



**Efecto de diferentes niveles de minerales orgánicos (B-TRAXIM 2C) en gallinas
ponedoras sobre el desempeño y calidad de huevo**

Torres Larco Denisse Andrea

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Ortíz Manzano, Mario Leonardo

Marzo del 2021

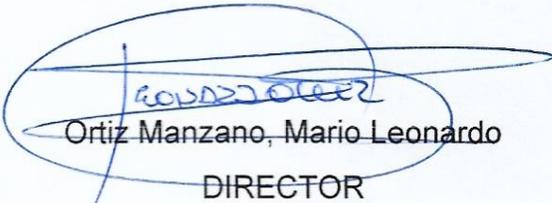
URKUND

Document Information

Analyzed document	Tesis Denisse Torres.docx (D97857962)
Submitted	3/10/2021 3:03:00 PM
Submitted by	Ortiz Manzano Mario Leonardo
Submitter email	mlortiz@espe.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	mlortiz.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Eduardo Tesis.docx Document Eduardo Tesis.docx (D36561865) Submitted by: palandazuri@espe.edu.ec Receiver: palandazuri.espe@analysis.arkund.com	 3
W	URL: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130932/Efectos-de-la-suplementa ... Fetched: 2/13/2021 6:30:46 PM	 1
W	URL: https://docplayer.es/94399874-Universidad-nacional-de-trujillo-facultad-de-ciencia ... Fetched: 1/29/2021 3:14:32 AM	 3
W	URL: http://www.zootecnia.ucr.ac.cr/index.php/asuntos-estudiantiles/tesis-para-consulta ... Fetched: 12/23/2020 6:07:17 PM	 1
W	URL: http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/718/T_0428.pdf?sequence=1 ... Fetched: 3/10/2021 3:05:00 PM	 2


Ortiz Manzano, Mario Leonardo
DIRECTOR



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“Efecto de diferentes niveles de minerales orgánicos (B-TRAXIM 2C) en gallinas ponedoras sobre el desempeño y calidad de huevo”** fue realizado por la señorita **Torres Larco, Denisse Andrea** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 16 de marzo de 2021

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo

CC: 0602065435



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo **Torres Larco, Denisse Andrea**, con cédula de ciudadanía 1723951016, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Efecto de diferentes niveles de minerales orgánicos (B-TRAXIM 2C) en gallinas ponedoras sobre el desempeño y calidad de huevo** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 16 de marzo de 2021

.....
Torres Larco, Denisse Andrea

CC: 1723951016



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Torres Larco, Denisse Andrea**, con cédula de ciudadanía 1723951016, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Efecto de diferentes niveles de minerales orgánicos (B-TRAXIM 2C) en gallinas ponedoras sobre el desempeño y calidad de huevo** en el Repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad

Sangolquí, 16 de marzo de 2021

Torres Larco, Denisse Andrea

CC: 1723951016

Dedicatoria

Dedico con mucho amor esta tesis de grado, en especial a mi madre quien con su sacrificio y esfuerzo fue la guía en mis estudios, a mis abuelitos, mis tíos y toda mi familia quienes me motivaron día a día para llegar a culminar con éxito este gran objetivo alcanzado.

Agradecimientos

Doy gracias a Dios por haberme dado la sabiduría, la constancia y la humildad; a la Universidad de las Fuerzas Armadas, a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA-1 por haberme abierto sus puertas.

Un agradecimiento especial al Ingeniero Mario Ortiz Manzano quien puso a mi disposición sus vastos conocimientos su amplia experiencia y motivándome constantemente para continuar adelante.

Un sincero agradecimiento a la empresa PANCOSMA de México y al Ingeniero Pablo Macías de la empresa PROBAC ubicada en Guayaquil, que con su ayuda y financiamiento se llegó a culminar exitosamente este valioso proyecto.

A mis maestros que con su abnegada labor me transmitieron sus amplios conocimientos en el campo de mi profesión a quienes les debo gran parte de mis conocimientos y mi gusto por la agropecuaria.

A mi mamá María Fernanda Larco y a mi abuelito Héctor Larco quienes me ayudaron desde el inicio y en todo el proceso hasta la culminación de mi tesis, a mi abuelita Mercedes Taco quien siempre estuvo pendiente de la tesis velando por mi bienestar, a mis tíos Karina Larco y Andrés Larco por ayudarme en el transcurso de mi tesis, a Fabricio Paredes, Andrea Jaramillo, Michelle Guzmán que me ayudaron con la difícil elaboración del alimento balanceado además a Carla Muñoz y Gustavo Mosquera por ayudarme en el proceso de los huevos.

Índice de contenidos

Carátula	1
Análisis Urkund.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimientos.....	7
Índice de contenidos	8
Índice de tablas	12
Índice de figuras	14
Resumen.....	15
Abstract	16
Capítulo I	17
Introducción	17
Antecedentes	17
Justificación.....	18
Planteamiento del problema	19
Objetivos	19
<i>Objetivo General</i>	19
<i>Objetivos Específicos</i>	19
Hipótesis.....	20
<i>Hipótesis nula</i>	20
<i>Hipótesis alterna</i>	20

Capítulo II	21
Revisión de literatura.....	21
Minerales orgánicos	21
<i>Glicinatos</i>	22
Glicinato de cobre.....	22
Glicinato de manganeso.....	22
Glicinato de zinc.	23
Glicinato de hierro.	23
<i>Proteinato</i>	23
Proteinato de cobre.	23
Proteinato de manganeso.	24
Proteinato de zinc.	25
<i>Metionato</i>	25
<i>B-Traxim 2C</i>	25
<i>Hierro</i>	25
<i>Cobre</i>	26
<i>Zinc</i>	26
<i>Manganeso</i>	27
Características de las aves Lohmann Brown.....	27
Calidad de huevo	30
Peso	31
Cáscara.....	33
Huevos con grietas.....	34
Huevos ásperos	34
Huevos estriados	34

	10
Huevo sin cáscara	35
Forma.....	35
Albumen	36
Unidades Haugh.....	36
Color de la yema	37
NABEL DET 6000	38
Capítulo III	40
Métodos y Materiales.....	40
Ubicación del área de investigación.....	40
<i>Ubicación política</i>	40
<i>Ubicación geográfica</i>	40
<i>Ubicación ecológica</i>	41
Materiales de campo.....	41
Materiales de laboratorio.....	42
Tratamientos experimentales.....	42
Dietas	43
Análisis funcional	45
Aves	46
Alojamiento	46
Periodo de Prueba	46
Modelo matemático.....	47
Mediciones experimentales.....	48
<i>Evaluación de parámetros zootécnicos</i>	49
Análisis económico	50

	11
Capítulo IV	51
Resultados y Discusión.....	51
Mortalidad.....	51
Peso de las aves	51
Huevos producidos/tratamiento	53
Consumo de alimento.....	54
Masa del huevo	55
Conversión alimenticia.....	57
Peso del huevo.....	58
Huevos rotos	59
Altura de albúmina.....	61
Coloración de la yema	62
Unidades Haugh.....	63
Resistencia a rupturas.....	64
Grosor de cáscara	66
Índice de calidad	67
Análisis económico	67
Capítulo V	71
Conclusiones y recomendaciones	71
Conclusiones	71
Recomendaciones	72
Bibliografía	73

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Metas de producción Lohmann Brown Classic.....</i>	28
Tabla 2	<i>Requerimientos nutricionales para gallinas ponedoras de huevo marrón de desempeño regular-medio</i>	29
Tabla 3	<i>Niveles de suplementación de micro minerales de fuentes orgánicas para aves de reposición, ponedoras y reproductoras</i>	30
Tabla 4	<i>Clasificación de huevo fresco de gallina por su masa</i>	32
Tabla 5	<i>Huevo de gallina de acuerdo con su grado de calidad</i>	33
Tabla 6	<i>Características físicas que el huevo debe tener.....</i>	35
Tabla 7	<i>Relación de la calidad del huevo con las unidades Haugh.....</i>	37
Tabla 8	<i>Tratamientos experimentales.....</i>	43
Tabla 9	<i>Suministro de minerales orgánicos (B-Traxim 2C)</i>	44
Tabla 10	<i>Composición nutricional de la dieta suplementada a las aves.....</i>	45
Tabla 11	<i>Conversión alimenticia de gallinas ponedoras Lohmann Brown por docena de huevos</i>	49
Tabla 12	<i>Peso de gallinas Lohmann Brown para cada tratamiento de minerales durante 12 semanas de experimento.....</i>	51
Tabla 13	<i>Producción de huevos de gallinas Lohmann Brown para cada tratamiento de minerales durante 12 semanas</i>	53
Tabla 14	<i>Consumo de alimento (g/día) de gallinas Lohmann Brown para cada tratamiento de minerales</i>	55
Tabla 15	<i>Tipo de huevo promedio obtenido de los distintos tratamientos evaluados</i>	56
Tabla 16	<i>Conversión alimenticia de los diferentes tratamientos evaluados.....</i>	57
Tabla 17	<i>Peso de los huevos (g) obtenidos en los diferentes tratamientos evaluados durante 12 semanas</i>	58

Tabla 18 <i>Producción de huevos rotos en gallinas ponedoras Lohmann Brown durante 12 semanas</i>	60
Tabla 19 <i>Altura de albúmina (mm) de los huevos en los distintos tratamientos</i>	61
Tabla 20 <i>Color de yema de los huevos en los distintos tratamientos evaluados durante 12 semanas</i>	62
Tabla 21 <i>Unidades Haugh de los huevos en los distintos tratamientos</i>	63
Tabla 22 <i>Resistencia del cascarón (Kgf) de los huevos en los distintos tratamientos evaluados durante 12 semanas</i>	65
Tabla 23 <i>Grosor de la cáscara (mm) en los distintos tratamientos durante 12 semanas</i>	66
Tabla 24 <i>Análisis económico de los tratamientos evaluados en el primer mes</i>	68
Tabla 25 <i>Análisis económico de los tratamientos evaluados en el segundo mes</i>	69
Tabla 26 <i>Análisis económico de los tratamientos evaluados en el tercer mes</i>	70

Índice de figuras

Figura 1 <i>Abanico colorimétrico de Roche</i>	38
Figura 2 <i>Hacienda “El Prado”, galpones de avicultura</i>	40
Figura 3 <i>Croquis experimental</i>	48
Figura 4 <i>Incremento de peso semanal de las aves en cada tratamiento evaluado de minerales orgánicos dentro de la digestión de las aves</i>	52
Figura 5 <i>Producción de huevos en los diferentes tratamientos durante las 12 semanas de prueba</i>	54

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de diferentes niveles de minerales orgánicos (glicinatos) en gallinas de postura Lohmann Brown sobre la calidad del huevo y parámetros zootécnicos, durante un período comprendido entre 50 a 62 semanas de edad de las aves. Se utilizaron 400 gallinas las cuales fueron distribuidas en 80 jaulas con 5 aves cada una con un espacio físico de jaula correspondiente a 565 cm²/ave. Los tratamientos aplicados fueron T0: minerales inorgánicos 100% (alimentación tradicional), T1: minerales orgánicos (B-TRAXIM 2C) 100%, T2: minerales orgánicos (B-TRAXIM 2C) 50% y T3: minerales orgánicos (B-TRAXIM 2C) 25%. El alimento suministrado por ave fue de 120 g/ave/día, mientras que el agua fue consumo ad libitum, las aves tuvieron una semana de adaptación previo al periodo experimental. Los parámetros zootécnicos registrados semanalmente fueron: mortalidad (%), conversión alimenticia, peso del ave (kg), huevos producidos/tratamientos, huevo rotos y consumo de alimento (g/día). Respecto a la calidad del huevo se midió: coloración de yema, peso del huevo (g), resistencia a ruptura (Kgf), altura de albúmina (mm), Unidades Haugh, grosor de cáscara (mm) e índice de calidad (AAA; AA; A; B; C). Para las variables de producción de huevo, masa del huevo y huevos rotos se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,01$), destacando las dietas con minerales orgánicos al 100 y 50%. Para las variables de altura de albúmina y unidades Haugh se destacó el tratamiento con minerales orgánicos al 100%, respecto a las variables de consumo de alimento, conversión alimenticia, peso del huevo, color de la yema, resistencia del huevo, grosor de la cáscara e índice de calidad no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,01$). Al hablar de análisis económico en el último mes la relación beneficio/costo presentó cantidades entre 2,60 y 2,59 respectivamente los tratamientos de minerales orgánicos al 100 y 50%.

Palabras claves: *minerales orgánicos, parámetros zootécnicos, calidad de huevo*

Abstract

The objective of the present study was to determine the effect of different levels of organic minerals (glycinates) in Lohmann Brown laying hens on egg quality and zoo technical parameters, during a period between 50 to 62 weeks of age of the birds. 400 hens were used which were distributed in 80 cages with 5 birds each with a physical cage space corresponding to 565 cm² / bird. The treatments applied were T0: 100% inorganic minerals (traditional food), T1: organic minerals (B-TRAXIM 2C) 100%, T2: organic minerals (B-TRAXIM 2C) 50% and T3: organic minerals (B-TRAXIM 2C) 25%. The feed supplied per bird was 120 g / bird / day, while the water was consumed ad libitum, the birds had a week of adaptation prior to the experimental period. The zoo technical parameters recorded weekly were: mortality (%), feed conversion, bird weight (kg), eggs produced / treatments and feed consumption (g / day). Regarding the quality of the egg, the following were measured: yolk color, egg weight (g), breaking strength (Kgf), albumin height (mm), shell thickness (mm) and quality index (AAA; AA; A; B; C). For the variables of egg production, egg mass and broken eggs, significant differences were found between treatments ($p < 0.01$), highlighting the diets with 100 and 50% organic minerals. For the variables of albumin height and Haugh units, treatment with 100% organic minerals stood out, with respect to the variables of feed consumption, feed conversion, egg weight, yolk color, egg resistance, shell thickness and quality index, there were no significant differences between treatments ($p > 0.01$). When speaking of economic analysis in the last month the benefit / cost ratio presented amounts between 2.60 and 2.59, respectively, the organic mineral treatments at 100 and 50%.

