



## Efecto de diferentes niveles de B-TRAXIM2C en gallinas ponedoras sobre desempeño y calidad de huevo

*Effect of different levels of B-TRAXIM2C in laying hens on performance and egg quality*

Efeito de diferentes níveis de B-TRAXIM2C em galinhas poedeiras sobre o desempenho e qualidade dos ovos

**Denisse Torres Larco**

tldenisse@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4856-3502>

**Mario Ortiz Manzano**

mlortiz@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3286-8106>

**Raúl Cortés Coronado †**

johana.ciro@pancosma.com

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

Artículo recibido el 14 de enero 2022 / Arbitrado el 1 de febrero 2022 / Publicado el 30 de marzo 2022

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de diferentes niveles de minerales orgánicos 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. 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%. 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 clave:** Minerales orgánicos; B-TRAXIM 2C; calidad de huevo; parámetros zootécnicos; Lohmann brown

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of different levels of organic minerals 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. The treatments applied were T0: inorganic minerals 100% (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 zoo technical parameters recorded weekly were: mortality (%), feed conversion, bird weight (kg), eggs produced / treatments, broken eggs and feed consumption (g / day). Regarding the quality of the egg, the following were measured: yolk color, egg weight (g), resistance to rupture (Kgf), albumin height (mm), Haugh units, 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, the 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%.

**Key words:** Organic minerals; B-Traxim 2C; egg quality; zoo technical parameters; Lohmann Brown

### RESUMO

O objetivo do presente estudo foi determinar o efeito de diferentes níveis de minerais orgânicos em poedeiras Lohmann Brown sobre a qualidade dos ovos e parâmetros zootécnicos, durante um período entre 50 a 62 semanas de idade das aves, foram utilizadas 400 galinhas. Os tratamentos aplicados foram T0: 100% minerais inorgânicos (alimentação tradicional), T1: minerais orgânicos (B-TRAXIM 2C) 100%, T2: minerais orgânicos (B-TRAXIM 2C) 50% e T3: minerais orgânicos (B-TRAXIM 2C) 25%. Os parâmetros zootécnicos registrados semanalmente foram: mortalidade (%), conversão alimentar, peso da ave (kg), ovos produzidos / tratamentos, ovos quebrados e consumo de ração (g / dia). Em relação à qualidade do ovo, foram medidos: cor da gema, peso do ovo (g), resistência à ruptura (Kgf), altura da albumina (mm), unidades Haugh, espessura da casca (mm) e índice de qualidade (AAA; AA; A; B; C). Para as variáveis produção de ovos, massa de ovo e ovos quebrados, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,01$ ), com destaque para as dietas com 100 e 50% de minerais orgânicos. Para as variáveis altura da albumina e unidades Haugh, o tratamento com 100% de minerais orgânicos se destacou, no que diz respeito às variáveis de consumo de ração, conversão alimentar, peso do ovo, cor da gema, resistência do ovo, espessura da casca e índice de qualidade, não houve diferenças significativas entre os tratamentos ( $p > 0,01$ ). Quando se fala em análise econômica no último mês, a relação benefício / custo apresentou valores entre 2,60 e 2,59, respectivamente, os tratamentos com minerais orgânicos a 100 e 50%.

**Palavras-chave:** Minerais orgânicos; B-TRAXIM 2C; qualidade do ovo; parâmetros zootécnicos; Lohmann Brown

## INTRODUCCIÓN

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 (1).

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 (2).

Se considera que los minerales son el tercer grupo limitante en la nutrición animal tanto micro como macro, se sabe que existen 15 elementos esenciales que ayudan en el metabolismo de las aves y las mantiene en buen estado (3) 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. Los minerales orgánicos (1) 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 obteniendo resultados insatisfactorios.

El objetivo es evaluar 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 huevo.

La base de alimentar de forma orgánica según (2) se centra en la teoría que son similares a las formas 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. A medida que las gallinas avanzan en edad (1) 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.

