.1E-04	A
2	0.10	40	5.1E-04	A
5	0.11	40	5.1E-04	B
4	0.11	40	5.1E-04	B C
1	0.11	40	5.1E-04	B C
7	0.11	40	5.1E-04	C
8	0.11	40	5.1E-04	C
<b>3</b>	<b>0.11</b>	<b>40</b>	<b>5.1E-04</b>	<b>C</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p >$

## Tabla 12. Resistencia Ruptura

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Resistencia ruptura	127	0.06	0.01	27.97

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1334.49	7	190.64	1.15	0.3349
Tratamientos	1334.49	7	190.64	1.15	0.3349
Error	19670.40	119	165.30		
<b>Total</b>	<b>21004.89</b>	<b>126</b>			

### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 165.2974 gl: 119

Tratamientos Medias n E.E.

5	41.03	18	3.03	A
6	43.72	18	3.03	A
7	46.00	18	3.03	A B
4	46.92	18	3.03	A B
3	48.38	18	3.03	A B
8	48.43	18	3.03	A B
1	50.27	18	3.03	A B
<b>2</b>	<b>62.72</b>	<b>1</b>	<b>12.86</b>	<b>B</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Tabla 13. Peso de yema

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de yema	118	0.09	0.03	8.61

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17.80	7	2.54	1.47	0.1869
Tratamientos	17.80	7	2.54	1.47	0.1869
Error	190.83	110	1.73		
<b>Total</b>	<b>208.63</b>	<b>117</b>			

### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 1.7348 gl: 110

Tratamientos Medias n E.E.

6	14.83	16	0.33	A
2	14.99	13	0.37	A B
7	15.04	14	0.35	A B
3	15.04	16	0.33	A B
1	15.33	16	0.33	A B
4	15.40	14	0.35	A B
8	15.82	14	0.35	A B
<b>5</b>	<b>15.99</b>	<b>15</b>	<b>0.34</b>	<b>B</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Tabla 14. Color de yema L\*.**

**Análisis de la varianza**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Color L	185	0.01	0.00	5.14

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	15.51	7	2.22	0.22	0.9794
Tratamientos	15.51	7	2.22	0.22	0.9794
Error	1753.60	177	9.91		
<u>Total</u>	<u>1769.11</u>	<u>184</u>			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 9.9074 gl: 177

Tratamientos Medias n E.E.

5	60.65	24	0.64	A
7	60.85	24	0.64	A
6	61.24	21	0.69	A
8	61.26	23	0.66	A
3	61.32	24	0.64	A
2	61.38	24	0.64	A
4	61.46	24	0.64	A
<u>1</u>	<u>61.55</u>	<u>21</u>	<u>0.69</u>	<u>A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Tabla 15. Color de yema a\*.**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Color a	185	0.12	0.08	67.72

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	135.49	7	19.36	3.33	0.0024
Tratamientos	135.49	7	19.36	3.33	0.0024
Error	1029.90	177	5.82		
<u>Total</u>	<u>1165.39</u>	<u>184</u>			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 5.8187 gl: 177

Tratamientos Medias n E.E.

2	1.70	24	0.49	A
1	2.75	21	0.53	A B
4	3.49	24	0.49	B C
6	3.92	21	0.53	B C
7	3.95	24	0.49	B C
5	4.06	24	0.49	B C
3	4.15	24	0.49	B C
<u>8</u>	<u>4.44</u>	<u>23</u>	<u>0.50</u>	<u>C</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Tabla 16. Color de yema b\*.**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Color b	185	0.04	0.01	9.20

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	194.96	7	27.85	1.14	0.3394
Tratamientos	194.96	7	27.85	1.14	0.3394
Error	4319.44	177	24.40		
Total	4514.40	184			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 24.4036 gl: 177

Tratamientos Medias n E.E.

