



## Adición de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS®, en la granja Santa María, Departamento de La Libertad, El Salvador

Artículo científico

**Aguilar-Rivera, A.M.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**Núñez-Vásquez, E.J.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**Alas-García, E.A.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

**Alvarado-Deras, H.O.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

### RESUMEN

El objetivo de la investigación está orientado a evaluar el efecto de 4 raciones, 3 de ellas con una adición diferente de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS®, sobre el desempeño, eficiencia y rentabilidad. El proyecto se realizó en la granja Santa María, del caserío Santa María del Banco, cantón el Escalón, municipio de San José Villa Nueva, departamento de La Libertad, El Salvador. Entre los meses de noviembre 2020 a abril 2021, llevándose a cabo la crianza de 192 pollos de engorde línea ROSS® de 1 día de edad, los cuales se alimentaron durante la primera semana con pellet como fase de adaptación y a partir de la segunda semana con los cuatro tratamientos con diferentes niveles de zinc aminoquelatado. El modelo estadístico utilizado fue el diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos diferentes y cuatro repeticiones, constituida por 12 unidades experimentales en cada una. Tomando como variables en estudio el consumo de alimento, peso semanal, ganancia de peso, conversión alimentación y mortalidad. Los resultados obtenidos en la alimentación de los pollos de engorde a una dosis de 20 g por 45.45 kg (qq) de concentrado (T3), mejoraron el peso semanal ganando en promedio 330 g y un porcentaje de mortalidad del 0 % y el menor consumo promedio de alimento con 3,330 g ( $p < 0,05$ ). Por lo cual, se concluyó que la adición de zinc aminoquelatado mejoró el rendimiento en los pollos de engorde y este puede ser utilizado en la alimentación durante su desarrollo.

**Palabras clave:** zinc aminoquelatado, nutrientes, pollos de engorde.

### ABSTRACT

It is important to generate strategies to improve productivity and availability of animal protein to meet human demand. Amino-chelated minerals are essential for broiler performance and are involved in several physiological processes. They participate in metabolic pathways in the animal body and play vital roles in functions including reproduction, growth, immune system and energy metabolism. The objective of this research is to evaluate the effect of adding 3 levels of amino-chelated zinc to the ROSS® broiler diet on performance, efficiency and profitability. The research project was carried out at the Santa Maria farm, in the Santa Maria del Banco hamlet, Canton el Escalon, Municipality of San José Villa Nueva, Department of La Libertad. Between the months of November 2020 and April 2021, 192 1-day-old ROSS® line broilers were raised and fed four diets based on corn and soybean with and without the addition of zinc amino-chelated zinc in different doses. The statistical model used was a completely randomized design, with four different treatments and four replicates, consisting of 12 experimental units in each. The addition of amino-chelated zinc in the feed of broilers of the ROSS® line at a dose of 20 g per 45.45 kg (qq) of concentrate (T3), improved weekly weight gain by an average of 330 g, a mortality percentage of 0% and the lowest average feed consumption with 3.330 g ( $p < 0.05$ ). The addition of amino chelated zinc improved broiler performance and can be used in the feed during growth.

**Keywords:** Amino-chelated zinc, nutrients, broilers.

DOI: 10.5281/zenodo.10231485



Título en inglés:

Addition of amino-chelated zinc in the diet of broilers of the ROSS® line, at the Santa María farm, Department of La Libertad, El Salvador

**Correspondencia:**  
enrique.alas@ues.edu.sv

**Presentado:**  
25 de febrero de 2023

**Aceptado:**  
22 de abril de 2023



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

## INTRODUCCIÓN

Los minerales quelatados son esenciales para el desarrollo de las aves al estar involucrados en diversos procesos fisiológicos y metabólicos. A pesar de que se requieren en pequeñas cantidades, ejercen funciones vitales y aseguran la salud y productividad animal. Las fuentes inorgánicas de minerales han sido ampliamente utilizadas en la industria avícola, sin embargo, los sistemas de producción sostenibles deben buscar alternativas para mejorar los resultados zootécnicos sin perjudicar el medioambiente (Fernández, 2014).

Martínez Benavidez (2008), evaluó el efecto de aplicar aclimatación precoz (ACP) y adicionar, en la dieta, vitamina E y zinc sobre el desempeño de pollos de engorde. Un total de 600 aves, de un día de edad, fueron criadas en un rancho, con 40 jaulas de piso, hasta completar 42 días de edad. La adición dietética de vitamina E (0 y 250 mg/Kg) y zinc (0 y 40 mg/Kg) para un total de 8 tratamientos con 5 repeticiones. La ACP consistió en someter a las aves a una temperatura de 41 °C por 6 horas al tercer día de edad. Las aves y el alimento fueron pesados semanalmente para determinar el peso corporal (PC), el consumo de alimento (CA), la conversión alimenticia (CAL) y la mortalidad. Además, se monitoreó semanalmente la temperatura corporal (TC) de 15 aves por tratamiento midiendo la temperatura rectal con un termómetro digital. Al finalizar el periodo de crianza, se seleccionaron, al azar, 25 aves por tratamiento, que fueron, sacrificadas y procesadas para evaluar la composición de la canal. Se calcularon los rendimientos en canal caliente (RCC), canal luego del enfriamiento (RCF), músculos de la pechuga (RP), filetes (RF) y grasa abdominal (RGA) expresado como porcentaje del peso vivo de las aves. No se encontraron diferencias significativas entre los efectos principales para PC, CA, CAL, TC, RCC, RCF, RGA, RP y RF. La adición de vitamina E a razón de 250 mg/Kg de alimento aumentó la mortalidad de las aves y disminuyó el RGA de la canal. La adición de 250 mg/Kg de vitamina E y 40 mg/Kg de zinc mejoró la conversión alimenticia de las aves al compararse con el resto de los tratamientos, aunque estas mejoras no