Keywords: *organic minerals, zoo technical parameters, egg quality*

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

La importancia de los minerales en la nutrición y alimentación de las aves está en el hecho de cómo afecta su ausencia en los procesos productivos estudiados. Principalmente el Zinc, Manganeseo y Cobre que tienen un papel importante en los procesos fisiológicos que van desde procesos metabólicos hasta generación de anticuerpos (Joaquin, 2015).

Se considera que los minerales son el tercer grupo limitante en la nutrición animal tanto micro como macro, pero a si mismo tiene una gran importancia para aumentar la producción. Se sabe que existen 15 elementos esenciales que ayudan en el metabolismo de las aves y las mantiene en buen estado como el calcio que ayuda en la coagulación de sangre y formación de la cáscara del huevo; sodio y potasio regulan el balance hídrico; fósforo interviene en el metabolismo de azúcares, grasas y proteínas; magnesio ayuda en el equilibrio de electrolitos, entre otros (Cabrera, 2018).

Los minerales orgánicos están químicamente unidos a moléculas orgánicas de cierta forma, que el mineral se encuentre disponible para el animal, generando un aumento de producción general que a diferencia de los inorgánicos presentan baja disponibilidad siendo insatisfactorio los resultados (Salazar, 2008). La base de alimentar de forma orgánica se centra en la teoría que son similares a las formar que se presentan los minerales en el organismo vivo estando más disponible, por lo que el mineral al entrar al tracto digestivo se encuentre protegido por su forma químicamente inerte, evitando interacciones negativas que unan cationes haciéndolos no disponibles para la absorción (Chica, 2007).

Para que los huevos sean de buena calidad y tengan un buen tamaño, es necesario cubrir las necesidades nutricionales de energía, ácido linoleico, aceite, aminoácidos, vitaminas y minerales resaltando que las gallinas necesitan un nivel de energía metabolizable entre 280 a 300 Kcal/Kg para lograr un buen tamaño de huevo y que se encuentre en buen estado (Cabrera, 2018).

Justificación

En la actualidad las gallinas han ido evolucionando debido a los cambios genéticos desarrollados con el fin de mejorar la producción, pero a su vez estas tienen mayores necesidades nutricionales, por lo que los minerales orgánicos ayudan a gran medida satisfacer dichas necesidades, pues están muy disponibles y de esa manera se puede explotar el potencial genético, viendo la forma más sostenible y económica de producción (Robles, 2016).

Cuando un mineral orgánico ha sido correctamente producido, tiende a ser absorbido en el intestino de manera similar a un di-péptido o a un tripéptido por lo que se hace completamente diferente a la absorción de un mineral inorgánico o a uno que no fue producido adecuadamente, ya que estos luego de ser disociados a nivel de proventrículo y molleja llegan al intestino delgado donde pueden reaccionar estructuras como los fitatos, oxalatos o carbohidratos que son agentes secuestrantes ocasionando así que no esté disponible el mineral y por tanto sea excretado (Chica, 2007).

Por lo que resulta importante que en todo momento se cuente con una base nutricional que permita en cada una de las etapas del ave, contar con la suficiente provisión de nutrientes especialmente los minerales, en razón de que la presencia de estos es determinante en la calidad de cáscara y niveles de producción, especialmente al inicio y durante la tercera fase de producción (50 semanas en adelante), se ha demostrado que en las dietas tradicionales a base de maíz y soya con fuentes de micro

minerales orgánicos, estos mejoran la digestibilidad total aparente y la retención de ciertos micro minerales como Zn, Cu, Mn y Fe, pero cabe mencionar que la digestibilidad no se incrementa en dietas con bajos niveles de fibra incorporada.

Planteamiento del problema

A medida que las gallinas avanzan en edad su requerimientos nutricionales cada vez se vuelven más exigentes ya que intervienen directamente sobre la producción y calidad del huevo por lo que un deficiente suministro de minerales puede afectar al metabolismo y síntesis biológica de proteína o energía, además de que va a tener un fuerte impacto en el costo de producción (Salazar, 2008).

A pesar de que los minerales se los puede encontrar de forma natural en los ingredientes alimenticios su cantidad y biodisponibilidad varía, a pesar de incluirlas en las dietas de forma inorgánica como sulfatos, cloruros, carbonatos por lo que existen diferentes factores que reducen su disponibilidad al momento de que el animal ingiere por lo que se encontraron alternativas que maximizan el resultado de suplementación al unirlos a estructuras orgánicas (Chica, 2007).

Objetivos

Objetivo General

Determinar el efecto de diferentes niveles de minerales orgánicos (glicinatos) (100%; 50% y 25%), en gallinas ponedoras Lohmann Brown, adicionado al alimento concentrado, para evaluar el desempeño productivo y calidad de huevos.

Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de minerales orgánicos (Cobre, Zinc, Hierro Manganeso), sobre parámetros zootécnicos.

- Evaluar el efecto sobre parámetros de calidad de huevo (peso, resistencia, unidades Haugh, altura de albumen, coloración de yema y espesor de cáscara).
- Evaluar económicamente la pertinencia del uso de minerales orgánicos, mediante el análisis económico.

Hipótesis

Hipótesis nula

La suplementación de diferentes niveles de minerales orgánicos (B-Traxim 2C) en la dieta de gallinas ponedoras, no presentó efecto significativo sobre desempeño productivo y calidad de huevo.

Hipótesis alterna

La suplementación de diferentes niveles de minerales orgánicos (B-Traxim 2c) en la dieta de gallinas ponedoras, presentó efecto significativo sobre desempeño productivo y calidad de huevo.

Capítulo II

Revisión de literatura

Minerales orgánicos

Son minerales que se encuentran unidos a moléculas orgánicas, de tal forma que el mineral se encuentra altamente disponible para el animal, debido a no quelatarse con otros compuestos ni formar reacciones indeseadas con componentes dietéticos dentro del tracto gastrointestinal. El uso de estos minerales orgánicos en las dietas ha incrementado la productividad mejorando la función inmune y crecimiento (Cabrera, 2018).

El uso de minerales orgánicos en pre mezclas para dietas de aves de corral se ha sugerido en base a la hipótesis de que dichas fuentes minerales tienen una mayor biodisponibilidad que las fuentes de minerales inorgánicos. Esto significa que las fuentes minerales se pueden agregar a las dietas en concentraciones mucho más bajas que las fuentes minerales inorgánicas, sin un impacto negativo en el rendimiento de las aves de corral. Las fuentes de minerales orgánicos, como las formas de proteínato y aminoácidos, se han utilizado cada vez más en los últimos años debido a su mayor biodisponibilidad y bajas cantidades en el estiércol (Cufadar et al., 2019).

La Asociación de funcionarios estadounidenses de control de alimentación (AAFCO) agrupa a las fuentes orgánicas de minerales en:

Quelato metal aminoácido resulta de la reacción de una sal metal soluble y un aminoácido, con una reacción en mol de 1:1. El metal quelado es capaz de ser absorbido y transportado por la sangre para ser utilizado en el sitio donde se lo necesite, los quelatos también ayudan en el aprovechamiento de calcio y fósforo por parte del tejido óseo (Barcht et al., 1999)

Complejo metal aminoácidos se obtiene a partir de la unión de una sal metal soluble y uno o más aminoácidos, posee bajo peso molecular el aminoácido que no es específico y dependiente de su tamaño se puede aumentar la cantidad de metales (glicinatos, metionina y lisina) (Ramos, 2005).

Metal proteínato resulta de la quelatación de un aminoácido con una sal soluble y una proteína parcialmente hidrolizada. Son de alto peso molecular, mejoran el desarrollo de plumas en pollos y mejora la fragilidad capilar (Ramos, 2005).

Metal polisacárido resulta de la reacción que tiene una sal metal soluble y una solución de polisacáridos, tienen un alto peso molecular, baja solubilidad, absorción por digestión previa. Envuelve a los minerales orgánicos y los protege de la degradación (Palacios, 2007).

Metal ácido orgánico es producto de la unión de una sal metal y un ácido orgánico altamente soluble. Se disuelve rápidamente en el tracto digestivo del animal (Ramos, 2005).

Glicinatos

Las partículas pueden ser mezcladas fácilmente, homogenizando cada tipo de pienso presentando fluidez, a diferencia de los proteínatos estos tienen una mayor ganancia de peso, así como mejor índice de conversión, entre los glicinatos disponibles se encuentran:

Glicinato de cobre. Importante para formación de tejido conjuntivo, ayuda para un buen funcionamiento cerebral y sistema inmunológico, además garantiza el transporte del hierro para la formación de hemoglobina y aumenta la biodisponibilidad de los oligoelementos (Acosta et al, 2009).

Glicinato de manganeso. Protección ante la oxidación, además de síntesis de anticuerpos y sistema inmunitario desarrollando macrófagos, integridad en la piel y

cáscara con salud epitelial. Importante en el sistema reproductivo y en el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas (Valle, 2015).

Glicinato de zinc. Importante para el sistema inmunológico y proceso de cura de enfermedades. Zn-Glicinato es una fuente de Zn orgánica preferida por su buena palatabilidad, estabilidad estructural y neutralidad eléctrica. Los experimentos han demostrado que la suplementación con Zn-Glicinato mejora la morfología intestinal y el rendimiento del crecimiento, aumenta la absorción de Zn en el duodeno y el yeyuno y disminuye la concentración de Zn en las heces en comparación con el grupo de sulfato de zinc (ZnSO₄) en pollos de engorde. Sin embargo, hay pocos informes sobre los efectos de Zn-Glicinato en el estado de los antioxidantes en los criadores de pollos (Zhang et al., 2017).

Glicinato de hierro. Importante para las células sanguíneas, procesos anti oxidativos (Barcht et al., 1999). Se ha demostrado que el quelato de hierro-glicinato se absorbe y se usa mejor que cuando se deriva de otros quelatos de aminoácidos. Además, se ha encontrado que la estabilidad y disponibilidad de los quelatos de glicinato intestinal son un 25% mayor que en los quelatos basados en lisina o metionina. Esto significa que si los pollos reciben las dosis recomendadas de quelato de Fe-glicinato, las aves pueden recibir cantidades excesivas de este mineral, que afecta la estructura ósea (Kwiatkowska et al, 2017).

Proteinato

Estos productos se originan por reacción de una sal soluble del metal con aminoácido y proteína hidrolizada parcialmente. Sin ser de alto peso molecular (Arnaiz, 2017).

Proteinato de cobre. Es una fuente de cobre que está relacionado con aminoácidos que mejoran la biodisponibilidad. El cobre es un mineral que juega

muchos papeles, incluyendo la reducción de células dañadas por las radicales libres síntesis de hemoglobina y la síntesis del colágeno (Nutro, 2015).

El Consejo Nacional de Investigación recomienda que se agregue cobre a una tasa de 2.5 mg / kg a las dietas de gallinas ponedoras y a una tasa de 8 mg / kg a las dietas de pollos de engorde. Sin embargo, el Cu también se puede usar en niveles más altos para la estimulación del crecimiento y con fines terapéuticos. En tal caso, se utilizan las formas de cobre orgánicas (proteínatos y aminoácidos) e inorgánicas (sulfato de cobre, óxido de cobre); sin embargo, se sabe que las formas orgánicas de cobre tienen mejores propiedades de absorción y biodisponibilidad. Se ha informado que, en aves de corral, 100–250 mg / kg de cobre orgánico / inorgánico aumenta el rendimiento y exhibe un efecto antioxidante, mientras que los niveles superiores afectan el rendimiento de manera adversa e inducen un efecto oxidativo (Güçlü et al., 2008).

La suplementación de 150 y 300 mg / kg de proteinato cobre aumenta la producción de huevos, el contenido de huevo aumenta así mismo la glucosa y una disminución en los niveles de albúmina y colesterol total, la suplementación de 450 mg / kg de cobre incrementa las actividades de fosfatasa alcalina y gamma glutamil transpeptidasa, malondialdehído y lipoproteínas de alta densidad, pero disminuye la alanina aminotransferasa y lactato deshidrogenasa (Güçlü et al, 2008).

Proteinato de manganeso. El proteinato de manganeso es un mineral quelatado importante en los animales, con especial importancia para el rápido crecimiento de las aves de corral, puede afectar la deposición de grasa en pollos de engorde, influyendo en las actividades de estas enzimas en los tejidos adiposos abdominales, es un mineral que tiene un papel vital en el funcionamiento adecuado de las células en el cuerpo (Robles, 2016). Es necesario para la formación de los huesos y articulaciones y el funcionamiento neurológico (Nutro, 2015).

Proteinato de zinc. Es una fuente de zinc unida con aminoácidos para mejorar la biodisponibilidad. El zinc es un elemento fundamental involucrado en la salud de la piel y la curación de heridas (Nutro, 2015).

Metionato

Las fuentes orgánicas de zinc más utilizadas son los complejos de aminoácido, metionatos y glicinatos, los metionatos tiene una molécula mayor a los glicinatos. Se conoce que reduce el estrés oxidativo en el cuerpo al aumento los compuestos antioxidantes como el glutatión. El glutatión es idóneo para prevenir el daño a los componentes celulares intestinales que causan los radicales libres, peróxidos y metales pesados. El Metionato incrementa el desarrollo de vellosidades en el intestino delgado, pero también participa en el rendimiento del crecimiento a más de aumentar el desarrollo de plumas (MIPROMA, 2012).

B-Traxim 2C

Se trata de una fuente altamente disponible de glicinatos (Fe (22% Fe); Cu (24% Cu); Zn (26% Zn); Mn (22% Mn) estables tanto en polvo, agua, diferentes pH, premezclas y en el intestino, es un mineral orgánico cristalínico puro, mismo que es elaborado por Pancosma- México (Praga, 2019).