1	51.16	21	1.08	A
2	53.19	24	1.01	A B
7	53.84	24	1.01	A B
3	53.89	24	1.01	A B
5	53.94	24	1.01	A B
4	53.96	24	1.01	A B
6	54.33	21	1.08	A B
8	55.03	23	1.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Tabla 17. Producción de huevo.**

**Análisis de la varianza**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Postura	320	0.10	0.08	12.49

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	4219.36	7	602.77	5.00	<0.0001
Tratamientos	4219.36	7	602.77	5.00	<0.0001
Error	37580.86	312	120.45		
Total	41800.22	319			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 120.4515 gl: 312

Tratamientos Medias n E.E.

6	81.07	40	1.74	A
5	86.07	40	1.74	B
3	86.31	40	1.74	B
7	87.02	40	1.74	B C
4	87.26	40	1.74	B C
8	89.52	40	1.74	B C D
1	92.02	40	1.74	C D
2	93.57	40	1.74	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Tabla 18. Consumo de alimento.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consumo de alimento	320	0.2557	0.2390	2.9865

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.0011	7	0.0002	15.3140	<0.0001
Tratamientos	0.0011	7	0.0002	15.3140	<0.0001
Error	0.0032	312	1.0E-05		
Total	0.0043	319			

#### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0000 gl: 312

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
6	0.1041	40	0.0005	A
2	0.1042	40	0.0005	A
5	0.1067	40	0.0005	B
4	0.1076	40	0.0005	B C
1	0.1081	40	0.0005	B C
7	0.1085	40	0.0005	C
8	0.1088	40	0.0005	C
3	0.1089	40	0.0005	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Tabla 19. Conversión.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conversión	319	0.09	0.07	16.13

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.60	7	0.51	4.42	0.0001
Tratamientos	3.60	7	0.51	4.42	0.0001
Error	36.20	311	0.12		
Total	39.80	318			

#### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1164 gl: 311

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
2	1.91	39	0.05	A
1	2.01	40	0.05	A B
8	2.08	40	0.05	B C
7	2.13	40	0.05	B C D
4	2.13	40	0.05	B C D
5	2.15	40	0.05	B C D
6	2.24	40	0.05	C D
3	2.26	40	0.05	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Tabla 20. Masa de huevo.**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Masa	320	0.07	0.04	14.67

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1254.50	7	179.21	3.12	0.0033
Tratamientos	1254.50	7	179.21	3.12	0.0033
Error	17894.69	312	57.35		
Total	19149.19	319			

**Test: Duncan Alfa=0.05***Error: 57.3548 gl: 312*Tratamientos Medias n E.E.

6	48.17	40	1.20	A
3	49.49	40	1.20	A
5	50.80	40	1.20	A B
7	51.57	40	1.20	A B
4	51.65	40	1.20	A B
8	53.52	40	1.20	B
2	53.64	40	1.20	B
1	54.19	40	1.20	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Tabla 21. Resultados sensorial (Color).**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Color	150	0.05	0.02	22.96

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	28.10	4	7.03	1.89	0.1158
Tratamientos	28.10	4	7.03	1.89	0.1158
Error	539.83	145	3.72		
Total	567.93	149			

**Test: Duncan Alfa=0.05***Error: 3.7229 gl: 145*Tratamientos Medias n E.E.

1	8.00	30	0.35	A
3	8.02	30	0.35	A
4	8.32	30	0.35	A B
0	8.51	30	0.35	A B
2	9.18	30	0.35	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Tabla 22. Resultado sensorial (Aroma).**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Aroma	150	0.03	1.2E-04	20.92

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	11.95	4	2.99	1.00	0.4073
Tratamientos	11.95	4	2.99	1.00	0.4073
Error	431.20	145	2.97		
Total	443.15	149			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 2.9738 gl: 145

Tratamientos Medias n E.E.

4	7.96	30	0.31	A
3	8.00	30	0.31	A
0	8.12	30	0.31	A
1	8.43	30	0.31	A
2	8.70	30	0.31	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Tabla 23. Resultado sensorial (Flavor).