alcanzaron diferencias significativas. Se concluye que la aplicación de ACP, la adición de vitamina E y zinc en el alimento, en los niveles evaluados, no proveyeron ventajas en la mayoría de las variables estudiadas. Sin embargo, la adición de 250 mg/Kg de vitamina E y 40 mg/Kg de zinc mostraron un efecto positivo en CAL que puede justificar su utilización comercial.

Por lo anterior, el objetivo de la investigación está orientado a evaluar el efecto de adición de 3 niveles de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS®, durante un periodo de 6 semanas (42 días) evaluando los parámetros zootécnicos con el fin de mejorar la ganancia de peso y con ellos reducir los costos de la producción de proteína animal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló de noviembre del 2020 a abril del 2021 en la granja Santa María, del caserío Santa María del Banco, cantón El Escalón, municipio de San José Villanueva, departamento de La Libertad, El Salvador. Ubicación latitud Norte 13°54'87" y longitud Oeste 89°25'06", con una altura de 550 m. s. n. m., hasta los 29 °C., con una humedad relativa de 37 a 75 %.

Se utilizaron 192 pollos de 1 semana de edad sin sexar, los cuales se dividieron en 4 grupos de 48 aves para la distribución de los 4 tratamientos. Estos a su vez, se subdividieron en grupos de 12 aves para la formación de las 4 repeticiones. El factor de estudio es el zinc aminoquelatado, y para esto se establecieron cuatro tratamientos, los cuales quedaron formulados de la siguiente manera (Tabla 1).

Denotando que eran 6 semanas de estudio, en la primera previa al inicio del experimento, se realizó la aclimatación de los pollos proporcionando concentrado de inicio sin la adición de zinc aminoquelatado; una vez transcurrido este periodo, a la segunda semana se procedió a la adición de zinc aminoquelatado directamente al concentrado.

**Tabla 1.**  
*Descripción de los tratamientos*

| Tratamientos | Formulación  |
|--------------|--|
| T0           | 45.45 kg concentrado a base de maíz y soya   |
| T1           | 45.45 kg de alimento a base de maíz y soya +10 g. 10,000 (ppm) de zinc aminoquelatado  |
| T2           | 45.45 kg de alimento a base de maíz y soya +15 g. 15,000(ppm) de zinc aminoquelatado   |
| T3           | 45.45 kg de alimento a base de maíz y soya + 20 g. 20,000 (ppm) de zinc aminoquelatado |

## Metodología de campo

### Instalaciones y equipo

Se realizó en una galera de 24 m<sup>2</sup> con unas dimensiones de 6 m de largo y 4 m de ancho, con una altura máxima de 3 m y 2.5 m en el lateral, de un agua, piso de tierra y cemento, con un pretil de 0.50 m de alto. Los tratamientos se alojaron en un área de 1.5 m<sup>2</sup> con dimensiones de 0.5 m de ancho y 3 m largo, para las divisiones internas se utilizaron regletas de madera de 5.08 cm x 5.08 cm, con tela de gallinero de 2.54 cm de diámetro. Paredes perimetrales abiertas con malla ciclón de 5.08 cm que realizaban la función como puertas de acceso a los tratamientos y sostenida mediante regletas de madera de 5.08 cm x 5.08 cm. También contaba con cortinas de plástico negro que ayudaron a regular la temperatura de los pollos evitando corrientes de aire, lluvia y sol. Los bebederos eran de plástico tipo campana y los comederos elaborados de tubo pvc con medidas de 15.24 cm de diámetro cortados longitudinalmente con 1 m de largo y topes de concreto. Se contó con una fuente de agua proveniente del sistema de agua potable.

### Recibimiento de los pollitos

Los pollitos fueron transportados hacia la galera en horas frescas de la mañana (9 a. m.), evitando en la medida de lo posible promotores de estrés.

A su llegada, fueron pesados con una balanza digital, tomando el peso inicial en forma individual (g), luego se realizaron tomas de peso semanalmente de forma grupal para las 12 aves que conformaban cada una de las repeticiones de los tratamientos hasta completar las 6 semanas de vida.

El día del recibimiento se les ofreció electrolitos y minerales en el agua de bebida durante todo el día. A lo largo de la primera semana y previo a la aplicación de los tratamientos se alimentaron con concentrado pellet.

### Preparación del alimento

Para adicionar el zinc al alimento, a base de maíz y soya, se tuvo acceso a las instalaciones de la fábrica, en el momento que se realizó la formulación del núcleo se incorporaron las cantidades de zinc para la fabricación del concentrado. Una vez preparado el concentrado se entregó para utilizarlo durante las 6 semanas que duró la investigación.