Hierro

El hierro lo podemos encontrar como hierro no heme en las plantas, granos en diferentes concentraciones dependiendo de la planta y del suelo donde se encuentre la planta y en heme en alimentos de origen animal. Este mineral tiene una participación en la formación de hemoglobina, forma parte del plasma como transferrina, forma parte de enzimas encargadas del metabolismo energético y termorregulación, y participa en las moléculas catalasa y per oxidasa que son las encargadas de remover partículas que

son potencialmente tóxicas. El hierro se absorbe principalmente por el duodeno y yeyuno, su porcentaje disminuye conforme se la va incrementando la dosis o cuando aumenta la ferritina circulante. Una vez absorbido se incorpora a la transferrina para circular en la sangre llegando a la médula ósea donde se sintetiza la hemoglobina. Las rutas de eliminación del hierro es a través de las heces y de la orina (Castellano & Shimada, 2017).

Cobre

De forma natural el cobre se lo puede encontrar como óxido, sulfato o carbonato y se lo conoce ya que es esencial en la formación de enzimas como citocromo oxidasa, lisil oxidasa, entre otras que tienen acción en el metabolismo energético o también para mantener la estabilidad de la colágena y elastina. El cobre actúa en la maduración de los glóbulos rojos en la sangre sensibilizando los receptores de GnRH (Flores, 2019).

El cobre forma parte de ciertos pigmentos como es el caso de turacina, el cual es el que da el pigmento a las plumas. Se encuentra en la mayoría de células, pero especialmente en el hígado que actúa como reservorio (McDonald et al., 1995). El déficit de este elemento puede provocar fallas cardíacas o rupturas de la aorta. Una vez absorbido pasa a la bilis donde puede volver al intestino o integrarse a la síntesis de ceruloplasma u otras enzimas. La absorción del cobre se lleva a cabo en el intestino delgado en un porcentaje de 30 a 75 % donde se puede unir a la metalotioneína en la mucosa intestinal haciéndose absorbible (Castellano & Shimada, 2017).

Zinc

Al zinc se le puede encontrar en forma de picolinato, este mineral participa en la replicación y transcripción del ADN, en la absorción de grasas al formar parte de la fosfolipasa A₂ pancreática facilitando la formación de micelas. Su absorción se lleva a

cabo a lo largo del tubo digestivo, pero es mayor en el yeyuno oscilando un porcentaje de absorción entre un 15 y 60 %. Una vez que el zinc podemos encontrar en la sangre, es transportado por las albúminas sanguíneas y no existe el riesgo de acumulación, su secreción se da por vía pancreática y un cierto porcentaje por vía urinaria (Castellano & Shimada, 2017).

Manganeso

El manganeso no se lo puede encontrar en la naturaleza como su forma elemental por lo que ha sido incorporado en la molécula de otros compuestos minerales. Este mineral es cofactor de enzimas que están implicadas en el metabolismo proteínico y energético, además que activa otras enzimas como fosfoenopiruvato. Su absorción se da por vía intestinal entre 1 a 5 %, la disponibilidad del manganeso dependerá de los ingredientes de la dieta ya que los fitatos disminuyen su absorción mientras que la caseína, lactosa e histidina aumenta. La eliminación es en mayor proporción a través de la bilis (Castellano & Shimada, 2017).

Características de las aves Lohmann Brown

Estas gallinas tienen su origen en Alemania, son el resultado de los cruces de hembras Leghron blanca con machos Warren rojo, bajo una selección desde hace varios años ha dado como resultado la ponedora que lidera el mercado mundial. Produce huevos marrones de un tamaño XL. Tiene un consumo de alimento de 110-120 g/día en producción y un levante de cría del 98% (Lohmann Tierzucht, 2013).

Tabla 1*Metas de producción Lohmann Brown-Classic*

Edad en semanas	No. de huevos por A.A	Postura %		Peso del huevo g		Masa de huevo g/A.D kg/A.D	
	Acumulado	por A.A	por A.D	en Semana	Acumulado	en Semana	Acumulado
45	162,3	89,5	91,7	65,1	60,9	59,8	9,88
46	168,5	89,1	91,4	65,3	61,1	59,7	10,29
47	174,7	88,7	91,1	65,5	61,2	59,7	10,70
48	180,9	88,2	90,7	65,7	61,4	59,6	11,10
49	187,0	87,7	90,3	65,8	61,5	59,4	11,51
50	193,1	87,2	89,8	66,0	61,7	59,3	11,91
51	199,2	86,7	89,4	66,1	61,8	59,2	12,31
52	205,2	86,2	89,0	66,3	61,9	59,0	12,71
53	211,2	85,7	88,6	64,4	62,1	58,9	13,11
54	217,2	85,1	88,1	66,5	62,2	58,6	13,51
55	223,1	84,6	87,6	66,6	62,3	58,4	13,90
56	229,0	84,0	87,1	66,7	62,4	58,2	14,29
57	234,8	83,5	86,7	66,8	62,5	57,9	14,68
58	240,6	82,9	86,1	66,9	62,6	57,7	15,07
59	246,4	82,3	85,6	67,0	62,7	57,4	15,46
60	252,1	81,7	85,1	67,1	62,8	57,1	15,84
61	257,8	81,1	84,5	67,2	62,9	56,8	16,22
62	263,4	80,5	84,0	67,3	63,0	56,6	16,60

Nota: Recuperado de Ibertec.es. Copyright 2013 por Lohmann Tierzucht. Reprinted with permission

Al hablar de los requerimientos nos enfocamos en el alimento para poder cubrirlos, pero el consumo de alimento puede verse afectado por el peso corporal, la temperatura, la textura del alimento y con un manejo del alimento cubriendo los requerimientos obtendremos una buena condición del plumaje, así como una buena producción. Durante las diferentes etapas de crecimiento de las gallinas se las debe alimentar con diferentes contenidos en el alimento, pues en cada fase tiene diferentes requerimientos, cuando las gallinas ya se encuentren en la fase para entrar a la postura, se debe suministrar el doble de calcio y en la fase de desarrollo es recomendable

disminuir la densidad de nutrientes y aumentar el contenido de fibra cruda y de esta manera mejorar la capacidad de ingesta, además que una buena dieta ayuda para cubrir los requerimientos de la masa máxima de los huevos (Lohmann Tierzucht, 2013).

Tabla 2

Requerimientos nutricionales para gallinas ponedoras de huevo marrón

Nutriente	Huevos marrones		Desempeño		Regular-medio	
Peso corporal, Kg	1,850		1,940		1,980	
Ganancia, g/día	1,0		0,5		0,1	
Masa de huevo, g/día	58,0		56,0		51,0	
Energía Metab. Kcal/día	325		323		312	
Energía Metab. Kcal/kg	2,850		2,850		2,850	
Energía Neta, kcal/kg	2280		2280		2280	
Consumo, g/día	114,4		113,5		109,4	
Proteína Cruda Total, %	14,92		14,46		13,76	
Proteína Cruda Digestible, %	13,41		13,00		12,37	
Calcio %	3,769		3,789		3,930	
Fósforo Digestible, %	0,280		0,282		0,292	
Potasio, %	0,438		0,441		0,457	
Sodio, %	0,175		0,176		0,183	
Cloro, %	0,158		0,159		0,650	
Ácido Linoleico, %	1,052		1,057		1,097	
Aminoácidos	Dig	Total	Dig	Total	Dig	Total
Lisina, %	0,745	0,837	0,722	0,811	0,687	0,772
Metionina, %	0,402	0,444	0,390	0,430	0,371	0,409
Metionina + Cisteína, %	0,730	0,812	0,708	0,787	0,673	0,749
Treonina, %	0,574	0,670	0,556	0,646	0,529	0,618
Trptófano, %	0,171	0,193	0,166	0,187	0,158	0,178
Arginina, %	0,745	0,804	0,722	0,779	0,687	0,741
Glicina + Serina, %	0,574	0,670	0,556	0,649	0,529	0,618
Valina, %	0,693	0,778	0,671	0,754	0,639	0,718
Isoleucina, %	0,581	0,653	0,563	0,633	0,536	0,602
Leucina, %	0,909	0,996	0,881	0,965	0,838	0,919
Histidina, %	0,216	0,234	0,209	0,227	0,199	0,216
Fenilalanina, %	0,484	0,527	0,469	0,511	0,447	0,486
Fenilalanina + Tirosina, %	0,879	0,963	0,852	0,933	0,811	0,888
Nitrógeno Esencial, %	0,944	1,050	0,915	1,018	0,871	0,968

Nota: Recuperado de Nutri.files. Copyright 2017 por Rostagno, S. et al. Reprinted with permission

Tabla 3

Niveles de suplementación de micro minerales de fuentes orgánicas para aves de reposición, ponedoras y reproductoras

Ave Tipo	Aves de Reposición			
	Inicial	Cría	Postura	Reproductoras
Micro minerales orgánicos	mg/kg Ración			
Cobre	4,58	3,61	3,98	4,34
Hierro	22,91	18,07	19,88	21,68
Manganeso	32,83	25,90	28,49	31,08
Selenio	0,138	0,109	0,120	0,131
Zinc	30,54	24,09	26,5	28,91
Proporción	1,27	1,00	1,10	1,2

Nota: Recuperado de Nutri.files. Copyright 2017 por Rostagno, S. et al. Reprinted with permission

Calidad de huevo

Se conoce bien respecto a las ventajas del huevo, tanto su aporte nutricional, textura, color y sabor sin mencionar que es un alimento rápido de cocinar y delicioso al probar, que hoy en día es el alimento generalizado en todo el mundo, por lo que ha creado una actividad económica (Instituto de Estudios del Huevo, 2009).

Los huevos no deben tener residuos de plaguicidas, o ninguna otra sustancia peligrosa, en caso de tenerlo debe ser cantidades mínimas admitidas por las regulaciones vigentes, caso de no existir, se puede adoptar las recomendaciones del Codex alimentarius (INEN, 2013).

Al hablar sobre calidad de huevo nos referimos a características a nivel comercial como peso, color de la cáscara, forma, grado de limpieza y dureza de la cáscara por lo que existen factores que pueden modificar estas características, tales son la edad, ambiente, sanidad, alimentación entre otras (Barragán, Garcés, & Soler, 2011).

En general la calidad del huevo es la suma de varias características que influyen en las preferencias del consumidor por lo que dentro de las 25 horas que dura aproximadamente la formación del huevo, las cinco primeras son muy importantes respecto a la calidad interna, en las 20 siguientes es donde se hidrata la albúmina y se forma la cáscara (Ortiz & Mallo, 2013).

Peso

El peso vivo de las gallinas es variable y está correlacionado con el peso del huevo de manera negativa, es decir que las gallinas que tienen un mayor peso producen huevos con menor peso y viceversa (Juárez et al., 2016).

Desde el momento de la puesta hasta el almacenamiento el huevo va sufriendo diferentes cambios ya que conforme se va enfriando a temperatura ambiente va perdiendo agua por los poros de la cáscara y a su vez se escapa el dióxido de carbono de la albúmina por lo que progresivamente existe una pérdida de peso y baja la calidad de la albúmina. Lo recomendable para evitar estas pérdidas durante el almacenamiento es mantener al huevo a una humedad relativa entre 80 -85%, con esta humedad se retarda el crecimiento de los hongos, pero evita la excesiva pérdida por evaporación (Williams, 1992).

Se establecen cuatro categorías para la comercialización de los huevos de categoría A, en función del peso que presente, siendo estos:

Tabla 4*Clasificación de huevo fresco de gallina por su masa*

Tipo (tamaño)	Masa Unitaria en g		Masa por docena en g		Masa por 30 huevos en g	
	Mínimo (\geq)	Máximo (\leq)	Mínimo (\geq)	Máximo (\leq)	Mínimo (\geq)	Máximo (\leq)
I Supe grande	76	-	912	-	2280	-
II Gigante	70	76	840	912	2100	2280
III Extra grande	64	70	768	840	1920	2100
IV Grande	58	64	696	768	1740	1920
V Mediano	50	58	600	696	1500	1740
VI Pequeño	46	50	552	600	1380	1500
VII Inicial	-	46	-	552	-	1380

Nota: Recuperado de Inen.com. Copyright 2013 por Inen. Reprinted with permission

Mencionado antes la calidad del huevo se ve afectada por diferentes factores como edad del ave, genotipo, efectos del clima y medio ambiente, nutrición, la muda forzada y el almacenamiento, entre otros; respecto a la muda forzada se ha visto que descarta la prontitud con que los huevos puestos en el momento de la muda son superiores a los puestos antes (Williams, 1992). Para determinar la calidad de un huevo se debe tener en cuenta la forma, el color, la resistencia a la ruptura, su olor y sabor, entre otros.

Tabla 5*Huevo de gallina de acuerdo con su grado de calidad*

	Grado A	Grado B
Cascarón y cutícula	Normal, intacta, limpia	Normal e intacta, manchas mínimas no propias del producto.
Cámara de aire	Su altura no excede de los 9 mm, inmóvil	Su altura no excederá los 15 mm, inmóviles
Clara	Transparente, limpia de consistencias gelatinosas, exenta de cuerpos extraños	Transparente, limpia de consistencias gelatinosas. Se admiten manchas de sangre o carne hasta 3 mm
Yema	Visible al trasluz, sin contorno aparente, exenta de cuerpo extraños	Visible a trasluz, bajo forma de sombra solamente; pequeña separación en caso de rotación de huevo. Se admite manchas de sangre o carne hasta 3 mm
Olor y sabor	Exento de olores y sabores extraños	Exento de olores y sabores extraños

Nota: Recuperado de Inen.com. Copyright 2013 por Inen. Reprinted with permission

Cáscara

En la cáscara se puede apreciar grietas, manchas y los defectos que se presentan por una mala calcificación, también se ve las manchas de sangre por lo que la calidad de la cáscara se la puede evaluar de forma visual (Castón, 2018).

