

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**Adición de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS®, en la granja Santa María, departamento de La Libertad.**

**Por:**

Br. Ana María Aguilar Rivera

Br. Edgardo Javier Núñez Vásquez

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2022.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**Adición de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS®, en la granja Santa María, departamento de La Libertad.**

**Por:**

Br. Ana María Aguilar Rivera

Br. Edgardo Javier Núñez Vásquez

**Requisito para optar al título de:**

Licenciado (a) en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Ciudad Universitaria, Octubre de 2022.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

LIC. M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**SECRETARIO GENERAL:**

M.Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

Dr. FRANCISCO LARA ASCENCIO

**SECRETARIO:**

ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

**JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

ING. AGR. M.Sc. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTÍZ

---

**DOCENTE DIRECTOR**

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

---

**TUTOR EXTERNO**

MVZ. HÉCTOR OSMIN ALVARADO DERAS

---

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

ING. AGR. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA

---

## **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación está orientado a evaluar el efecto de 4 raciones de las cuales 3 de ellas tenían 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 de investigación, se realizó en la granja Santa María, del caserío Santa María del Banco, Cantón el Escalón del Municipio de San José Villa Nueva, en el Departamento de La Libertad. 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, denotando que eran 6 semanas de estudio, en la primera semana 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 aplicación de la adición de zinc aminoquelatado directamente al concentrado. 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 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 la ganancia de peso semanal ganando en promedio de 250 g y un porcentaje de mortalidad del 0% y el menor consumo promedio de alimento con 3,329 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 claves.**

Zinc aminoquelatado, nutrientes, adición, 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 3,329 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, addition, broilers

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, a Dios por permitirnos culminar esta etapa de nuestra vida de manera exitosa.

A nuestras familias por el apoyo y comprensión incondicional en el recorrido de este proyecto.

M.V.Z Osmin Alvarado por permitirnos usar sus instalaciones para poder realizar este proyecto.

A la Universidad de El Salvador y docentes por habernos brindado las herramientas necesarias para nuestra formación y ejecución del trabajo de investigación y prepararnos académicamente para la vida profesional.

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso por su protección, guía, fe, fuerzas y sabiduría durante todo este camino, reconociendo que sin su ayuda nada de esto hubiese sido posible.

A mis padres Manuel Aguilar y Margarita de Aguilar por su apoyo, motivación y esfuerzo brindándome todo lo necesario para poder culminar mi carrera.

A mi futuro colega, compañero de tesis y amigo, Edgardo Nuñez, por ser un excelente compañero durante esta experiencia, por su paciencia, dedicación y palabras de ánimo, de igual forma, a su familia por apoyarnos en los momentos cruciales de este proyecto.

A mis asesores ING. Enrique Alonso Alas García y M.V.Z. Héctor Osmin Alvarado Deras por su valiosa ayuda, dedicación y consejos para realizar esta investigación de manera excelente.

A Fernando Ramos por su valiosa ayuda y apoyo en este proyecto.

A mis amigas Blanca Rivera, Lia Sanchez, Sonia Orellana, Jennifer Majano y Hazel Cabrera por siempre estar pendientes de mi progreso, brindarme palabras de ánimo y aconsejarme cuando lo necesité.

A M.V.Z. Gustavo Antonio Figueroa por sus enseñanzas, valioso apoyo y consejería.

A mi alma máter por brindarme todas las herramientas necesarias para capacitarme como profesional.

**Ana Maria Aguilar Rivera**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Ernesto Núñez y Elizabeth Vásquez de Núñez. y hermanos Ernesto, Ana, Luis, José, Pedro, Juan, María y Rafael. Quienes fueron mi apoyo incondicional, que muchas veces fueron ejemplo a seguir por su dedicación y muchas otras el motor para concluir este proyecto.

A mis compañeros y sus familias, quienes siempre estuvieron dispuestos para sacar adelante el trabajo conjunto y en varias ocasiones se volvieron un segundo hogar. En particular mi compañera Ana María Aguilar, con quien nos embarcamos en este esfuerzo y que pese a todas las adversidades siempre fue firme y determinada; indispensable para la ejecución de nuestra investigación.

A mis asesores Ing. Enrique Alonso Alas Garcia y M.V.Z. Héctor Osmin Alvarado Deras, quienes brindaron todo el apoyo y dedicación para lograr los mejores resultados en la investigación.