Los minerales se los puede encontrar de forma natural en los ingredientes alimenticios (2) su cantidad y biodisponibilidad varía, puede incluirse 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.

El hierro (4) se puede 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 que son las encargadas de remover partículas que son potencialmente tóxicas, se absorbe principalmente por el duodeno y yeyuno, su porcentaje disminuye conforme se la va incrementando la dosis. Una vez absorbido se incorpora a la transferrina para circular en la sangre llegando a la médula ósea donde se sintetiza la hemoglobina, la ruta de eliminación del hierro es a través de las heces y de la orina.

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 (5) en la mayoría de células, pero especialmente en el hígado que actúa como reservorio. El déficit de este elemento (4) puede provocar fallas cardíacas o rupturas de la aorta. La absorción del cobre se lleva a cabo en el intestino delgado donde se puede unir a la metalotioneína en la mucosa intestinal haciéndose absorbible. De forma natural el cobre (6) 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.

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, el zinc se pudo 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.

El manganeso (4) 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, 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, 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.

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 (7).

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 (8). 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 (9).

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 (10). 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.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Aves y alojamiento**

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. El número de aves por jaula fue de 5 y el espacio por ave, fue de 565 cm<sup>2</sup>/ave alojada, espacio que está de acuerdo con la legislación vigente y las prácticas de producción del proyecto avícola. El alimento será suministrado 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.

### **Dieta**

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 elaborados por Pancosma B Traxim 2C (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 según se observa en la Tabla 1. 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 1.** Suministro de minerales orgánicos (B-TRAXIM 2C) de acuerdo a cada tratamiento.

Tratamiento	No. Aves Por tratamiento	Adición. Min orga (g) por 100Kg de tratamiento			
		Cobre	Hierro	Zinc	Manganeso
Testigo	100	0	0	0	0
100	100	1,67	9,10	11	13
50	100	0,83	4,55	5,50	6,50
25	100	0,41	2,27	2,75	3,25

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.

### Periodo de prueba

El estudio 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, bajo un diseño completamente aleatorizado (DCA), se distribuyeron aleatoriamente 4 tratamientos y 20 repeticiones, durante un período de tiempo de 84 días. 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, huevos rotos, 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, masa del huevo, altura de albúmina, unidades Haugh, grosor de la cáscara, índice de calidad se realizaron en forma semanal. Respecto al análisis económico mediante la

formula  $\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$  se realizó para los tres meses para cada tratamiento tomando como egresos el costo del alimento y el trabajador, como ingresos la venta de huevos sanos, venta de huevos roto y la venta de gallinaza.

### 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 (11).

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 (12).  
$$\text{Masa del huevo} = \% \text{postura} \times \text{peso medio del huevo} / 100.$$

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 estadístico**

Los resultados obtenidos fueron procesados por el software Infostat Systems (13). Los parámetros estadísticos utilizados

para la presentación de datos fueron la media aritmética y la desviación estándar, además que la prueba de comparaciones múltiples Duncan a un nivel de significancia de 1%. Se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para aquellas variables que no cumplieron con la homocedasticidad.