La cáscara se encuentra formada por 94% carbonato cálcico, procedente del CO₂ de la sangre por lo que al aumentar este gas en la sangre es más fácil la deposición de carbonato, lo que se llega a decir que a mayor altitud mayor grosor de las cáscaras, pero la deposición de calcio si depende de la alimentación, pero la mayor

absorción se ha demostrado que se da en las horas del día, a pesar de que la deposición en el huevo se da en horas de oscuridad (Barragán et al., 2011).

La formación y pigmentación de la cáscara tiene lugar después que finaliza el proceso de rehidratación de la clara y este proceso tiene una duración de 14 horas aproximadamente, la deposición de calcio empieza aproximadamente 10 horas después de la ovulación que ocurre normalmente por la mañana. La pigmentación de la cáscara de huevo está dada por la genética y se realiza por el depósito de protoporfirinas procedentes de la hemoglobina. Las aves juveniles tienen una mayor producción de pigmento (Castillo & Ródenas, 2018).

Huevos con grietas

Son huevos que la cáscara no tiene la dureza necesaria para tener una buena calidad y esto es debido a la deficiencia de calcio o vitaminas, infecciones, exceso de claro o por agua contaminada (Gairal, 2019).

Huevos ásperos

Esta clase de huevos se presenta por un exceso de calcio y una ausencia de la cutícula orgánica, además que esta clase de huevos pueden ser atacados fácilmente por microorganismo no deseados, estos huevos son muy común en las gallinas que son criadas en jaulas (Albán, 2018).

Huevos estriados

Esto normalmente puede ocurrir debido que la gallina sea joven o su aparato reproductor aún no se encuentre completamente formando, pero también se presenta en gallinas que viven en hacinamiento o que se encuentran estresadas, aunque el huevo es apto para el consumo no se demuestra una buena condición de la gallina (Bonilla, 2017).

Huevo sin cáscara

Huevos en los que el contenido está protegida por la membrana externa, y esto es causado por deficiencias de calcio o vitaminas, estrés, presencia de mico toxinas, pero también se le puede atribuir a ciertas enfermedades como Newcastle o Bronquitis infecciosa (Gairal, 2019)

Forma

El huevo tiene una forma esférica también conocida como ovoide, pero existen varios factores que pueden alterar esta forma, y esto hace referencia a aquellos huevos que son demasiado pequeños o grandes y a su vez a aquellos que son asimétricos. Los huevos asimétricos se producen en el proceso de calcificación por una capa de calcio depositada encima, este efecto ocurre cuando la iluminación es incorrecta, estrés o hacinamiento y este defecto va incrementando a medida que la edad de la gallina también incrementa (López et al., 2002).

Tabla 6

Características físicas que el huevo debe tener

Parámetro	Mínimo	Máximo	Unidades	Método de ensayo
Color de la yema	7	12	Unidades de color	Abanico colorimétrico para yema
Grado de frescura	70	110	Unidades Haugh	Medición de Unidades Haugh
Cámara de aire	-	15	Milímetros	Ovoscopía
Espesor de la cáscara	0,28	0,37	Milímetros	Medición directa

Nota: Recuperado de Inen.com. Copyright 2013 por Inen. Reprinted with permission

Albumen

La albúmina es un factor importante al hablar de calidad de huevo, es decir si ésta se encuentra espesa y firme, apretada a la yema se puede decir que el huevo es de buena calidad, pero para hablar de mala calidad ésta debe estar fluida y acuosa pero la viscosidad de la albúmina depende de la proteína ovo mucina (Swanson, 1980).

La proteína ovo mucina es 4 veces mayor en el momento de la puesta y a medida que pasa el tiempo va decreciendo debido a un incremento del pH lo que provoca una fluidez en la albúmina, además de que el albumen puede verse afectado por enfermedades presentes o por la edad del ave (Verdezoto, 2019).

La altura de la albúmina se incrementa a medida que el peso del huevo es mayor, además de que la cantidad de clara presente dependería de un equilibrio en la dieta de aminoácidos (Martínez et al., 2013).

Unidades Haugh

Las Unidades Haugh son consideradas como el valor más utilizado de forma universal por su exactitud como indicador de calidad proteínica basado en la altura de albúmina. La medición de frescura se la realiza a través de las Unidades Haugh, la cual posee una tabla con una escala que va desde 0 a 110, donde a medidas que menor sea el valor mayor será el envejecimiento (INEN, 2013).

Un cierto número de investigadores han determinado que las Unidades Haugh disminuyen de forma considerable durante las primeras 24 horas por lo que retrasar el tiempo entre recoger y almacenar no es recomendable pero el principal problema que afecta a la frescura de los huevos es la edad del ave, ya que a mayor edad presenta menor unidades Haugh (Williams, 1992).

Tabla 7

Relación de la calidad del huevo con las unidades Haugh

Unidades Haugh	Descripción cualitativa
100	-
90	Excelente
80	Muy bueno
70	Aceptable
65	Marginal
60	Resistencia del consumidor
55	Pobre
50	Inaceptable
0	-

Nota: Recuperado de TecnoVet. Copyright 1998 por Arias, J. L. M., & Fernández, M. S.

M. Reprinted with permission.

Una vez pesado el huevo, y obtenido los valores de la albúmina realizamos la siguiente fórmula:

$$U.H = 100 \text{Log}_{10} \left[A - \frac{\sqrt{G(30P^{37} - 100)}}{100} + 1,9 \right]$$

Donde:

U.H= Las unidades Haugh

A= Altura de albúmina (mm)

G= 32,2

P= Peso del huevo (g)

Se saca un valor para cada muestra y se obtiene un valor, el cual se compara con la tabla 7 para clasificar a los huevos por su nivel de frescura (INEN, 2013).

Color de la yema

El color uniforme de la yema tiene cierta influencia en las preferencias de los consumidores, por lo que algunos productores están dispuestos a pagar por aditivos de pigmentantes sintéticos. El color de yema proviene de los oxicarotenoides que

normalmente se los conoce como pigmentos xantofílicos que se encuentran en los piensos de las aves, pues estos compuestos son producidos por las plantas, microorganismos e incluso por crustáceos. Pero solo aquellos pigmentos xantofílicos que poseen grupos funcionales que contienen oxígeno son capaces de pigmentar la yema del huevo, tomando en cuenta también que a medida que mayor ingiere los oxicarotenoides existen un descenso en la parte que se deposita en la yema (Karunajeewa, 1984).

Un método fácil de medición es mediante el abanico colorimétrico donde se procede a marcar la lámina que corresponde al color de la yema que será medido en una superficie blanca evitando cualquier reflejo, de igual manera se toma un dato para cada muestra para obtener un promedio (INEN, 2013).

Figura 1

Abanico colorimétrico de Roche



Nota: El gráfico representa un método simple que se puede utilizar para medir el color de la yema. Tomado de Carophyll, por DMS, 2016.

NABEL DET 6000

Es un analizador de huevos que está compuesto por una impresora, bandeja transparente, espejo, calibre para medir el espesor de la cáscara. En dicho instrumento se puede medir la índice de yema donde divide la altura de la yema para el diámetro de la yema, altura de albúmina mediante un láser paralelo y sensor de línea, fuerza de cáscara por un motor de pulso, color de yema mediante LED blanca y sensor RGB,

grosor del cascarón mediante un calibrador digital y Unidades Haugh mediante la fórmula $HU = 100 \times \log (H - 1,7 W^{0,37} + 7,6)$ donde H es altura de albúmina y W peso del huevo, tiene un tiempo de medición de 17 segundos (NABEL Co., Ltd., 2016).

Capítulo III

Métodos y Materiales

Ubicación del área de investigación

Ubicación política

- Provincia: Pichincha
- Cantón: Rumiñahui
- Parroquia: San Fernando
- Lugar: Hacienda El Prado
- Galpón de avicultura

Ubicación geográfica

- Longitud: 78°24'44" Oeste
- Latitud: 0°23'20" Sur
- Altura: 2748 msnm

Figura 2

Hacienda "El Prado", galpones de avicultura



Nota: El gráfico representa la ubicación donde se desarrolló el proyecto de investigación. Tomado de Google Maps, 2020.

Ubicación ecológica

Ubicado a 2748 metros sobre el nivel del mar, su piso altitudinal es montano alto. Al contar con estación meteorológica se puede obtener datos como la heliófila que tiene un promedio de 3,24 horas/día, humedad relativa de 65,22%, precipitaciones de 11166 mm/año aproximadamente, velocidad de viento de 2,55 m/s y una temperatura promedio de 15°C.

Materiales de campo

- Computadora
- Libreta
- Impresora
- Memoria extraíble
- Libros sobre el tema
- Carro de transporte de balanceado
- Carro de transporte de huevos
- Cubetas de huevo
- 400 gallinas ponedoras Lohmann Brown Classic de 50 semanas
- Planta de alimentos concentrados
- 80 Jaulas de 565 cm²/ave (54 cm x 55 cm)
- Alimento balanceado
- Envases dosificadores
- Balde plástico de capacidad de 20 litros
- Cámara de fotos
- Balanza mecánica
- Balanza electrónica (capacidad 5kg)

Materiales de laboratorio

- Mandil
- Espátula
- Fundas plásticas 8x12 cm
- Balanza analítica
- Minerales orgánicos B-Traxim 2C (Fe, Cu, Zn, Mn)
- Analizador NABBEL DET 6000

Tratamientos experimentales

El presente experimento se realizó en el Taller de campo de aves de postura comercial, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, la línea genética de las aves fue Lohmann Brown Classic, con una edad de 50 semanas y un porcentaje de 87.2% de postura. Las aves fueron dispuestas bajo un diseño completamente al azar, con un espacio físico de jaula correspondiente a 565 cm²/ave alojada en un entorno idéntico y de condición medio ambiental. Los datos fueron recopilados diariamente, para lo cual se abrieron registros individuales para cada tratamiento en los que se registró en forma diaria los diferentes parámetros para posteriormente ser evaluados. En forma semanal se tomó una muestra de 30 huevos por tratamiento para ser evaluado en el Analizador de Calidad de Huevos NABBEL DET 6000, el cual nos proporcionó datos referentes a la calidad de huevo.

Tabla 8*Tratamientos experimentales*

Niveles de inclusión	Código	Repeticiones	Número de	Aves totales por
B Traxim (dieta)		(Número de jaulas)	aves por repetición	tratamiento
100% Minerales Inorgánicos	T0	20	5	100
100% Minerales Orgánicos	T1	20	5	100
50% Minerales Orgánicos	T2	20	5	100
25% Minerales Orgánicos	T3	20	5	100
Total de aves empleadas en el experimento				400

Nota: distribución del experimento

Dietas

La composición nutricional de la dieta cumplió con los estándares requeridos por la línea genética, en concordancia con las recomendaciones de minerales de las aves objeto del estudio; Los glicinatos B Traxim (Fe; Cu; Zn; Mn), fueron suplementados utilizando su matriz en la fórmula a razón de 100%; 50% y 25% de contenido mineral en la dieta. La presentación del alimento fue en harina. El experimento tuvo un periodo de adaptación de una semana antes, de acuerdo con el esquema planteado. Se enviaron muestras de 300 g de materias primas (maíz, harina de soya, afrecho de arroz,

harina de palmiste) para análisis de micro minerales (Fe; Cu; Zn; Mn) y aminoácidos. Los detalles de la composición de la dieta se ajustaron en consecuencia y de ser necesario.

Tabla 9

Suministro de minerales orgánicos (B-TRAXIM 2C)

Tratamiento	No. Aves	Cons. Alimento	Duración prueba	Adición. Min orga (g) por 100Kg de tratamiento			
% Inclusión	Por tratamiento	gramo/ave/día	Días	Cobre	Hierro	Zinc	Manganeso
Testigo	100	120	84	0	0	0	0
100	100	120	84	1,67	9,10	11	13
50	100	120	84	0,83	4,55	5,50	6,50
25	100	120	84	0,41	2,27	2,75	3,25

Nota: Esta tabla muestra el nombre de cada tratamiento, el número de repeticiones y el total de aves utilizada

Tabla 10*Composición nutricional de la dieta base suplementada a las aves*

Nutrientes	Aporte nutritivo / dieta			
	T0	T1	T2	T3
E.M Aves MC	2,85	2,85	2,85	2,85
Sodio %	0,179	0,179	0,179	0,179
Cloruro %	0,229	0,229	0,229	0,229
Proteína total %	19,00	19,00	19,00	19,00
Fósforo total %	0,39	0,39	0,39	0,39
Fósforo disponible %	0,57	0,57	0,57	0,57
Calcio %	4,00	4,00	4,00	4,00
Aminoácidos (% de dieta)				
Gli+Serina Digestible	1,745	1,744	1,745	1,745
Arginina Digestible	1,252	1,254	1,255	1,255
Lisina Digestible	0,997	0,997	0,997	0,997
Metionina Digestible	0,505	0,505	0,505	0,505
Met + Cis Digestible	0,798	0,798	0,798	0,798
Triptófano Digestible	0,219	0,219	0,219	0,219
Treonina Digestible	0,71	0,71	0,71	0,71
Histidina Digestible	0,471	0,471	0,471	0,471
Isoleucina Digestible	0,877	0,877	0,878	0,877
Leucina Digestible	1,606	1,605	1,606	1,606
Fenilalanina Digestible	0,922	0,922	0,923	0,922
Fen+Tir Digestible	1,479	1,479	1,479	1,479
Glicina Digestible	1,658	1,664	1,661	1,658
Valina Digestible	0,919	0,919	0,919	0,919

Nota: Se muestra el porcentaje de aporte de cada nutriente a las diferentes dietas.