**Edgardo Javier Núñez Vásquez**

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
1 INTRODUCCION.....	1
2 MARCO TEORICO.....	2
2.1 Población avícola en El Salvador.....	2
2.2 Importancia económica de la avicultura en El Salvador.....	2
2.3 Crianza de pollos de engorde.....	2
2.4 Clasificación de las razas.....	2
2.4.1 Generalidades de la línea Ross®.....	3
2.5 Manejo de las aves.....	3
2.5.1 Instalaciones.....	3
2.5.2 Alimentación.....	3
2.5.3 Nutrición de pollos de engorde.....	4
2.5.4 Requerimientos nutricionales del pollo de engorde.....	4
2.5.5 Aporte de nutrientes.....	4
2.5.5.1 Energía.....	4
2.5.5.2 Proteína.....	4
2.5.5.3 Aminoácidos.....	5
2.5.5.4 Digestibilidad de los aminoácidos.....	5
2.5.5.5 Vitaminas.....	5
2.5.5.6 Agua.....	5
2.5.6 Aditivos.....	5
2.5.6.1 Minerales.....	6
2.5.6.2 Quelación.....	6
2.5.6.3 Minerales aminoquelatados.....	6

2.5.6.4	Zinc aminoquelatado.....	6
2.5.6.4.1	La deficiencia de zinc.....	6
2.5.6.4.2	Fuentes de zinc.....	7
2.5.6.4.3	Biomarcadores en avicultura.....	7
2.5.7	Manejo Sanitario.....	7
2.5.8	Prevención de enfermedades.....	7
3	MATERIALES Y METODOS.....	8
3.1	Metodología.....	8
3.1.1	Ubicación de la investigación.....	8
3.2	Metodología de campo.....	8
3,2,1	Instalaciones y equipo.....	8
3.2.2	Recibimiento de los pollitos.....	8
3.2.3	Distribución de tratamientos.....	8
3.2.4	Preparación del alimento.....	9
3.2.4.1	Formulación de dieta de alimento a base de maíz y soya.....	9
3.2.5	Ofrecimiento del alimento.....	10
3.2.6	Toma de datos.....	10
3.3	Metodología estadística.....	10
3.3.1	Diseño estadístico.....	11
3.3.2	Prueba estadística.....	11
3.3.2.1	Análisis de Varianza.....	11
3.3.3	Variables en estudio.....	11
3,3,3,1	Consumo de alimento semanal.....	11
3.3.3.2	Peso semanal.....	11
3.3.3.3	Ganancia de peso.....	12
3.3.3.4	Conversión alimenticia.....	12
3.3.3.5	Mortalidad.....	12
3.4	Metodología económica.....	12
3.4.1	Análisis de dominancia.....	12
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	13
4.1	Consumo de alimento.....	13

4.2	Peso semanal en gramos.....	13
4.3	Ganancia de peso semanal en gramos.....	15
4.4	Conversión alimenticia semanal en gramos.....	17
4.5	Mortalidad.....	18
4.6	Análisis económico.....	19
5	Conclusiones.....	21
6	Recomendaciones .....	22
7	BIBLIOGRAFÍAS.....	23
8	Anexos.....	27

### Índice de Cuadros

Cuadro 1:	Descripción de los tratamientos.....	9
Cuadro 2:	Formulación de alimento a base de maíz y soya, sin la adición de zinc.....	9
Cuadro 3:	Análisis de varianza.....	11
Cuadro 4:	Comportamiento del consumo de alimento semanal por tratamiento y promedio por ave en gramos.....	13
Cuadro 5:	Porcentaje de mortalidad de los pollos de engorde de la línea Ross®.....	18
Cuadro 6:	Beneficios y costos de producción.....	19
Cuadro A-1:	Necesidades mínimas de nutrientes recomendadas para los pollos de carne, como porcentajes o unidades por kilogramo de dieta.....	27
Cuadro A-2:	Peso vivo, consumo de alimento por semana y conversión de alimento.....	28
Cuadro A-3:	Consumo de alimento diario en gramos para pollo de engorde ROSS®, 308.....	29
Cuadro A-4:	ANVA, general de peso semanal en gramos.....	30
Cuadro A-5:	TUKEY, general de peso semanal en gramos.....	31