### Formulación de dieta de alimento a base de maíz y soya

Para la adición del zinc aminoquelatado en el concentrado, fue necesario realizarlo desde la formulación del núcleo en una micro mezcladora; para garantizar la distribución

homogénea dentro de este, tomando en cuenta que el alimento ya contaba con el nutriente zinc inorgánico a razón de 100 ppm. Esta formulación fue diseñada y elaborada por el productor de la granja, como uso regular para la alimentación de su explotación agrícola. Los ingredientes y su proporción del alimento, tanto de inicio como engorde de los pollos fue balanceada (Tabla 2).

### Ofrecimiento del alimento

Las aves se alimentaban a libre consumo de sus respectivos tratamientos, al no contar con un sistema automatizado para el suministro del alimento, y con el fin de medir el rechazo de este, fue necesario realizar el ofrecimiento del alimento de forma manual en los horarios de 7:00 a. m. y 3:00 p. m. diariamente.

Para determinar la cantidad de alimento a ofrecer, fue necesario añadir el 20 % de la cantidad requerida, según la tabla de consumo del manual de la línea Ross; tomando como base el consumo de alimento diario, en gramos, para pollo de engorde. Esto se realizó con el fin de cuantificar, diariamente, el rechazo del concentrado por parte de los pollos; una vez determinada la cantidad, se procedía a pesar el concentrado en balanza digital, con una capacidad desde 0.001 kg hasta 5 kg de peso, la cual se calibró previamente antes de cada pesaje (que se realizaba semanalmente). Una vez pesado, se depositaba en bolsas plásticas debidamente rotuladas y se guardaban en una cubeta plástica con tapadera para evitar contaminación.

### Toma de datos

Se mantuvo un horario fijo para la recolección de datos y la alimentación, esta se realizaba de la siguiente manera, llevando un registro diario de cada bloque y tratamiento, se verificaba la existencia de animales muertos; posteriormente se cambiaba la granza de arroz el día que era correspondiente, luego se recolectaba el alimento rechazado que quedaba dentro del comedero (el desperdicio en el suelo no era cuantificable), se pesaba y anotaban los datos en el registro diario. En cuanto a las aves, estas se pesaban una vez por semana, los sábados por la mañana, se pesaban las 12 aves (que conformaban cada una de las repeticiones de los tratamientos), dentro de la java de transporte y se le restaba el peso de la java vacía, de esta forma se obtenía el peso exacto de las aves.

## Metodología estadística

### Diseño estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones, para cada repetición se utilizaron 12 aves, ya que el material experimental es homogéneo, porque su mayor aplicación se da en el

**Tabla 2.**  
Formulación de alimento a base de maíz y soya, sin la adición de zinc.

| INGREDIENTES       | Alimento INICIO % | Alimento ENGORDE % |
|--------------------|-------------------|--------------------|
| Maíz               | 60.00             | 62.30              |
| Soya               | 30.00             | 25.00              |
| Aceite de palma    | 5.50              | 8.00               |
| Núcleo             | 4.50              | 4.70               |
| Total              | 100.00            | 100.00             |
| NUTRIENTES         | INICIO            | ENGORDE            |
| Edad (días)        | 1-22              | <23                |
| EM Kcal/kg         | 3175              | 3275               |
| Proteína %         | 22                | 20                 |
| Razón Em/pc%       | 144               | 164                |
| Calcio %           | 0.95              | 0.85               |
| Fosf. disponible % | 0.45              | 0.35               |
| Sodio %            | 0.21              | 0.17               |
| Cloro %            | 0.16              | 0.15               |
| Potasio%           | 0.90              | 0.80               |
| Lisina dig. %      | 1.24              | 1.08               |
| Met-cist dig. %    | 0.92              | 0.89               |
| Metionina dig. %   | 0.51              | 0.49               |
| Treonina dig. %    | 0.82              | 0.76               |
| Triptófano dig. %  | 0.20              | 0.19               |

#### Componentes del núcleo

- Premezcla vitamínico mineral
- Aminoácidos: lisina, metionina, treonina, triptófano.
- Macrominerales: calcio, fosfato, fosfatomonocalcico.
- Aditivos: se suministró secuestrante de micotoxinas a base de aluminosilicatos y enzimas a dosis del 0.2 % y promotor de crecimiento a base de bacitracina de zinc a dosis de 0.03 %
- Núcleo final: pigmentante (pigmento amarillo).

campo pecuario, ya que se aplica cuando el número de tratamientos es mayor de tres y maximiza los grados de libertad para el error experimental y el nivel de significancia del 5 %.

#### Prueba estadística

##### Análisis de varianza

El ANVA se aplicó para minimizar la variación de los tratamientos de la investigación, para evitar malas interpretaciones de los datos generados por el material experimental, ya que existe la variación controlable y no controlable que pueda afectar la varianza con una probabilidad menor al P-valor= 0.05.

Y también se aplicó la prueba de Tukey, un método que tiene como fin comparar las medias individuales provenientes de un análisis de varianza de varias muestras sometidas a

tratamientos distintos.

#### Variables en estudio

Variables dependientes: consumo de alimento semanal (gramos / ave), peso semanal, ganancia de peso vivo (gramos / ave), conversión alimenticia semanal, mortalidad (número de aves muertas en un periodo determinado/ animales al iniciar el periodo).

Variables independientes: dosis de zinc aminoquelatado.

#### Consumo de alimento semanal

Se determinó calculando los gramos consumidos por grupo de aves al día, donde diariamente se tomaron registros de la cantidad de alimento proporcionado a cada uno de los tratamientos y los rechazos para obtener datos semanales.