Análisis funcional

En todas las variables a medir se realizó un análisis de varianza para determinar los tratamientos significativamente diferentes según la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 99%. Previo al análisis se verificará los supuestos de ANOVA: normalidad de datos y la homogeneidad de varianza.

Aves

Este experimento utilizó gallinas de la línea genética Lohmann Brown, de 50 semanas de edad en período de postura, por un lapso de tiempo de 12 semanas (hasta las 62 semanas de edad). En forma diaria se controló a las aves y se registraron los diferentes parámetros zootécnicos y de calidad de huevo objeto de estudio, las anomalías presentadas se trataron según fue necesario.

Alojamiento

El número de aves por jaula fue de 5 y el espacio por ave, fue de 565 cm²/ave alojada, espacio que está de acuerdo con la legislación vigente y las prácticas de producción del proyecto avícola. El alimento será suministrado durante 12 semanas 120 g/ave/día, mientras que el agua se suministrará para consumo ad libitum. El régimen de temperatura e iluminación estará de acuerdo con la recomendación de la línea genética.

Periodo de Prueba

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Proyecto Avícola de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - IASA. Las gallinas ponedoras correspondían a la línea Lohmann Brown, de una edad de 50 semanas, para las cuales, bajo un diseño completamente aleatorizado (DCA), se distribuyeron aleatoriamente 4 tratamientos y 20 repeticiones, durante un período de tiempo de 84 días.

Durante 12 semanas se les ofreció el alimento con los niveles de B-Traxim ya establecidos a razón de 120 g/ave/día. Las aves tuvieron un período de adaptación a las dietas experimentales de 1 semanas antes del período experimental. El alimento completo se elaboró en la planta de alimentos de la carrera, la formulación fue a base de maíz - harina de soya de acuerdo con el estado fisiológico y el requerimiento de las

aves. Las dietas fueron iso-calóricas, iso-proteicas e iso-fosfóricas de tal manera que no altere los resultados productivos. El alimento se fabricó en forma semanal, a fin de mantener el alimento fresco. Del mismo modo, antes de iniciar el ensayo, se realizó una evaluación de la calidad de huevos el mismo que nos sirvió de punto de partida y comparación para las pruebas posteriores, a efectuarse en los diferentes tratamientos.

Las variables que se registró para su análisis fueron: % postura; % mortalidad; Ganancia de peso; I.C.A.; Consumo de alimento, esta evaluación se repitió en forma diaria durante todo el periodo que duró el experimento. La valoración de los parámetros de calidad de huevos (Coloración de la yema, resistencia a la ruptura del cascarón, peso del huevo, altura de albúmina, Unidades Haugh, grosor de la cáscara, índice de calidad) se realizaron en forma semanal en una muestra de 30 huevos/tratamiento, en los que se evaluó el efecto de los tratamientos. Para este propósito, se utilizó el analizador de huevos NABBEL DET6000.

Modelo matemático

El experimento se realizó mediante un diseño completamente al azar, para todas aquellas variables que cumplen normalidad y homocedasticidad se realizó Duncan al 1%, para aquellas variables que no cumplen con estos parámetros se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis que se basa en la suma de rangos asignados a las observaciones dentro de cada tratamiento, el siguiente modelo estadístico corresponde a un DCA:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta experimental

μ = media general

D_i = efecto de la i -ésima dieta

ε_{ij} = Error experimental

Figura 3

Croquis experimental

T3	T3	T2	T1	T3	T1	T0	T1	T0	T1	T2	T0	T2	T0	T3	T0	T1	T2	T0	T3	T2	T3	T2	T1	T0	T2	T0	T3
T2	T0	T2	T1	T2	T3	T3	T2	T1	T3	T0	T1	T0	T3	T3	T0	T2	T0	T3	T1	T0	T3	T2	T3	T1	T0		
T2	T2	T0	T1	T2	T1	T1	T0	T2	T1	T1	T0	T1	T2	T1	T1	T2	T1	T3	T3	T2	T0	T3	T3	T0	T3		

Nota. El gráfico representa la distribución de los tratamientos de forma aleatoria dentro del galpón de avicultura.

Mediciones experimentales

Durante las 12 semanas se evaluaron parámetros zootécnicos y parámetros sobre la calidad del huevo tanto de forma diaria como de forma semanal dependiendo de la variable, las variables fueron las siguientes:

- Mortalidad %
- Conversión alimenticia
- Peso del ave (Kg)
- Huevos producidos/ tratamiento
- Consumo de alimento (g/día)
- Masa del huevo
- Peso del huevo (g)
- Huevos rotos
- Coloración de yema
- Resistencia a ruptura de cáscara expresada en kilogramos fuerza
- Altura de la albúmina
- Grosor de la cáscara en mm

- Índice de calidad (AAA, AA, A, B, C)

Evaluación de parámetros zootécnicos

Para la mortalidad se llevaba un registro diario de la cantidad de gallinas existentes en cada jaula, para la variable de huevos producidos y huevos rotos se realizó de forma diaria al mismo tiempo que se recogía los huevos.

La conversión alimenticia se describe como los kilogramos de alimento que se requiere para lograr un kilogramo de producto, en gallinas de postura lo que nos interesa en la producción son los huevos. Tomando en cuenta el consumo de alimento semanal en Kg y los huevos producidos, tenemos la siguiente formula (Savage, 1989).

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Total kg de alimento consumido}}{\text{Total docena de huevos}}$$

Tabla 11

*Conversión alimenticia de gallinas ponedoras
Lohmann Brown por docena de huevos*

Edad (semanas)	Valor referencial
30	1,51
34	1,48
38	1,48
42	1,48
46	1,48
50	1,49
54	1,50
58	1,51
62	1,52
64	1,59

Nota: Recuperado de Ibertec.es. Copyright 2013 por Lohmann Tierzucht. Reprinted with permission

Para la variable masa de huevo que suele ser uno de los mejores parámetros cuando nos referimos a productividad ya que toma en cuenta el peso de los huevos es necesario conocer el peso de huevos y el porcentaje de postura, aplicando la siguiente fórmula (Bell, 1981).

$$\text{Masa del huevo} = \frac{\% \text{ postura} \times \text{peso medio del huevo}}{100}$$

El peso de las aves se midió en Kg una vez por semana durante las 12 semanas, para el consumo de alimento se recogía el alimento sobrante el día siguiente y se pesaba, así por diferencia obtener la cantidad de alimento consumido, las variables respecto al huevo se midieron utilizando en analizador NABBEL DET 6000 y finalizando con la mortalidad se midió de forma diaria en relación a la cantidad de aves vivas.

Análisis económico

Mediante el análisis de costos fijos y costos variables se realizó un análisis de la rentabilidad del uso de los minerales orgánicos a través del indicador beneficio/costo que toma en consideración los egresos y los ingresos totales correspondientes a la venta de huevos

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

Capítulo IV

Resultados y Discusión

Mortalidad

Durante el experimento no se registraron muertes en los diferentes tratamientos durante el periodo de tiempo que duro el experimento.

Peso de las aves

Los pesos de las aves en Kg registrados durante el periodo de investigación fueron: 1,99; 2,0; 2,01 y 2,05 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 12

Peso de las gallinas (Kg) Lohmann Brown para cada tratamiento de minerales durante 12 semanas de experimento

Tratamiento	Promedio	D.E	p-valor = 0,007
Minerales inorgánicos 100%	1,99	0,21	b
Minerales orgánicos 100%	2,00	0,20	b
Minerales orgánicos 50%	2,01	0,20	ab
Minerales orgánicos 25%	2,05	0,22	a

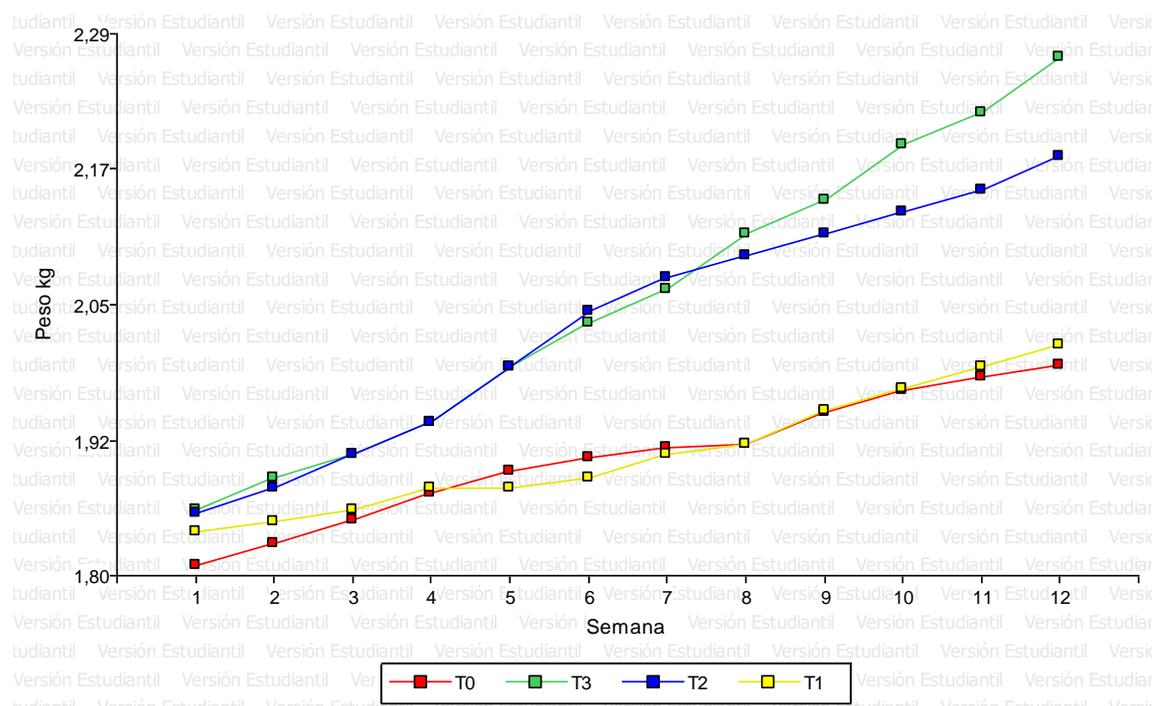
Nota: Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Duncan ($p < 0,01$).
D.E: Desviación estándar

Podemos observar que el peso de las gallinas Lohmann Brown presentó diferencias significativas entre tratamientos, los minerales orgánicos 25% presentaron un mayor peso promedio de gallinas de 2,05 Kg en comparación al minerales orgánicos e inorgánicos al 100% que presentaron un peso promedio de 1,99 y 2,00 Kg respectivamente, siendo el más alto el tratamiento T3 y el más bajo el tratamiento T0, compartiendo este rango con el tratamiento T1.

Según Hill, (1989) menciona que una gallina con mayor peso se puede entender por saludable, menos mortalidad y un mejor índice de conversión alimenticia, además de que es una característica fácil de cuantificar. A pesar de esto Juárez, A. et al (2016) realizaron un estudio en México sobre el efecto del fenotipo sobre el peso del huevo y peso vivo de la gallina en traspatio donde mencionan que el peso de las gallinas es inversamente proporcional a la masa del huevo es decir a mayor peso vivo menor masa de huevo. El resultado encontrado se debe por la disponibilidad de los minerales

Figura 4

Incremento de peso semanal de las aves en cada tratamiento evaluado de minerales orgánicos dentro de la digestión de las aves



Nota: El gráfico representa el peso ganado en las aves durante el periodo de prueba (12 semanas) en los diferentes tratamientos evaluados.

Huevos producidos/tratamiento

Las producciones de huevos registrados durante el periodo de investigación fueron: 89,01; 91,18; 91,56 y 88,99 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 13

Producción de huevos de gallinas Lohmann Brown para cada tratamiento de minerales durante 12 semanas

Tratamiento	Promedio	D.E	p-valor < 0,0001
Minerales inorgánicos 100%	89,01	0,30	b
Minerales orgánicos 100%	91,18	0,34	a
Minerales orgánicos 50%	91,56	0,28	a
Minerales orgánicos 25%	88,99	0,31	b

Nota: Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Duncan ($p < 0,01$).

D.E: Desviación estándar

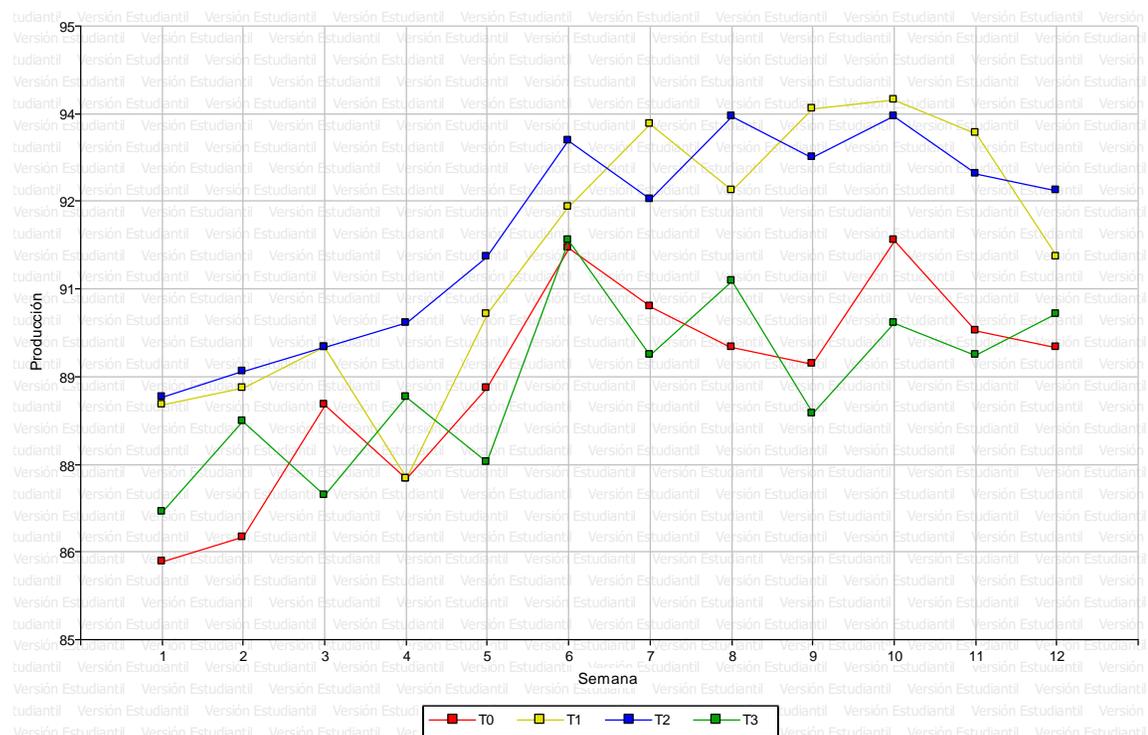
Podemos observar que la producción de huevos en gallinas Lohmann Brown presenta diferencias significativas, una dieta con minerales orgánicos al 100 y 50 % presentan una producción promedio de huevos de 91,18 y 91,56 respectivamente, demostrando ser los mejores tratamientos en comparación a los otros.