## **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**

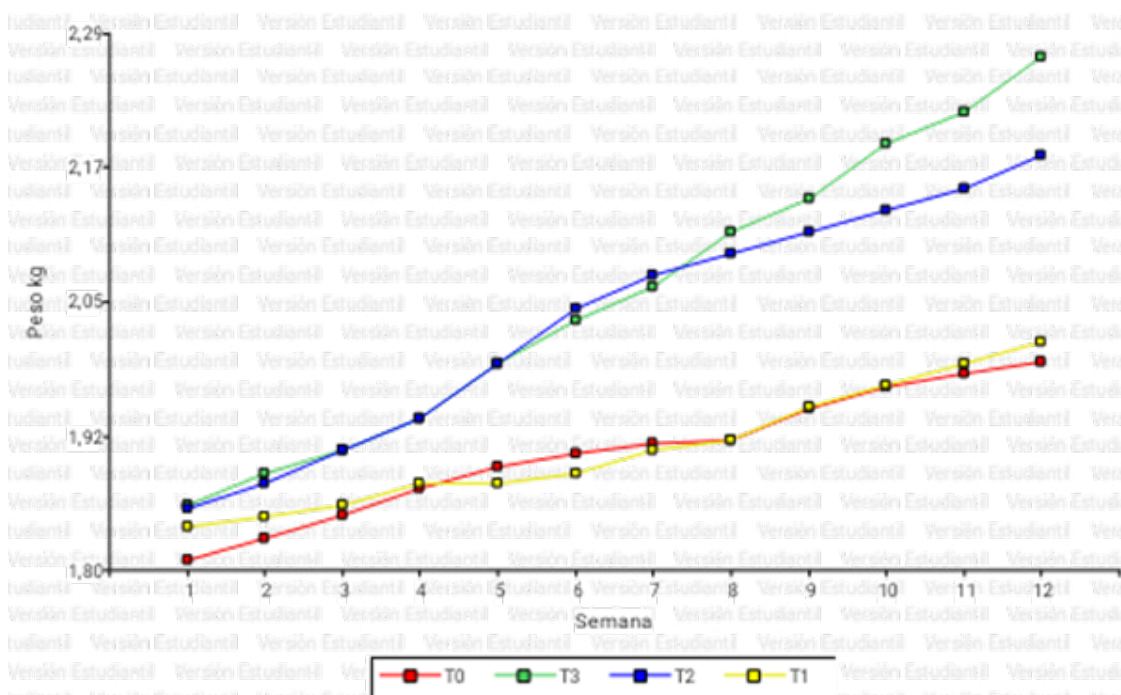
Los pesos de las aves en Kg registrados durante el periodo de investigación fueron: 1,99; 2,0; 2,01 y 2,05 para los tratamientos T0; T1; T2 y T3 respectivamente como se destaca en la Tabla 2 y en la Figura 1.

**Tabla 2.** Peso de las gallinas (Kg) Lohmann Brown para cada tratamiento de minerales durante 12 semanas de experimento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>D.E</b>	<b>p-valor = 0,007</b>
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.



**Figura 1.** Incremento de peso semanal de las aves en cada tratamiento evaluado de minerales orgánicos dentro de la digestión de las aves.