## Ganancia de peso

Para obtener esta variable, se pesaban los pollos cada semana restándole al peso actual y el peso anterior. Este proceso se realizaba cada siete días, en las mañanas antes de brindarles el alimento para evitar error de manejo.

Fórmula utilizada:

$$GP = \text{Peso actual} - \text{Peso anterior}$$

Dónde:

GP= Ganancia de peso

## Conversión alimenticia

Esta variable se calculó semanalmente con el peso del alimento consumido en gramos en relación a la cantidad de peso aumentado en gramos.

Fórmula utilizada para el cálculo:

$$CA = \text{Consumo de alimento} / \text{Ganancia de peso}$$

## Mortalidad

Se determinó diariamente utilizando la siguiente formula:

$$M = (A \times 100) / N$$

Dónde: M= Índice de mortalidad

A= Número de aves muertas en un periodo determinado

N= Animales al iniciar el periodo

## Metodología económica

Se realizó un análisis socioeconómico con la finalidad de evaluar los diferentes tratamientos y determinar cuál de estos presenta las mejores ventajas en términos económicos, en esta investigación la herramienta socioeconómica que se utilizó fue análisis de dominancia.

## Análisis de dominancia

Este se hace clasificando las tecnologías e incluyendo la que el productor usa normalmente, ordenándolas de menor a mayor, con base a los costos, conjuntamente con sus respectivos beneficios netos. Moviéndose de la tecnología de menor a la de mayor costo, la tecnología que cueste más que el anterior, pero rinda un menor beneficio neto se dice que es “dominada” y es excluida del análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Consumo de alimento

Se observó el comportamiento del consumo de alimento por semana, a lo largo de las 5 semanas; el tratamiento T3 registró el menor consumo de alimento por ave (Tabla 3). Lo cual indicó que a mayor concentración de zinc aminoquelatado, mejor fue aprovechamiento del alimento.

Melo (2020), analizó el consumo de alimento por medio de una prueba de Tukey, determinando que el mayor consumo lo registró el tratamiento con cero gramos de zinc con un valor de 1156.7 gramos de alimento por ave y el menor consumo lo registró el tratamiento con mayor concentración de zinc con un valor de 1134.64 gramos de alimento por ave, dichos datos son concordantes con la investigación, ya que, el T0 registra el mayor consumo total de alimento y el T3 que lleva la mayor cantidad de zinc en esta investigación, registra el menor consumo.

### Peso semanal en gramos

Los resultados del análisis de varianza bajo el Diseño Completamente al Azar, para el peso por ave semanal, muestran que existían diferencias significativas con  $p < 0.05$ , lo que significa que al menos uno de los tratamientos produjo los mejores resultados en cuanto al peso semanal en gramos con un coeficiente de variación de 22.0 % y un coeficiente de determinación del 76 %. El zinc aminoquelatado contribuye a la ganancia de peso en los pollos, ya que si hay deficiencia de zinc habrá numerosos

**Tabla 3.**  
Comportamiento del consumo de alimento semanal por tratamiento y promedio por ave en gramos.

| PERIODO<br>(SEMANA) | TRATAMIENTO   |                 |               |                 |               |                 |               |                 |
|---------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
|                     | T0            |                 | T1            |                 | T2            |                 | T3            |                 |
|                     | Consumo total | Consumo por ave |
| 1                   | 17,422.52     | 362.97          | 16,163.44     | 336.74          | 17,313.43     | 360.70          | 15,895.26     | 331.15          |
| 2                   | 27,704.21     | 602.27          | 24,149.71     | 503.12          | 24,854.25     | 517.80          | 23,186.09     | 483.04          |
| 3                   | 43,608.57     | 948.01          | 44,376.74     | 924.52          | 39,863.16     | 830.48          | 38,767.72     | 807.66          |
| 4                   | 46,335.81     | 1,053.09        | 49,763.04     | 1,058.79        | 50,076.67     | 1,043.26        | 43,458.57     | 905.39          |
| 5                   | 43,158.57     | 980.88          | 43,113.12     | 917.30          | 38,431.36     | 800.65          | 38,499.54     | 802.07          |

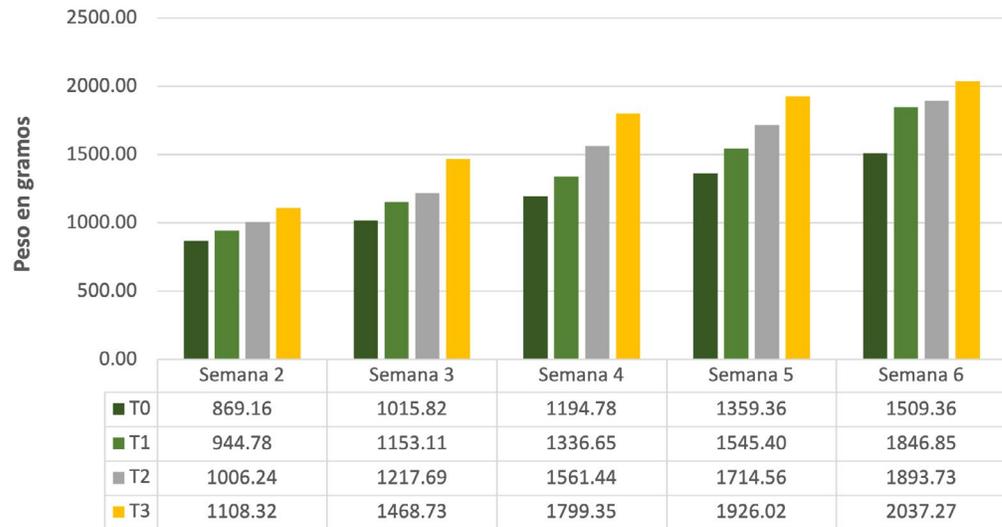
cambios físicos y patológicos, incluyendo lesiones en piel y disminución del crecimiento del ave.