Como se menciona en un estudio realizado por Gheisari, Gheisari, Samie, Sanei & Toghyani (2010), evaluaron el efecto de las fuentes de zinc, magnesio y cobre (inorgánico versus orgánico) en la dieta sobre la producción de huevos y las características de la calidad del cascarón del huevo, trabajaron con 180 gallinas de Hy Line W-36 a las 38 semanas de edad alimentadas hasta la semana 53, en tres tratamientos experimentales. Se encontró que las dietas de maíz y soja complementadas con las formas orgánicas de Zn, Mn y Cu en dosis de 50% a 75% son

suficiente para mantener el rendimiento de puesta y puede mejorar las cualidades de la cáscara del huevo y la albúmina. Este resultado encontrado se debe a que a dosis desde 50% de minerales orgánicos las gallinas suplen sus requerimientos de manera correcta observando su buena alimentación en su producción.

Figura 5

Producción de huevos en los diferentes tratamientos durante las 12 semanas de prueba



Nota: El gráfico representa la producción de huevos que se tuvo semanal donde se observa sus incrementos y sus caídas en los diferentes tratamientos evaluados.

Consumo de alimento

El consumo de alimento en g/ave/día registrado durante el periodo de investigación fueron: 11051,61; 11103,08; 10972,06 y 10941,24 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 14

Consumo de alimento (g/día) de gallinas Lohmann Brown para cada tratamiento de minerales

Tratamiento	Promedio	D.E	p- valor = 0,9614
Minerales inorgánicos 100%	11051,62	2170,71	a
Minerales orgánicos 100%	11103,08	2182,64	a
Minerales orgánicos 50%	10972,06	2164,32	a
Minerales orgánicos 25%	10941,24	2157,63	a

Nota: Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Duncan ($p > 0,01$).

D.E: Desviación estándar

Podemos observar que el consumo de alimento g/día no presentó diferencias significativas entre los tratamientos de minerales orgánicos e inorgánicos, presentado un consumo promedio de 11051,62 g/día para el tratamiento de minerales inorgánicos al 100%, 1110308 g/día para el tratamiento de minerales orgánicos al 100%, 10972,06 g/día para el tratamiento de minerales orgánicos al 50% y de 10941,24 g/día para el tratamiento de minerales orgánicos al 25%.

Masa del huevo

La masa del huevo en gramos registrado durante el periodo de investigación fue: 57,69; 58,95; 59,13 y 56,92 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 15

Masa de huevo promedio obtenido en los distintos tratamientos evaluados

Tratamiento	Peso		Masa promedio	Tipo
	promedio	% postura	(g)	(Tamaño)
Minerales inorgánicos 100%	64,73	89,01	57,69	Mediano
Minerales orgánicos 100%	64,64	91,18	58,95	Grande
Minerales orgánicos 50%	64,58	91,56	59,13	Grande
Minerales orgánicos 25%	64,73	88,99	56,92	Mediano

Nota: En la tabla podemos observar el tipo de huevo que presenta cada tratamiento de minerales evaluados según su masa promedio en gramos, según la tabla 4.

Podemos observar que el tipo del huevo en base a la masa promedio en gramos de los huevos, el cual se obtuvo multiplicando el peso promedio por el porcentaje de postura y dividido para cien, donde podemos observar que los tratamientos de minerales orgánicos al 100 y 50% presentan huevos grandes, mientras que los tratamientos de minerales orgánicos 25% y minerales inorgánicos 100% presentan huevos medianos, siendo mejor los tratamientos de minerales orgánicos al 100 y 50%.

Se encontró que de acuerdo al estudio de Mendieta (2015) sobre parámetros productivos de reproductoras pesadas línea cobb 500 a la suplementación con calcio orgánico donde trabajó con 384 gallinas con el tratamiento de dieta normal y dieta con bio calcio, menciona que uno de los factores a más de la dieta que afecto la masa del huevo es la edad de la gallina, pero dejando aparte la edad, las gallinas que presentaron menor peso corporal tuvieron mayor masa de huevo, como nos menciona en la parte de peso de la gallina.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia de las aves registrado durante el periodo de investigación fue: 1,542; 1,517; 1,458 y 1,483 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 16

Conversión alimenticia de los diferentes tratamientos evaluados

Tratamiento	Promedio	D.E	p- valor = 0,7624
Minerales inorgánicos 100%	1,542	0,09	a
Minerales orgánicos 100%	1,517	0,08	a
Minerales orgánicos 50%	1,458	0,09	a
Minerales orgánicos 25%	1,483	0,16	a

Nota: Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Duncan ($p > 0,01$).

D.E: Desviación estándar

Podemos observar que estadísticamente no existen diferencias significativas, pero basándonos solo en las medias obtenidas observamos que el tratamiento de minerales orgánicos al 50% se tiene una conversión alimenticia de 1,458 y en el tratamiento de minerales inorgánicos al 100% se tiene una conversión de 1,542 por lo que el tratamiento de minerales orgánicos al 50% tiene 84 g/docena de diferencia.

Los datos obtenidos de la conversión alimenticia están dentro de los parámetros de esta línea que se puede observar en la Tabla 11, además un estudio realizado por Rojas (2017), donde se utilizaron 672 gallinas Hy-line Brown de 38 semanas de edad, compararon diferentes cantidades de selenio orgánico versus selenio inorgánico en las dietas de las gallinas alimentadas con una duración de 8 semanas, obteniendo que la conversión alimenticia de las gallinas alimentadas con selenio orgánico mejoró significativamente en comparación a las gallinas alimentadas con selenio inorgánico.

Encontramos este resultado ya que la conversión alimenticia depende de varios factores como el alimento concentrado que se refiere a los ingredientes de elaboración, tamaño, también la disposición de comederos, la temperatura ambiente que probablemente es el factor que tiene mayor influencia, la ventilación que puede afectar sobre la temperatura, entre otras, pero las aves fueron tratadas todas de la misma manera, bajo las mismas condiciones de alojamiento y los ingredientes para la elaboración del alimento fueron los mismos con la diferencia de la adición de minerales orgánicos (Metalteco, 2014).

Peso del huevo

El peso del huevo en gramos registrado durante el periodo de investigación fue: 64,73; 64,64; 64,58 y 64,73 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 17

Peso de los huevos (g) obtenidos en los diferentes tratamientos evaluados durante 12 semanas

Tratamiento	Promedio	D.E	*H	p-valor
Minerales inorgánicos 100%	64,73	4,43	0,26	0,966
Minerales orgánicos 100%	64,64	5,59		
Minerales orgánicos 50%	64,58	4,50		
Minerales orgánicos 25%	64,73	4,14		

Nota: Los tratamientos no cumplieron con los parámetros de normalidad y homocedasticidad, procediendo con la prueba no paramétrica Kruskal Wallis ($p > 0,01$).

D.E: Desviación estándar

*H: Prueba utilizada por Kruskal Wallis para comparar dos o más grupos en la variable independiente.

Podemos observar que no se encontraron diferencias significativas en cuanto al peso de los huevos en los distintos tratamientos evaluados, encontrando así en el

tratamiento de minerales inorgánicos al 100% un peso promedio del huevo de 64,73 g, en minerales orgánicos al 100% de 64,64 g, en minerales orgánicos al 50% de 64,58 g y en minerales orgánicos al 25% de 64,73 g.

Se encontró que Ramos (2005), en Chile evaluó los efectos de la suplementación de fuentes orgánicas e inorgánicas de zinc, magnesio y cobre sobre la producción, calidad del huevo y respuesta inmunológica en gallinas, durante el segundo ciclo de postura, período comprendido entre las 65 y 84 semanas de edad de las aves ya hecha la muda forzada. Utilizaron 140 gallinas Leghon de línea Hy-Line W-36, en la dieta se suplementó 3 cantidades diferentes de minerales orgánicos. La producción de huevos se registró como promedio semanal y el peso del huevo de igual manera, para la calidad de huevo se vieron los trizados, quebrados, sin cáscara y sucios, resistencia a fracturas (kg/cm²), unidades Haugh, color de yema, etc. El tratamiento 3 (120 ppm Zn, 120 ppm Mn y 12 ppm Cu) presentó mayor peso de huevo en comparación al tratamiento 1 (80 ppm Zn, 80 ppm Mn y 5 ppm Cu) y 2 (40 ppm Zn, 40 ppm Mn y 7 ppm Cu).

Existen ciertos factores que influyen sobre el peso del huevo de los cuales algunos son la cantidad de grasa añadida, aumento de luz por encima de 14 horas, consumo de alimento, mortalidad del lote pero durante el estudio realizado la cantidad de grasa en el alimento fue la misma para todos, respecto a la luz mencionando antes todas tuvieron las mismas condiciones ambientales (El Sitio Avícola, 2020).

Huevos rotos

La cantidad de huevos rotos registrado durante el periodo de investigación fue: 0,96; 0,65; 0,63 y 0,09 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 18

Producción de huevos rotos en gallinas ponedoras Lohmann Brown durante 12 semanas

Tratamiento	Promedio	D.E	p-valor = 0,0327
Minerales inorgánicos 100%	0,96	0,11	a
Minerales orgánicos 100%	0,65	0,08	b
Minerales orgánicos 50%	0,63	0,08	b
Minerales orgánicos 25%	0,70	0,09	b

Nota: Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Duncan ($p < 0,05$).

D.E: Desviación estándar

Se puede observar en la Tabla 18 que la cantidad de huevos rotos presentó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Los huevos de las gallinas Lohmann Brown alimentadas con minerales orgánicos al 100, 50 y 25% presentaron menor cantidad de huevos rotos con un promedio de 0,65; 0,63 y 0,70 respectivamente, mientras que la presencia de huevos rotos de gallinas alimentadas con minerales inorgánicos al 100% tuvieron un promedio de 0,96.

En un estudio realizado por Joaquín (2015), en Perú evaluó el efecto de la suplementación de minerales orgánicos sobre los parámetros productivos de ponedoras comerciales Hy Line durante el periodo 35-42 semanas de edad con 3 dietas donde encontró que las dietas con minerales orgánicos disminuyeron el porcentaje de huevos rotos y quebrados. Este resultado podemos mencionar que se debe por una cierta deficiencia en el manganeso ya que como menciona McDonal y colaboradores en 1995 en aves de postura la deficiencia de manganeso se determinó un por un menor grosor del cascarón de los huevos.

Altura de albúmina

La altura de la albúmina registrada en milímetros durante el periodo de investigación fue: 8,38; 8,63; 8,39 y 8,22 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 19

Altura de albúmina (mm) de los huevos en los distintos tratamientos

Tratamiento	Promedio	D.E	p-valor = 0,0002
Minerales inorgánicos 100%	8,38	1,30	b
Minerales orgánicos 100%	8,63	1,26	a
Minerales orgánicos 50%	8,39	1,22	b
Minerales orgánicos 25%	8,22	1,14	b

Nota: Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Duncan ($p < 0,01$).

D.E: Desviación estándar

La altura de la albúmina presentó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Los huevos de las gallinas Lohmann Brown alimentadas con minerales orgánicos al 100% presentaron una mayor altura de albúmina de 8,63 mm en comparación al resto de tratamientos (Tabla 19).

La altura de la albúmina está relacionada con las Unidades Haugh donde se menciona que albúminas altas mayores Unidades Haugh tomando en cuenta que el huevo puede almacenarse por más tiempo sin perder su apariencia de fresca (Higginson, 1863). La mayoría de estudios toman en cuenta a la altura de la albúmina dentro del parámetro de las unidades Haugh y no por separado.

La altura de la albúmina está relacionada con factores como la frescura del huevo, la forma de almacenar, la genética, la edad y la nutrición del ave que tiene pequeños efectos, pero como podemos ver en este experimento influye que la dieta

este al 100% de minerales orgánicos para obtener mayor altura de albúmina (Swanson, 1980).

Coloración de la yema

La coloración de la yema registrada durante el periodo de investigación fue: 9,17; 9,10; 9,17 y 9,18 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 20

Color de yema de los huevos en los distintos tratamientos evaluados durante 12 semanas

Tratamiento	Promedio	D.E	*H	p-valor
Minerales inorgánicos 100%	9,17	0,53	3,53	0,32
Minerales orgánicos 100%	9,10	0,50		
Minerales orgánicos 50%	9,17	0,55		
Minerales orgánicos 25%	9,18	0,50		

Nota: Los tratamientos no cumplieron con los parámetros de normalidad y homocedasticidad, procediendo con la prueba no paramétrica Kruskal Wallis ($p > 0,01$).