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Flavor 150 0.08 0.06 20.37

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	40.57	4	10.14	3.21	0.0146
Tratamientos	40.57	4	10.14	3.21	0.0146
Error	457.73	145	3.16		
Total	498.30	149			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 3.1567 gl: 145

Tratamientos Medias n E.E.

4	8.21	30	0.32	A
2	8.27	30	0.32	A
1	8.42	30	0.32	A B
3	9.32	30	0.32	B C
0	9.39	30	0.32	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Tabla 24. Resultado sensorial (Aceptabilidad).

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Aceptabilidad 150 0.15 0.13 19.64

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	83.53	4	20.88	6.40	0.0001
Tratamientos	83.53	4	20.88	6.40	0.0001
Error	473.08	145	3.26		
Total	556.61	149			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 3.2626 gl: 145

Tratamientos Medias n E.E.

1	8.31	30	0.33	A
4	8.31	30	0.33	A
2	9.45	30	0.33	B
3	9.81	30	0.33	B
0	10.08	30	0.33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Tabla 25. Resultado bioquímico (Colesterol).****Análisis de la varianza**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Colesterol	120	0.39	0.35	0.82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	37.32	7	5.33	10.31	<0.0001
Tratamientos	37.32	7	5.33	10.31	<0.0001
Error	57.89	112	0.52		
<b>Total</b>	<b>95.21</b>	<b>119</b>			

**Test: Duncan Alfa=0.05***Error: 0.5169 gl: 112***Tratamientos Medias n E.E.**

7	86.36	15	0.19	A
8	86.37	15	0.19	A
6	86.93	15	0.19	B
2	86.98	15	0.19	B C
5	87.40	15	0.19	B C D
4	87.51	15	0.19	C D E
3	87.70	15	0.19	D E
1	87.98	15	0.19	E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Tabla 26. Resultado bioquímico (Triglicéridos).****Análisis de la varianza**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Trigliceridos	120	0.30	0.26	5.47

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	116842.93	7	16691.85	6.96	<0.0001
Tratamiento	116842.93	7	16691.85	6.96	<0.0001
Error	268625.67	112	2398.44		
<b>Total</b>	<b>385468.59</b>	<b>119</b>			

**Test: Duncan Alfa=0.05***Error: 2398.4435 gl: 112***Tratamiento Medias n E.E.**

1	844.11	15	12.65	A
3	869.86	15	12.65	A B
8	887.42	15	12.65	B
4	898.80	15	12.65	B
2	901.72	15	12.65	B
5	902.64	15	12.65	B
6	902.87	15	12.65	B
7	960.87	15	12.65	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

## Anexo 2. Panel fotográfico

**Imagen 1.** Picado de la alfalfa



**Imagen 2.** Secado de la alfalfa.



**Imagen 3.** Molienda de la alfalfa para obtener harina.



**Imagen 4.** Molido del maíz.



**Imagen 6.** Mezcla homogénea del alimento.



**Imagen 5.** Pesado de los insumos.



**Imagen 7.** Pesado de la ración de las gallinas.





**Imagen 8.** Recolección, conteo y pesado de los huevos



**Imagen 10.** Preparación de la salmuera para medir la gravedad de los huevos.



**Imagen 9.** Extracción de sangre de la vena alar, con una tuberculina.



**Imagen 11.** Medida de la resistencia del huevo haciendo uso de un texturometro.



**Imagen 12.** Medida del índice de huevo, con un pie...



**Imagen 13.** Secado de la yema con un papel toalla



**Imagen 14.** Medida del índice de yema.



**Imagen 15.** Medición del color de yema, con un colorímetro CR - 400.



**Imagen 16.** Lavado, secado y pesado de las cáscaras de los huevos.



**Imagen 17.** Medida del grosor de las cáscaras de los huevos.



**Imagen 18.** Medida del pH de la yema y albúmen, con un analizador de pH/ion portátil.



**Imagen 19.** Prueba sensorial de los huevos, con la presencia de catadores.