Mediante la prueba de Tukey se determinó que el T3 produjo el mejor peso promedio en los pollos de engorde de seis semanas de edad con una media de 1,667.94 g al mismo tiempo se determinó que el T2 con 1,478.73 g. y T1 con 1,365.36 g. producen pesos promedio similares y que el T0 es el tratamiento que produjo los promedios más

bajos con 1,189.69 g.

Como se muestra en el (Figura 1), los tratamientos tuvieron un comportamiento normal a lo largo de 5 semanas del experimento. Por otra parte, en la Figura 1 se puede resaltar que en la semana 5 del experimento, los tratamientos T2 y T1 muestran una diferencia mínima, siendo el T2 46.88 g mayor que el T1.

**Figura 1.**  
Peso semanal en gramos en pollos de engorde de la línea Ross®



Según el estudio que realizó Melo (2020), con cuatro concentraciones de zinc, de 0, 0.02, 0.04, 0.06 y 0.08 gramos en adición en el alimento, este determinó que en las primeras dos semanas del estudio no se produjeron diferencias significativas en cuanto al peso de las aves, lo cual es contrario a lo registrado en esta investigación, presentando a lo largo de su desarrollo diferencias significativas.

Por otra parte, se puede resaltar que, según Melo (2020), a partir de la semana tres se produjo una diferenciación del peso, coincidiendo que la mayor concentración (T4= 0.08 g. de zinc) provocó mayor peso con 2,100 g. hasta la semana siete de su investigación. Este dato es contrastante ya que para Melo el tratamiento cero gramos de zinc es el segundo mejor en cuanto al peso por ave a la semana con 2,000 g mientras para la investigación con zinc aminoquelatado el tratamiento con 0 % zinc registró el menor peso con un valor total al final de 1,510 g.

Beltrán Rodríguez y Cabrera Quesada (2009), a lo largo de ciclo productivo no encontraron diferencias significativas con  $p > 0.05$  con promedio de 2,000 g para los tratamientos, caso contrario de esta investigación que sí registró diferencias significativas obteniendo el mayor peso el T3

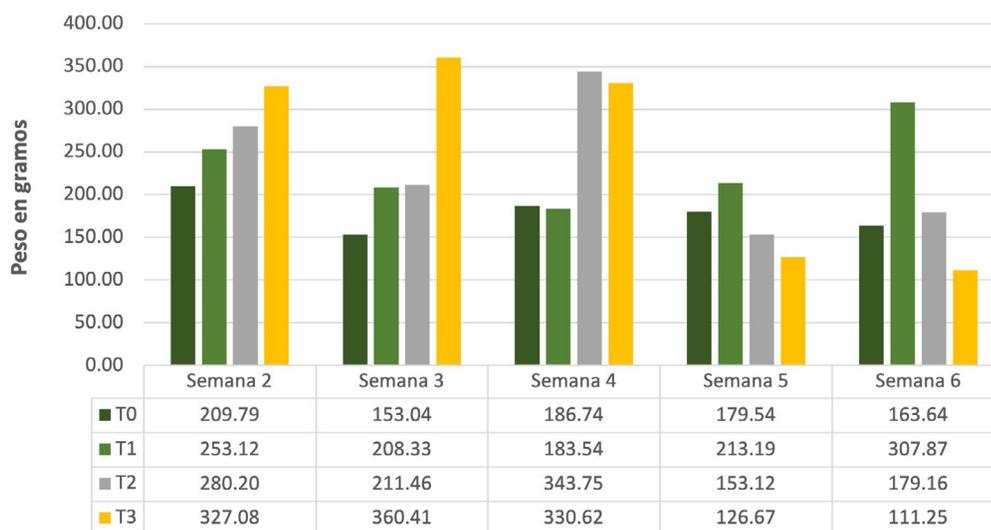
con 2,030 g.

### Ganancia de peso semanal

Para el parámetro productivo de ganancia de peso, solo se tomaron en cuenta los 35 días de aplicación del zinc aminoquelatado y se procedió a comparar los efectos de las distintas concentraciones (Figura 2). Según el análisis de ANVA existen diferencias significativas entre los tratamientos con  $P < 0.05$ , lo que indica que uno o más tratamientos produjeron los mejores desempeños en cuanto a la ganancia de peso por semana, debido a esto se realizó una prueba de Tukey, la cual determinó que los tratamientos T3 con 251.20 g y T2 con 233.54 g y T1 con 170.00 g produjeron, estadísticamente, similares efectos en cuanto a la ganancia de peso semanal, mientras el T0 registró el menor promedio de ganancia de peso con 170.00 g a lo largo de la investigación.