D.E: Desviación estándar

*H: Prueba utilizada por Kruskal Wallis para comparar dos o más grupos en la variable independiente.

Podemos observar que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la variable de color de yema, obteniendo así un promedio de 9,17 en minerales inorgánicos al 100% y minerales orgánicos al 50%, de 9,10 en minerales orgánicos al 100% y de 9,18 en minerales orgánicos al 25%.

La adición de los minerales orgánicos como hierro, cobre, zinc y manganeso no presentaron variación en cuanto a la coloración de la yema, sin embargo, en un estudio realizado por Jahanian & Laika (2015), evaluaron efecto de la suplementación dietética de selenio orgánico en el rendimiento, los índices de calidad del huevo y la estabilidad oxidativa de la yema en las gallinas ponedoras alimentadas con dietas con diferentes

fuentes de grasa. La producción de huevos en el día de la gallina se vio afectada por la fuente de grasa en la dieta, la suplementación dietética con ZnSeMet mejoró la masa de huevos durante todos los períodos de prueba. La suplementación dietética con 0.4 mg / kg de Se fue más efectiva en las dietas suplementadas con grasa amarilla para la concentración más alta de malondialdehído de yema, la suplementación de ZnSeMet en las dietas incrementó el índice de yema.

El color de yema se ve influenciada por los pigmentos xantofílicos que se encuentran presentes en las materias primas con las que se realiza el balanceado de las aves, dichos pigmentos son producidos en mayor cantidad por plantas, crustáceos y microorganismos (Karunajeewa,1984).

Unidades Haugh

Las Unidades Haugh registradas durante el periodo de investigación fueron: 89,97; 91,43; 90,13 y 89,13 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 21

Unidades Haugh de los huevos en los distintos tratamientos

Tratamiento	Promedio	D.E	p-valor <0,0001
Minerales inorgánicos 100%	89,97	7,10	b
Minerales orgánicos 100%	91,43	6,70	a
Minerales orgánicos 50%	90,13	6,59	b
Minerales orgánicos 25%	89,13	6,34	c

Nota: Los tratamientos no cumplieron con los parámetros de normalidad y homocedasticidad, procediendo con la prueba no paramétrica Kruskal Wallis ($p < 0,01$)

Las Unidades Haugh presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de minerales ($H=34,14$; $p < 0,0001$). Los huevos de las gallinas Lohmann

Brown alimentadas con minerales orgánicos al 100% presentaron mayor Unidades Haugh de 91,43 en comparación al resto de tratamientos que presentaron 89,37 para minerales inorgánicos al 100%, 90,13 para minerales orgánicos al 50% y 89,13 para minerales orgánicos al 25% (Tabla 23).

En un estudio que se realizó por Saldanha, et al. (2009) utilizando 360 ponedoras de 72 semanas de edad, sometidas a muda forzada, se les administro un suplemento dietético del 0,10% de oligoelementos de fuentes inorgánicas reemplazadas por fuentes orgánicas de Zn, Fe, Mn, Cu, I y Se en cinco niveles diferentes por un periodo de 112 días, no se encontró diferencias significativas entre tratamientos respecto a la calidad interna del huevo, altura de albúmina, Unidades Haugh; mencionando que estos resultados se explican por excesivos niveles de suplementación de oligoelementos que pudieron ser más altos que los requerimientos. En el caso de la tesis que se realizó con minerales orgánicos B-Traxim todos los requerimientos fueron calculados para suplementar a la dieta de las gallinas lo que pudo influir para que se presenten diferencias significativas entre tratamientos.

Este resultado se debe que para obtener las Unidades Haugh uno de los valores que se toma en consideración es la altura de la albúmina y en el resultado de altura de albúmina se obtuvo una mayor altura en el tratamiento de minerales orgánicos al 100%.

Resistencia a rupturas

La resistencia a rupturas en kilogramo fuerza registrados durante el periodo de investigación fueron: 4,40; 4,57; 4,44 y 4,44 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 22

Resistencia del cascarón (Kgf) de los huevos en los distintos tratamientos evaluados durante 12 semanas

Tratamiento	Promedio	D.E	p-valor = 0,0931
Minerales inorgánicos 100%	4,40	0,97	a
Minerales orgánicos 100%	4,57	0,92	a
Minerales orgánicos 50%	4,45	0,97	a
Minerales orgánicos 25%	4,43	0,97	a

Nota: Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Duncan ($p > 0,01$).

D.E: Desviación estándar

Podemos observar que la variable resistencia a rupturas del cascarón no presentó estadísticamente diferencias significativas entre tratamientos de minerales orgánicos e inorgánicos en gallinas Lohmann Brown de 50 -62 semanas de edad. Se puede observar que existe una mayor distancia respecto a los valores de resistencia de cáscara en el tratamiento de minerales orgánicos al 100% de 4,57 Kgf en comparación al tratamiento de minerales inorgánicos al 100% de 4,40 (Tabla 24).

En un estudio realizado por Saldanha, et al., (2009), donde utilizaron 36 ponedoras de 72 semanas para evaluar el efecto de la suplementación de minerales orgánicos sobre la calidad del huevo en el segundo ciclo de producción encontraron que la suplementación de minerales orgánicos en relación a los minerales inorgánicos no afecta los parámetros del huevo.

Podemos observar que si se puede apreciar una diferencia numérica en los promedios que se debe la cantidad de manganeso que cada gallina absorbió en la dieta como se menciona en la variable de huevos rotos la deficiencia de manganeso se

determinar un por un menor grosor del cascarón de los huevos, y si existe un menor grosor la resistencia del cascarón es menor.

Grosor de cáscara

El grosor de cáscara en milímetros registrado durante el periodo de investigación fue: 0,36; 0,37; 0,37 y 0,37 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente.

Tabla 23

Grosor de la cáscara (mm) en los distintos tratamientos evaluados durante 12 semanas

Tratamiento	Promedio	D.E	*H	p-valor
Minerales inorgánicos 100%	0,36	0,05	10,34	0,0159
Minerales orgánicos 100%	0,37	0,04		
Minerales orgánicos 50%	0,37	0,04		
Minerales orgánicos 25%	0,37	0,03		

Nota: Los tratamientos no cumplieron con los parámetros de normalidad y homocedasticidad, procediendo con la prueba no paramétrica Kruskal Wallis ($p < 0,01$)

D.E: Desviación estándar

*H: Prueba utilizada por Kruskal Wallis para comparar dos o más grupos en la variable independiente.

El grosor del cascarón no presentó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de minerales orgánicos e inorgánicos en gallinas Lohmann Brown de 50 -62 semanas de edad. Obteniendo valores promedios de 0,37 mm en el caso de los minerales orgánicos y 0,36 mm en minerales inorgánicos al 100% (Tabla 25).

En el estudio de Salazar (2008), donde utilizaron gallinas de postura de 43 semanas de edad Lohmann Blanca con el fin de evaluar la adición de minerales orgánicos vs minerales inorgánicos en gallinas comerciales en jaula el grupo de

minerales orgánicos con el de minerales inorgánicos se diferenciaron por 0,03 mm y según la prueba t de Student no presentan diferencias significativas.

Índice de calidad

Para la variable índice de calidad el analizador NABBEL DET6000 realiza de forma instantánea según los datos de peso, altura de albúmina, color de yema y Unidades Haugh y en su mayoría a excepción de tres huevos todos obtuvieron una calificación de AA por lo que el resultado de esos tres huevos no influye en el promedio de la calificación debido que en total se evaluaron 360 huevos por tratamiento.

Análisis económico

Para el análisis económico se dividieron todos los valores para cada mes y así poder observar la evolución cada mes evaluado, el análisis económico va hasta el tercer mes que duro el experimento.

Tabla 24*Análisis económico de los tratamientos evaluados en el primer mes*

Parámetro	Testigo	Primer mes		
		100%	50%	25%
Número de aves	100	100	100	100
Producción de huevos	2436	2480	2502	2455
Huevos rotos	21	19	19	16
Egresos				
Costo de aves, dólares	-	-	-	-
Costo de alimento, dólares	31,04	31,41	31,41	31,41
Galponero	100	100	100	100
Suma	131,04	131,41	131,408	131,407
Ingreso				
Venta de huevos	243,6	248	250,2	245,5
Venta de huevos rotos	1,05	0,95	0,95	0,8
Gallinaza	80	80	80	80
Suma	324,65	328,95	331,15	326,3
Beneficio/costo	2,48	2,50	2,52	2,48

Nota: Un proyecto con beneficio/costo menor a 1 es rechazado.

Como podemos observar en la Tabla 26 obtenemos que todos los valores de beneficio/costo son superior a 1, el proyecto se acepta en el primer mes porque por cada dólar invertido obtenemos la devolución del mismo dólar más 1,48; 1,50; 1,52; 1,48 en el T0, T1, T2 y T3 respectivamente.

Tabla 25*Análisis económico de los tratamientos evaluados en el segundo mes*

Parámetro	Testigo	Segundo mes		
		100%	50%	25%
Número de aves	400	400	400	400
Producción de huevos	2432	2575	2590	2514
Huevos rotos	26	17	15	18
Egresos				
Costo de aves, dólares	-	-	-	-
Costo de alimento, dólares	31,04	31,41	31,41	31,41
Galponero	100	100	100	100
Suma	131,04	131,41	131,41	131,41
Ingreso				
Venta de huevos	243,2	257,5	259	251,4
Venta de huevos rotos	1,3	0,85	0,75	0,9
Gallinaza	80	80	80	80
Suma	324,5	338,35	339,75	332,3
Beneficio/costo	2,48	2,57	2,59	2,53

Nota: Un proyecto con beneficio/costo menor a 1 es rechazado.

Como podemos observar en la Tabla 27 obtenemos los tratamientos de minerales orgánicos con valores de beneficio/costo son superior a 1, el proyecto se acepta en el primer mes porque por cada dólar invertido obtenemos la devolución del mismo dólar más 1,48; 1,57; 1,59; 1,53 en el T0, T1, T2 y T3 respectivamente, obteniendo mayor ganancia en el tratamiento T1 y T2.

Tabla 26*Análisis económico de los tratamientos evaluados en el tercer mes*

Parámetro	Testigo	Tercer mes		
		100%	50%	25%
Número de aves	400	400	400	400
Producción de huevos	2521	2604	2599	2506
Huevos rotos	33	19	19	25
Egresos				
Costo de aves, dólares	-	-	-	-
Costo de alimento, dólares	31,04	31,41	31,41	31,41
Galponero	100	100	100	100
Suma	131,04	131,41	131,408	131,407
Ingreso				
Venta de huevos	252,1	260,4	259,9	250,6
Venta de huevos rotos	1,65	0,95	0,95	1,25
Gallinaza	80	80	80	80
Suma	333,75	341,35	340,85	331,85
Beneficio/costo	2,55	2,60	2,59	2,53

Nota: Un proyecto con beneficio/costo menor a 1 es rechazado.

Como podemos observar en la Tabla 28 obtenemos los tratamientos de minerales orgánicos con valores de beneficio/costo son superior a 1, el proyecto se acepta en el primer mes porque por cada dólar invertido obtenemos la devolución del mismo dólar más 1,55; 1,60; 1,59; 1,53 en el T0, T1, T2 y T3 respectivamente, obteniendo mayor ganancia en el tratamiento T1 y T2.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

A través de la prueba estadística de Duncan y Kruskal Wallis al 99% se registraron diferencias estadísticamente significativas en peso de las gallinas, producción de huevos, masa del huevo, huevos rotos, altura de la albúmina y Unidades Haugh por lo que se acepta la hipótesis alterna donde menciona que la suplementación de diferentes niveles de minerales orgánicos (B-Traxim 2c) en la dieta de gallinas ponedoras, presenta un efecto significativo sobre desempeño productivo y calidad de huevo.

Con la utilización de minerales orgánicos al 25% se obtuvo un mayor peso de las aves de 2,05 Kg como peso final, pero con la utilización de minerales orgánicos al 100 y 50 % se obtuvo una mayor producción de huevos y masa de huevos, con respecto a la mortalidad, consumo de alimento y conversión alimenticia no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Sobre los parámetros de calidad de huevo se pudo observar que el uso de minerales orgánicos al 100% fue mejor sobre los demás tratamientos en las variables de altura de albúmina y Unidades Haugh, además de que en la cantidad de huevos rotos los tratamientos de minerales orgánicos registraron menor cantidad en comparación al tratamiento de minerales inorgánicos y respecto a las variables de coloración de yema, resistencia de ruptura, peso del huevo, grosor de la cáscara e índice de calidad no se presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Respecto al análisis económico realizado para 3 meses que aproximadamente duro el experimento se observó que, desde el primer mes hasta el último mes de evaluación, los tratamientos de minerales orgánicos al 100 y 50% tienen más ganancias

que el resto de tratamientos, pero se observa en todos los tratamientos tienen un beneficio/costo mayor a 1, por lo que son aceptados como viables.

Recomendaciones

Alimentar a las gallinas ponedoras Lohmann Brown de 50 semanas con minerales orgánicos a partir del 50% para que se puedan observar incrementos deseados por el productor dentro de los parámetros zootécnicos importantes como producción de huevo.

Respecto al análisis de huevos tratar de evitar diferentes lapsos de tiempo que tome el proceso debido que influye su almacenamiento en la frescura y en otras variables pudiendo afectar el resultado final.

Realizar una continuación del experimento en gallinas de 62 semanas o más para observar si la suplementación de minerales orgánicos al 50% es suficiente o se debe suplementar un mayor porcentaje para obtener buenos resultados sobre los parámetros importantes para el productor.