**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, tal como se muestra en la Tabla 3 y en la Figura 2.

**Tabla 3.** 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.

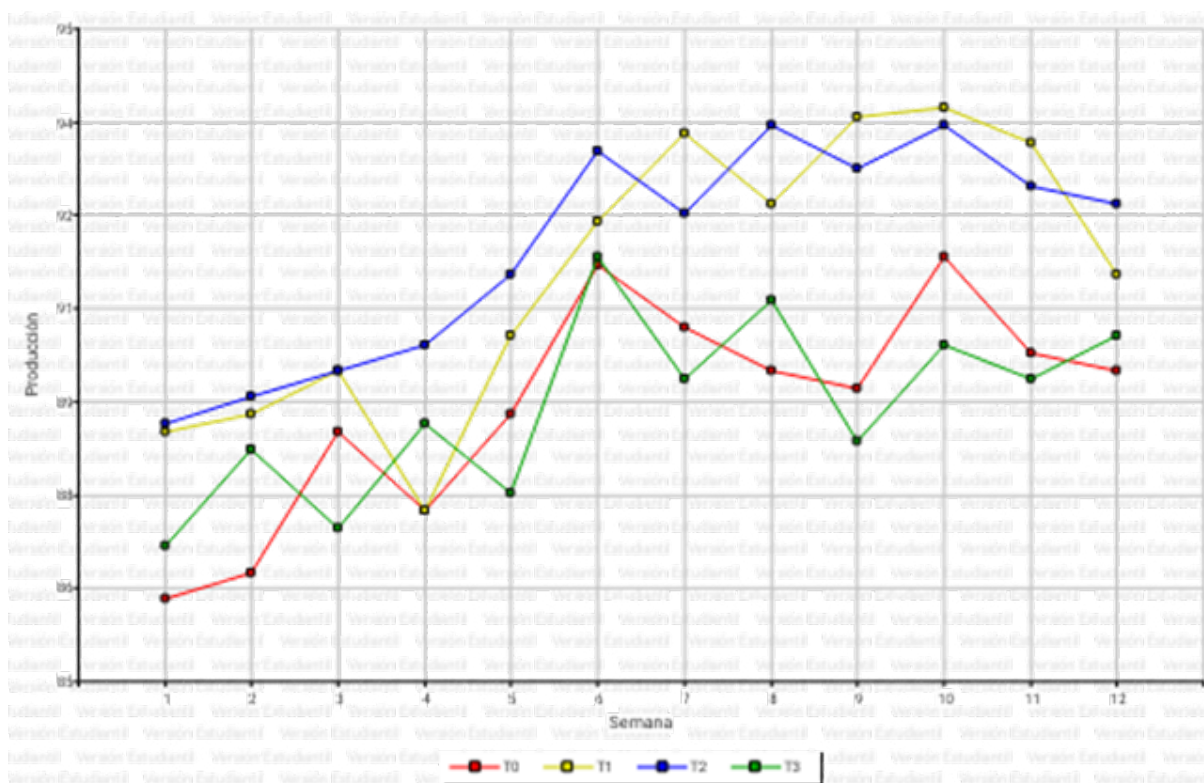


Figura 2. Producción de huevos en los diferentes tratamientos durante las 12 semanas de prueba.

**Consumo de alimento**

En la Tabla 4 es destacado 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 4. 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.



### Masa del huevo

La masa del huevo en gramos registrado en la Tabla 5 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 5.** Masa de huevo promedio obtenido en los distintos tratamientos evaluados.

Tratamiento	Peso promedio	% postura	Masa promedio (g)	Tipo (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 Se pudo observar el tipo de huevo que presenta cada tratamiento de minerales evaluados según su masa promedio en gramos.

### Conversión alimenticia

La Tabla 6 muestra 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 6.** 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.

### 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 7).

**Tabla 7.** 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 ( $p > 0,01$ ).

**D.E:** Desviación estándar.

### Altura de albúmina y unidades Haugh

Unidades Haugh y altura de la albúmina registrada en milímetro 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 8).

**Tabla 8.** Altura de albúmina (mm) de los huevos en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Altura (mm)	UH	
Minerales inorgánicos 100%	8,38 ± 1,30 b	89,97±7,10	b
Minerales orgánicos 100%	8,63 ± 1,26 a	91,43±6,70	a
Minerales orgánicos 50%	8,39 ± 1,22 b	90,13±6,59	b
Minerales orgánicos 25%	8,22 ± 1,14 b	89,13±6,34	c

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

±: Desviación estándar

### 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, datos representado por Tabla 9.

**Tabla 9.** 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.

### Resistencia y grosor de cáscara

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.

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 10).

**Tabla 10.** Resistencia del cascarón (Kgf) y grosor de cáscara de los huevos en los distintos tratamientos evaluados durante 12 semanas.

Tratamiento	Resistencia (kgf)	Grosor (mm)	
Minerales inorgánicos 100%	4,40± 0,97	0,36±0,05	a
Minerales orgánicos 100%	4,57± 0,92	0,37±0,04	a
Minerales orgánicos 50%	4,45± 0,97	0,37±0,04	a
Minerales orgánicos 25%	4,43± 0,97	0,37±0,03	a

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

±: Desviación estándar

**p-valor de resistencia del cascarón:** 0,0931

**p-valor de grosor de cáscara:** 0,0159

### Índice de calidad

No se registraron diferencias significativas ya que se obtuvo en todos los casos calificaciones de AA.

observar la evolución cada mes evaluado, el análisis económico va hasta el tercer mes que duro el experimento

### Análisis económico

Para el análisis económico se dividieron todos los valores para cada mes y así poder

**Tabla 11.** Análisis económico en el tercer mes de la investigación para 100kg de alimento.

Tratamiento	Promedio	D.E	*H	p-valor
Parámetro	Testigo	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 3er mes	2,55	2,60	2,59	2,53

## 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

Se pudo 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 (14), 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, *et al* (15) 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.