Según Robles Vivas (2016), los minerales orgánicos favorecen al desarrollo de los huesos y sistema digestivo, al igual que la absorción de nutrientes, pero al mismo tiempo uno de los factores adversos que presenta este método es una disminución de algunos factores productivos después de los 35 a 45 días de producción en un 20 - 30 % de los

**Figura 2.**  
Ganancia de peso semanal en gramos en pollos de engorde de la línea Ross®



sujetos de investigación; observando que para esa semana los dos tratamientos con mayor concentración de zinc aminoquelatado produjeron menor ganancia, para esta semana el mejor promedio de ganancia de peso lo registro el T1 con 213.19 g de ganancia peso, y T0 es 33.65 g menor al T1; ya en la semana cinco el mejor promedio lo registra el T1 con 307.57 g de ganancia de peso a la semana, seguido de T2 con 179.16 g mientras que los T0 y T3 registran los menores promedios siendo 52.38 g mayor el T0.

Melo (2020), determinó que en las primeras dos semanas la mejor ganancia de peso la presentó el tratamiento con cero gramos de zinc, dato que es contrario a lo observado por esta investigación, ya que, en las primeras semanas se determinó que el T3 obtuvo la mejor ganancia de peso, no obstante, Melo Reinoso en su investigación registró datos oscilantes, a partir de la tercera semana detallando en la semana cuatro y cinco diferencias significativas en cuanto a la ganancia de peso con el tratamiento con mayor concentración de zinc (0.08 g), el cual, obtuvo los datos más altos en relación a la ganancia de peso.

Esto difiere de la investigación en cuanto al comportamiento de los efectos de los tratamientos, ya que, la mayor concentración registró los mejores desempeños para ganancia de peso en las primeras semanas, y las concentraciones medias evidenciaron al final de la investigación datos mayores en cuanto a la ganancia, concordando los resultados con Melo (2020), puesto que en las semanas seis y siete el tratamiento con 0.04 gramos de zinc reportó la mayor ganancia de peso, seguido del tratamiento con 0.06 gramos de zinc.

Beltrán Rodríguez y Cabrera Quesada (2009), a lo largo de

ciclo productivo encontraron diferencias significativas con  $p < 0.05$ , que los tratamientos con mayor concentración en diferentes presentaciones de zinc inorgánico obtuvieron los mejores promedios de ganancia de peso con promedio de 330 g, siendo equivalente a lo registrado en la investigación en las primeras tres semanas de estudio.

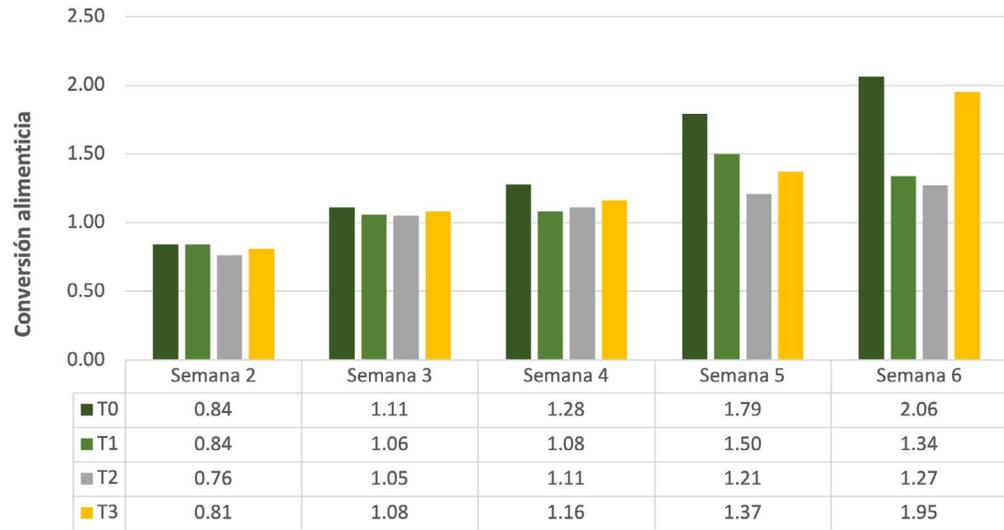
### Conversión alimenticia semanal en gramos.

Se analizó el comportamiento de los datos con respecto a la conversión alimenticia total de los pollos, con respecto al estímulo aplicado y el tratamiento testigo (Figura 3). El análisis de ANVA para conversión alimenticia total con  $P < 0.05$ , determina que existen diferencias estadísticas significativas en cuanto a la conversión alimenticia de los pollos de engorde, lo que indica que en términos generales los tratamientos difieren en sus efectos. Para este análisis se determinó que el coeficiente de variación es de 32.15 %, lo que indica que los datos presentan heterogeneidad entre los tratamientos.

La figura 3 muestra que en la segunda semana de experimento los tratamientos 2 y 3 poseen la menor conversión alimenticia, siendo la menor registrada por el T2 con 0.76; ya para la semana tres el tratamiento T1 y T2 registraron la menor conversión alimenticia; para la semana cuatro el menor registro lo tiene el T1 con 1.08; en la semana cinco y semana seis el menor registro lo obtuvo el T2 con 1.21 y 1.27, respectivamente.