Bibliografía

- Acosta, O., Arévalo, F., & Zapata, G. (2009). *Glicinato de cobre: una aproximación a sus solubilidad*. Obtenido de scielo.sld.cu:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152009000100005
- Albán, T. E. (2018). *Determinación de la calidad física y organoléptica de los huevos comerciales de gallina doméstica que se expenden en los mercados del Distrito Metropolitano de Quito*. Obtenido de Dspace.uce:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14288/1/T-UCE-0014-054-2018.pdf>
- Arias, J. L. M., & Fernández, M. S. M. (1998). [Tabla] ¿Qué se entiende por un huevo fresco? *TecnoVet*, 4(3).256
- Arnaiz, V. (2017). *Principios generales y diferenciación de la fabricación y premezclas*. Obtenido de Corpmontana.com:
<http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/bitstream/handle/123456789/2905/6.pdf?sequence=1>
- Barcht, A., Fernandez, R., Dellamea, S., Revidatti, F., Sandoval, G., Térreas, C., & Vaca, M. (1999). *Efecto de la suplementación con quelatos orgánicos sobre el rendimiento productivo de pollos parrilleros en una zona subtropical*. Obtenido de Ejournal.unam.mx: <http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol31-02/RVM31203.pdf>
- Barragán, J., Garcés, C., & Soler, M. (2011). *La alimentación de la ponedora y la calidad del huevo*. Obtenido de Producción animal.com: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/113-huevo.pdf
- Bell, D. (1981). La masa diaria de huevos, una mejor medición de los resultados. *Selecciones avícolas*, 23(6), 231-232.

- Bonilla, M. (2017). *Los siete defectos más curiosos en los huevos de gallina*. Obtenido de Elespanol.com: https://www.elespanol.com/cocinillas/actualidad-gastronomica/20170220/defectos-curiosos-huevos-gallina/195231236_0.html
- Cabrera, A. V. (2018). *Calidad de la cáscara del huevo de gallinas novogen Brown suplementadas con metabolitos de vitamina Alpha D3, minerales orgánicos, inorgánicos y probióticos*. Obtenido de Repositorio.unamba.edu.pe: http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/718/T_0428.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castellano, A., & Shimada, A. (2017). Nutrientes inorgánicos. En A. Shimada, *Nutrición Animal* (págs. 323-328). Ciudad de México: Trillas, S.A.
- Castillo, R. S., & Ródenas, J. B. (2018). Análisis de las alteraciones de la cáscara del huevo de gallina. *Nereis. Interdisciplinary Ibero-American Journal of Methods, Modelling and Simulation.*, (10), 142.
- Castón, J. (2018). *Protocolos control de calidad del huevo*. Obtenido de Universidad de Murcia.com: <https://www.um.es/documents/4874468/10812050/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf/c860b16b-6c2f-481a-9d52-542a2296d005>
- Chica, J. (2007). Principio sobre minerales orgánicos y sus posibilidades en la alimentación de las ponedoras comerciales. *Plumazos*, 15-21.
- Cufadar, Y., Göçmen, R., Kanbur, G., & Yıldırım, B. (2019). *Effects of Dietary Different Levels of Nano, Organic and Inorganic Zinc Sources on Performance, Eggshell Quality, Bone Mechanical Parameters and Mineral Contents of the Tibia, Liver, Serum and Excreta in Laying Hens. Biological Trace Element Research*
- El Sitio Avícola. (2020). *Gallinas ponedoras: Factores que influyen en el tamaño y peso del huevo*. Obtenido de www.elsitioavicola.com:

<https://www.elsitioavicola.com/articulos/3015/gallinas-ponedoras-factores-que-influyen-en-el-tamao-y-peso-del-huevo/>

Flores, M. (2019). *La importancia de una suplementación adecuada de microminerales orgánicos en gallinas ponedoras*. Obtenido de Nutricionanimal.info:

<https://nutricionanimal.info/download/nutriNews-LATAM2019-BIOCHEM-Suplementacion-de-microminerales-en-gallinas-ponedoras.pdf>

Gairal, N. M. (2019). *Defectos de la cáscara del huevo*. Obtenido de

Veterinariadigital.com: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/defectos-de-la-cáscara-del-huevo/>

Gheisari, A. A., Gheisari, M. M., Samie, A., Sanei, A., & Toghyani, M. (2010). *Effect of Diets Supplemented with Different Levels of Manganese, Zinc, and Copper from their Organic or Inorganic Sources on Egg Production and Quality Characteristics in Laying Hens*. *Biological Trace Element Research*, 142(3), 557–571

Gonzales, K. (2017). *Cuanto alimento consume una gallina ponedora*. Obtenido de

Zoovetesmpasion.com: <https://zoovetesmpasion.com/avicultura/gallinas-ponedoras/consumo-de-las-gallinas/#:~:text=Cuando%20se%20calcula%20la%20producci%C3%B3n,durante%20el%20pico%20de%20producci%C3%B3n.>

Güçlü, B. K., Kara, K., Beyaz, L., Uyanik, F., Eren, M., & Atasever, A. (2008). *Influence of Dietary Copper Protein on Performance, Selected Biochemical Parameters, Lipid Peroxidation, Liver, and Egg Copper Content in Laying Hens*. *Biological Trace Element Research*, 125(2), 160–169.

Higginson, T. (1863). *La ciencia de la calidad del huevo*. Obtenido de Hyline.com:

<https://www.hyline.com/ViewFile?id=88df674d-2faf-411b-a883-d64770fcb740>

- Hill, J. F. (1989). El peso corporal como indicador de beneficio en ponedoras. *Selecciones avícolas*, 31(5), 154
- INEN. (2013). *Huevos comerciales y ovoproducto. Requisitos*. Obtenido de Inen.com: <https://181.112.149.204/buzon/normas/1973-2.pdf>
- Instituto de Estudios del Huevo. (2009). *El gran libro del huevo*. Obtenido de Institutohuevo.com: <http://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf>
- Jahanian, R., & Laika, M. (2015). Dietary Supplementation of Organic Selenium Could Improve Performance, Antibody Response, and Yolk Oxidative Stability in Laying Hens Fed on Diets Containing Oxidized Fat. *Biological Trace Element Research*, 165(2), 195–200.
- Joaquin, J. N. (2015). *Efecto de la suplementación de minerales orgánicos sobre los parámetros productivos de ponedora comercial Hy Line durante el periodo 35-42 semanas de edad*. Obtenido de Dspace.unitru.edu.pe: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3391/JOAQUIN%20ORUNA%2c%20Jacqueline%20Noemi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Juárez, A., Barocio, J., García, A., Gutiérrez, E., & Ortiz, R. (2016). *Efecto del fenotipo (color de plumaje) sobre el peso del huevo y peso vivo de la gallina de traspatio*. Obtenido de Scielo.conicyt.cl: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2016000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Karunajeewa, H. (1984). Factores influyentes en la pigmentación de la yema de huevo. *Selecciones avícolas*, 26(9), 295-299.
- Kwiatkowska, K., Kwiecień, M., & Winiarska-Mieczan, A. (2017). *Effect of Application of Fe-Glycinate Chelate in Diet for Broiler Chickens in an Amount Covering 50 or*

25% of the Requirement on Physical, Morphometric and Strength Parameters of Tibia Bones. Biological Trace Element Research, 184(2), 483–490.

Lohmann Tierzucht. (2013). *Guía de manejo Sistema de jaulas Lohmann Brown Classic.*

Obtenido de Ibertec.es: <http://ibertec.es/docs/productos/lbcbrown.pdf>

López, C., Sastre, A., Sastre, R. M., Suárez, G., Tortuero, F., & Vergara, G. (2002).

Lecciones sobre el huevo. Obtenido de Institutohuevo.com:

<http://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/Lecciones-del-huevo-completo.pdf>

Mantilla, I., & Mejía, J. (2014). *Efecto del suministro de dos presentaciones de alimento en gallinas ponedoras Lohmann Brown durante la etapa de producción.*

Obtenido de Repositorio.espe.edu.ec:

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8725/1/T-ESPE-047959.pdf>

Martínez, Y., López, Y., Martínez, O., Olmo, C., & Rodríguez, R. (2013). *Influencia del peso vivo de gallinas ponedoras White Leghorn (L33) en la producción y calidad del huevo comercial.* Obtenido de Researchgate.net:

https://www.researchgate.net/profile/Yordan_Martinez/publication/326332423_Influencia_del_peso_vivo_de_gallinas_ponedoras_White_Leghorn_L33_en_la_produccion_y_calidad_del_huevo_comercial/links/5f11bd98a6fdcc3ed70edafa/Influencia-del-peso-vivo-de-gallinas-

McDonald, P., Edwards, R., Morgan, C., & Greenhalgh, J. (1995). *Animal Nutrition.*

Harlow: ACRIBIA, S.A.

Mendieta Gómez, E. M. (2015). *Parámetros productivos de reproductoras pesadas línea cobb 500 a la suplementación con calcio orgánico.* Obtenido de Repositorio dspace.unitru.edu.pe:

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3031/MENDIETA%20G%203%93MEZ%2c%20Elizabeth%20Margarita.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Metalteco. (2014). *La conversión alimenticia en alimentos concentrados*. Obtenido de Metalteco.com: <https://metalteco.com/conversion-alimenticia-concentrados-balanceados/>

MIPROMA. (2012). *Metionina en aves de corral*. Obtenido de Miproma.es: <http://miproma.es/metionina-aves-corrals/>

NABEL Co., Ltd. (2016). *Especificaciones del producto*. Obtenido de digitaleggtester.com: https://digitaleggtester.com/wordpress/wp-content/uploads/2016/12/Spec_SP_ver.2.pdf

Nutro. (2015). *Glosario de ingredientes*. Obtenido de Nutro.es: <https://www.nutro.es/glosario-ingredientes/>

Ortiz, Á., & Mallo, J. J. (2013). Factores que afectan a la calidad externa del huevo. *Albóitar*, 170, 18-19.

Palacios, E. (2007). *Manual de Manejo de Pollos de Engorde Ross*. Obtenido de Repositorio.espe.edu.ec: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1230/1/T-ESPE-025141.pdf>

Praga, A. (2019). *B- TRAXIM 2C*. Obtenido de Engormix.com: https://www.engormix.com/pancosma/traxim-mineral-organico-nutricion-animal-mexico-sh13647_pr25927.htm

Ramos, J. L. (2005). *Efectos de la suplementación de fuentes orgánicas e inorgánicas de zinc, manganeso y cobre sobre la producción, calidad del huevo y respuesta inmunológica de gallinas, durante el segundo ciclo de postura*. Obtenido de Repositorio.uchile.cl: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130932/Efectos-de-la->

suplementaci%3%B3n-de-fuentes-org%3%A1nicas-e-inorg%3%A1nicas-de-zinc-manganeso-y-cobre-sobre-la-producci%3%B3n-calidad-del-huevo-y-respuesta-inmunol%3%B3gica-en-gallinas-durante

Robles, S. F. (2016). *Utilización de minerales quelatados biodisponibles en la dieta de pollo de engorde sobre los parámetros productivos, morfología intestinal y su excreción en heces*. Obtenido de Repository.lasalle:

http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20816/13082023_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez-Alfaro, M., Salas-Durán, C., & Orozco-Vidaurreta, C. (2019). Suplementación de gallinas ponedoras con selenio orgánico y su transferencia al huevo. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 239-240.

Rojas, V. (2017). *Efecto de la fuente y nivel de suplementación con selenio sobre su concentración y vida de anaquel en el huevo de gallinas de postura comercial*.

Obtenido de Dspace.unitru.edu.pe:

<http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10381/Tesis%20Maestr%3%adaX%20-%20V%3%adctor%20Roberto%20Rojas%20Vera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rostagno, H., Donzele, J., Habannas, M., Sakomura, N., Teixeira, L., & Toledo, S.

(2017). [Tabla] *Tablas brasileñas para aves y cerdos*. Obtenido de Nutri.files.:

<https://eliasnutri.files.wordpress.com/2018/09/tablas-brasilec3b1as-aves-y-cerdos-cuarta-edicion-2017-11.pdf>

Salazar, G. Y. (Julio de 2008). *Evaluación de la adición de minerales orgánicos vrs, minerales inorganicos, sobre la calidad externa de la cáscara de huevo en gallinas ponedoras comerciales en jaulas*. Obtenido de Repositorio.usac.edu:

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/7154/1/Tesis%20Med%20Vet%20Grttel%20Yolanda%20Salazar%20S%C3%A1enz.pdf>

- Saldanha, ESPB, García, EA, Pizzolante, CC, Fattarone, ABG, da Sechinato, A., Molino, AB y Laganá, C. (2009). Efecto de la suplementación con minerales orgánicos sobre la calidad del huevo de ponedoras semi-pesadas en su segundo ciclo de puesta. *Revista Brasileña de Ciencias Avícolas*, 11 (4), 241-247.
- Savage, S. (1989). Interpretando las conversiones de pienso. *Selecciones avícolas*, 31(8), 239
- Swanson, M. (1980). *Producción de huevos*. Obtenido de Core.ac.uk: <https://core.ac.uk/download/pdf/33161707.pdf>
- Valle, J. (2015). *El papel de los microminerales en la avicultura*. Obtenido de NutriNews.com: <https://nutricionanimal.info/el-papel-de-los-microminerales-en-avicultura/>
- Verdezoto, S. (2019). *Caracterización molecular de aislados proteicos de albumen de huevos de gallina procedentes de producción ecológica vs producción comercial*. Obtenido de Dspace.ueb.edu.ec: <http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/3043/1/TESIS%20FINAL%20Stephanie%20Verdezoto%20Tapia.pdf>
- Williams, K. C. (1992). Factores que afectan la calidad del huevo. *Selecciones avícolas*, 34(9), 591.
- Zhang, L., Wang, Y.-X., Xiao, X., Wang, J.-S., Wang, Q., Li, K.-X., ... Zhan, X.-A. (2017). *Effects of Zinc Glycinate on Productive and Reproductive Performance, Zinc Concentration and Antioxidant Status in Broiler Breeders*. *Biological Trace Element Research*, 178(2), 320–326.