### Huevos producidos/tratamiento

Se pudo 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, *et al.*, (16) 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.

### Consumo de alimento

Se pudo 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 y peso del huevo**

Se pudo 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 se pudo 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%. 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 de acuerdo al estudio de Mendieta (17) 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 biocalcio, 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.

Se encontró que Ramos (18), 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/cm<sup>2</sup>), 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 (19).

### **Conversión alimenticia**

Se pudo 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, además un estudio realizado por Rojas (20), 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.

Se encontró 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 (21).

### **Huevos rotos**

Se puede observar en la Tabla 7 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 (22), 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 se pudo mencionar que se debe por una cierta deficiencia en el manganeso ya que como menciona McDonal, et al., (5) en aves de postura la deficiencia de manganeso se determinan un por un menor grosor del cascarón de los huevos.

### **Altura de albúmina**

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 8).

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

aparición de frescura (23). 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 se pudo ver en este experimento influye que la dieta este al 100% de minerales orgánicos para obtener mayor altura de albúmina (24).

### **Coloración de la yema**

Se pudo 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 y Laika (25), 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 (26).

### **Unidades Haugh**

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 10).

En un estudio que se realizó por Saldanha, et al., (27) 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 y grosor de cáscara**

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%. Se pudo 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 10).

En un estudio realizado por Saldanha, et al., (27), 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.

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

En el estudio de Salazar (1), 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.

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.

### CONCLUSIONES

Las gallinas ponedoras Lohmann Brown de 50 a 62 semanas que en el alimento fueron suplementadas con el 50% y 100% de minerales orgánicos B-Traxim 2C presentaron diferencias significativas en producción de huevos, masa de huevo y un beneficio/costo mayor que los otros tratamientos, además de que presenta una mejor conversión alimenticia y grosor de cáscara.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Salazar G. Evaluación de la adición de minerales orgánicos vrs, minerales inorgánicos, sobre la calidad externa de la cáscara de huevo en gallinas ponedoras comerciales en jaulas [tesis pregrado]. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala; 2008.
2. Chica J. Principio sobre minerales orgánicos y sus posibilidades en la alimentación de las ponedoras comerciales. Plumazos. 2007: 15-21
3. Cabrera A. Calidad de la cáscara del huevo de gallinas Novogen Brown suplementadas con metabolitos de vitamina Alpha D3, minerales orgánicos, inorgánicos y probióticos [tesis pregrado]. Aucallama. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac; 2018.
4. Castellano A, Shimada A. Nutrientes inorgánicos. En: Shimada, A (ed) *Nutrición animal*. 4ta. Ed. Ciudad de México: Trillas, S.A; 2017. p.323-328.
5. McDonald P, Edwards R, Morgan C, Greenhalgh J. Minerales. En: EUNED (ed) *Nutrición animal*. 5ta. Ed. Zaragoza: ACRIBIA, S.A; 1999. p.89-116.
6. Flores M. La importancia de una suplementación adecuada de microminerales orgánicos en gallinas ponedoras [Internet]. Disponible en: <https://nutricionanimal.info/download/nutriNews-LATAM2019-BIOCHEM-Suplementacion-de-microminerales-en-gallinas-ponedoras.pdf> [Consultado el 15 de enero de 2020].
7. Robles S. Utilización de minerales quelatados biodisponibles en la dieta de pollo de engorde sobre los parámetros productivos, morfología intestinal y su excreción en heces [tesis pregrado]. Bogotá. Universidad de La Salle; 2016.
8. Barragan J, Fernandez R, Dellamea S, Revidatti F, Sandoval G, Térreas C, Vaca M. Efecto sobre la suplementación con quelatos orgánicos sobre el rendimiento productivo de pollos parrilleros en una zona subtropical. *Vet Mex*. 2000;31(2):95-99 disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=7004>
9. Ortiz A, Mallo J. Factores que afectan a la calidad externa del huevo. *Albéitar*, 2013;170:18-19 disponible en: [https://norel.net/en/system/files/factores\\_que\\_afectan\\_a\\_la\\_calidad\\_del\\_huevo.pdf](https://norel.net/en/system/files/factores_que_afectan_a_la_calidad_del_huevo.pdf)
10. Williams K. Factores que afectan la calidad del huevo. *World's Poultry Sci*. 1992;48:5-16 disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/33161016.pdf>
11. Savage S. Interpretando las conversiones de pienso. *Selecciones avícolas*. 1989;31(8):239-240 disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/33161016.pdf>
12. Bell D. La masa diaria de huevos, una mejor medición de los resultados. *Selecciones avícolas*. 1981;23(2): 231-232 disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/33161747.pdf>
13. Di Rienzo J, Casanovez F, Gonzale B, Tablada, M, Robledo C. InfoStat versión 2020 [Internet]. Disponible en <http://www.infostat.com.ar> [Consultado el 2 de febrero de 2020].
14. Hill J. El peso corporal como indicador de beneficio en ponedoras. *Selecciones avícolas*. 1989;31(5):154 disponible en: <https://fddocuments.ec/document/el-peso-corporal-como-indicador-de-beneficio-en-ponedoras-beneficio-en-ponedoras.html>