Al contrastar el comportamiento de la conversión alimenticia con lo obtenido por Melo (2020), se determinó que los datos difieren en la primera semana, ya que, para él no se encontraron diferencias significativas, y los datos promediaban un valor de 1.02 para cada tratamiento,

**Figura 3.**  
Conversión alimenticia semanal en gramos en pollos de engorde de la línea Ross®



mientras que en la investigación sí hubo, para la primera semana, diferencias significativas; para la segunda y tercer semana Melo (2010), registró que el tratamiento con 0.08 g de zinc promedió la menor conversión alimenticia con un valor de 1.34, esto no concordó con la investigación, ya que, el T1 promedió los menores registros de conversión alimenticia siendo este el que posee la menor concentración de zinc aminoquelatado con 0.91 y 1.08. Por otra parte, al comparar los datos de Melo (2010) a partir de la cuarta semana, podemos determinar que los tratamientos con 0.06 y 0.04 gramos de zinc promedian las mejores conversiones alimenticias, lo cual concuerda con la investigación debido a que en la cuarta semana los datos son oscilantes determinando que T2 y T3 son los que al final de la investigación registran la menor conversión alimenticia.

Beltrán Rodríguez y Cabrera Quesada (2009), con  $p < 0.05$  encontraron diferencias significativas en cuanto a la conversión alimenticia, determinando que el tratamiento 5 con 50 % de lo recomendado de adición zinc presentó al final de la investigación la menor conversión alimenticia con un valor de 1.86; esta información concuerda con el presente estudio, ya que, si existen diferencias significativas con el T2 con valor de 1.27 la que registró la menor conversión alimenticia.

**Mortalidad**

Uno de los factores a determinar con la investigación fue el porcentaje de mortalidad de los pollos, bajo la aplicación de zinc aminoquelatado en el concentrado. El T0 registró el mayor número de aves muertas a lo largo de las seis semanas de estudio (Tabla 4), lo que indica que a mayor concentración de zinc aminoquelatado mejora sustancialmente la sobrevivencia de las aves, puesto que

el T2 y T3 presentan un cero por ciento muertes. Cabe resaltar que el tratamiento T1 registró una muerte en la quinta semana de investigación. Mientras que el T0, presentó dos muertes durante la tercera semana y una muerte durante la quinta semana.

**Tabla 4.**  
Porcentaje de mortalidad de los pollos de engorde de la línea Ross®

| Tratamiento | Total de animales muertos | Total de aves inicio | % de mortalidad |
|-------------|---------------------------|----------------------|-----------------|
| T0          | 4                         | 48                   | 8 %             |
| T1          | 1                         | 48                   | 2 %             |
| T2          | 0                         | 48                   | 0 %             |
| T3          | 0                         | 48                   | 0 %             |

Al comparar los datos con lo presentado por Beltrán Rodríguez y Cabrera Quesada (2009), existe una discrepancia, ya que, no encontraron diferencias en la mortalidad con un promedio por cada uno de sus siete tratamientos de siete a nueve aves muertas a lo largo del experimento, lo cual, es distinto a lo arrojado por la investigación, puesto que los tratamientos con mayor concentración de zinc no registraron muertes y T0 registró 8 % de mortalidad y T1 registró 2 % de mortalidad.

En avicultura la suplementación de la dieta con quelatos de zinc provoca la activación de la respuesta inmune celular y humoral, ayudando a mantener el equilibrio entre la respuesta Th1 y Th2, aumentando la resistencia a las infecciones y así provocar menos muertes (Microminerales en nutrición animal y su influencia en sistema inmune, 2019).

### Análisis económico.

Para determinar el costo beneficio de la adición de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde, se realizó un análisis con los beneficios brutos de campo y los costos de producción, determinando un rendimiento ajustado del 20 %, ya que, se toman en cuenta las aves que no formaron parte directa de la investigación y fueron adquiridas (Tabla 5).

Como se muestran, los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron un costo de producción de USD 135.44, USD 135.73 y USD 136.02 respectivamente, mientras que el T0

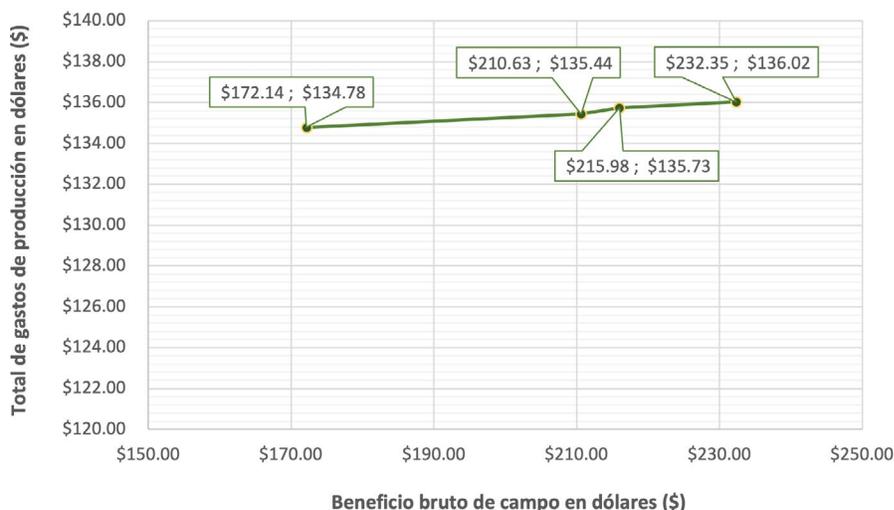
posee un costo de USD 134.78, siendo el tratamiento T3 el que mayor beneficio obtuvo posterior a la venta de carne; para ello fue necesario realizar el análisis de dominancia en cuanto a la relación costo/beneficio de los tratamientos (Figura 4).

El mayor beneficio de campo con relación a los costos de producción los registra el T3, siendo este USD 58.97 mayor al tratamiento testigo, USD 21.14 mayor a T1 y USD 16.09 al T2 (Figura 4). Lo que demuestra que la mayor concentración de zinc aminoquelatado produce un mayor rendimiento económico en la dieta de los pollos de engorde.

**Tabla 5.**  
Beneficios y costos de producción

| PRESUPUESTO                             | T1         | T2         | T3         | T4         |
|---|------------|------------|------------|------------|
| <b>Peso (gramos)</b>                    | 72,450     | 85,650     | 90,900     | 97,790     |
| <b>Rendimiento ajustado (30%)</b>       | 191.27     | 234.04     | 239.98     | 258.17     |
| <b>Beneficio de campo</b>               | USD 172.14 | USD 210.63 | USD 215.98 | USD 232.35 |
| <b>Costo que varían</b>                 |            |            |            |            |
| <b>Costo de aves</b>                    | USD 24.00  | USD 24.00  | USD 24.00  | USD 24.00  |
| <b>concentrado de inicio (45 kg)</b>    | USD 11.56  | USD 11.56  | USD 11.56  | USD 11.56  |
| <b>Concentrado de engorde (45 kg)</b>   | USD 45.00  | USD 45.00  | USD 45.00  | USD 45.00  |
| <b>Electrolitos y vitaminas</b>         | USD 0.75   | USD 0.75   | USD 0.75   | USD 0.75   |
| <b>Vacuna New Castle/Gumboro</b>        | USD 1.00   | USD 1.00   | USD 1.00   | USD 1.00   |
| <b>Granza (15 Kg)</b>                   | USD 5.00   | USD 5.00   | USD 5.00   | USD 5.00   |
| <b>Zn (gr)</b>                          |            | 62.652     | 89.892     | 117.132    |
| <b>Costo del zinc por tratamiento</b>   |            | USD 0.66   | USD 0.95   | USD 1.24   |
| <b>Salario y costo de mantenimiento</b> | USD 22.47  | USD 22.47  | USD 22.47  | USD 22.47  |
| <b>Vehículos y combustible</b>          | USD 25.00  | USD 25.00  | USD 25.00  | USD 25.00  |
| <b>Total de costo que varían</b>        | USD 134.78 | USD 135.44 | USD 135.73 | USD 136.02 |
| <b>Beneficio neto</b>                   | USD 37.36  | USD 75.19  | USD 80.25  | USD 96.33  |

**Figura 4.**  
Análisis de dominancia



## CONCLUSIONES

La adición de zinc aminoquelatado, para alimentar pollos de engorde de la Línea ROSS® demostró tener efectos positivos sobre los parámetros productivos como consumo de alimento semanal, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad.

Al adicionar 19.522 g de zinc aminoquelatado por cada 45.45 kg de alimento a base de maíz y soya, se obtienen mejores promedios en cuanto a peso vivo, ganancia de peso y mortalidad.

Los alimentos que fueron adicionados con el zinc aminoquelatado demostraron tener efectos favorables sobre la inmunidad del ave, registrando el menor número de muertes con 0.69 % de mortalidad para los tratamientos con la adición de zinc.

Económicamente el alimento con adición de zinc aminoquelatado demostró tener mejor relación beneficio-costo, donde el tratamiento con 19.522 g de zinc obtuvo una dominancia sobre todos los tratamientos en cuanto a los beneficios netos, siendo una alternativa económicamente favorable para la reducción en los costos y tiempo de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

- Beltrán Rodríguez; Cabrera Quezada. 2009. Efecto de Mintrex® Zn en combinación con Sulfato de Zn en la producción de pollos de engorde hasta los 42 días de edad (en línea). Tesis Ingenieros Agrónomos. Universidad de Zamorano. Honduras. Consultado 27 julio 2019. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/422/1/T2874.pdf>
- Fernández, A. 2014. agrinews.es. Obtenido de agrinews.es: (en línea) consultado 28 de mayo 2022. Disponible en: <http://agrinews.es/2014/02/18/microminerales-en-avicultura/>.
- Martínez Benavides. 2008. Aclimatación precoz y suplementación dietética con vitamina e y zinc como alternativas para el manejo del estrés calórico en pollos de engorde (en línea). Consultado 11 de julio 2022. Disponible en: <https://scholar.uprm.edu/handle/20.500.11801/1399>
- Melo R. 2020. utilización de diferentes niveles de zinc (20ppm, 40ppm, 60ppm,80ppm) como aditivo en remplazo de los antibióticos en alimentación de pollo de engorde (en línea). Tesis Licenciado en Médico Veterinario y zootecnista. Latacunga-Ecuador. Consultado 28 de octubre, 2021. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7012>
- Microminerales en nutrición animal y su influencia en sistema inmune, 2019. (en línea). Consultado 2 de marzo 2022. Disponible: <http://subirats.info/microminerales-ennutricion-animal/>

Robles, V. 2016. Utilización de minerales quelatados biodisponibles en la dieta de pollos de engorde sobre los parámetros productivos, morfología intestinal y su excreción en heces (en línea). Tesis Zootecnista. Colombia. Universidad de la Salle. P. 14-15,22-27. Consultado 17 de sept. 2019. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/20816>