- 15.** Juárez A, Barocio J, García A, Gutiérrez E, Ortiz R. Efecto del fenotipo (color de plumaje) sobre el peso del huevo y peso vivo de la gallina de traspatio. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 2016;48(1):99-106 disponible en: DOI: 10.4067/S0301-732X2016000100012
- 16.** Gheisari M, Gheisari A, Samie A, Sanei A, Toghyani M. 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*. 2010;142(3): 557-571 disponible en: DOI: 10.1007 / s12011-010-8779-x
- 17.** Mendieta E. Parámetros productivos de reproductoras pesadas línea cobb 500 a la suplementación con calcio orgánico [tesis pregrado]. Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo; 2015.
- 18.** Ramos J. 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 [tesis pregrado]. Santiago. Universidad de Chile; 2005.
- 19.** El Sitio Avícola. Gallinas ponedoras: Factores que influyen en el tamaño y peso del huevo [Internet]. Disponible en: <https://www.elsitioavicola.com/articles/3015/gallinas-ponedoras-factores-que-influyen-en-el-tamaao-y-peso-del-huevo/> [Consultado el 11 de enero de 2020].
- 20.** Rojas V, Callacna M. 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 [tesis post grado]. Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo; 2017.
- 21.** Metalteco. La conversión alimenticia en alimentos concentrados [Internet]. Disponible en: <https://metalteco.com/conversion-alimenticia-concentrados-balanceados/> [Consultado el 26 de febrero de 2020]
- 22.** Joaquin J. Efecto de la suplementación de minerales orgánicos sobre los parámetros productivos de ponedora comercial Hy Line durante el periodo 35-42 semanas de edad. [tesis pregrado]. Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo; 2015
- 23.** Higginson T. La ciencia de la calidad del huevo [Internet]. Disponible en: <https://www.hyline.com/ViewFile?id=88df674d-2faf-411b-a883-d64770fcb740> [Consultado el 26 de febrero de 2020].
- 24.** Swanson M. Producción de huevos. Selecciones avícolas. 1980;22(9):331-333 disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/33161707.pdf>
- 25.** Jahanian R, Laika M. 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*. 2015;165(2):195-200 disponible en: DOI: 10.1007/s12011-015-0251-5
- 26.** Karunajeewa H. Factores influyentes en la pigmentación de la yema de huevo. Selecciones avícolas. 1984;26(9):295-299 disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/33161792.pdf>
- 27.** Saldanha E, García E, Pizzolante C, Fattarone A, Da Sechinato A, Molino A, Laganá C. Effect of organic mineral supplementation on the egg quality of semi-heavy layers in their second cycle of lay. *Brazilian Journal of Poultry*.