Cuadro A-6:	ANVA, primera semana, de peso semanal en gramos.....	31
Cuadro A-7:	TUKEY, primera semana, de peso semanal en gramos.....	31
Cuadro A-8:	ANVA, segunda semana, de peso semanal en gramos.....	31
Cuadro A-9:	TUKEY, segunda semana, de peso semanal en gramos.....	32
Cuadro A-10:	ANVA, tercera semana, de peso semanal en gramos.....	32
Cuadro A-11:	TUKEY, tercera semana, de peso semanal en gramos.....	32
Cuadro A-12:	ANVA, cuarta semana, de peso semanal en gramos.....	32
Cuadro A-13:	TUKEY, cuarta semana, peso semanal en gramos.....	33
Cuadro A-14:	ANVA, quinta semana, de peso semanal en gramos.....	33
Cuadro A-15:	TUKEY, quinta semana, de peso semanal en gramos.....	33
Cuadro A-16:	ANVA, general de ganancia de peso semanal en gramos.....	33
Cuadro A-17:	TUKEY, general de ganancia de peso semanal en gramos.....	34
Cuadro A-18:	ANVA, primera semana de ganancia de peso semanal en gramos.	34
Cuadro A-19:	TUKEY, primera semana de ganancia de peso semanal en gramos.....	34
Cuadro A-20:	ANVA, segunda semana de ganancia de peso semanal en gramos.....	34
Cuadro A-21:	TUKEY, segunda semana de ganancia de peso semanal en gramos.....	35
Cuadro A-22:	ANVA, tercera semana de ganancia de peso semanal en gramos..	35
Cuadro A-23:	TUKEY, tercera semana de ganancia de peso semanal en gramos	35
Cuadro A-24:	ANVA, cuarta semana de ganancia de peso semanal en gramos...	35
Cuadro A-25:	TUKEY, cuarta semana de ganancia de peso semanal en gramos.	36
Cuadro A-26:	ANVA, quinta semana de ganancia de peso semanal en gramos...	36
Cuadro A-27:	TUKEY, quinta semana de ganancia de peso semanal en gramos.	36
Cuadro A-28:	Análisis de varianza general de Conversión alimenticia en gramos	36
Cuadro A-29:	TUKEY general de conversión alimenticia en gramos.....	37
Cuadro A-30:	ANVA, primera semana de conversión alimenticia en gramos.....	37
Cuadro A-31:	TUKEY, primera semana de conversión alimenticia en gramos.....	37
Cuadro A-32:	ANVA, segunda semana de conversión alimenticia en gramos.....	37
Cuadro A-33:	TUKEY, segunda semana de conversión alimenticia en gramos....	38

Cuadro A-34:	ANVA, tercera semana de conversión alimenticia en gramos.....	38
Cuadro A-35:	TUKEY, tercera semana de conversión alimenticia en gramos.....	38
Cuadro A-36:	ANVA, cuarta semana de conversión alimenticia en gramos.....	38
Cuadro A-37:	TUKEY, cuarta semana de conversión alimenticia en gramos.....	39
Cuadro A-38:	ANVA, quinta semana de conversión alimenticia en gramos.....	39
Cuadro A-39:	TUKEY, quinta semana de conversión alimenticia en gramos.....	39
Cuadro A 40:	Rendimiento Mixto BROILER ROSS 308.....	39

### Índice de Figuras

Figura 1:	Peso semanal en gramos en pollos de engorde de la de la línea Ross®.....	14
Figura 2:	Ganancia de peso semanal en gramos en pollos de engorde de la línea Ross®.....	15
Figura 3:	Conversión alimenticia semanal en gramos en pollos de engorde de la línea Ross®.....	17
Figura 4:	Análisis de dominancia.....	20
Figura A-1:	Consecuencias clínicas por deficiencia de zinc en aves de corral.....	41
Figura A-2:	Efecto de la deficiencia de zinc en la inmunidad de las aves.....	42
Figura A-3:	Biomarcadores en avicultura.....	42
Figura A-4:	Lugar donde se realizó la investigación.....	43
Figura A-5:	Galera donde se realizó la investigación.....	43
Figura A-6:	Electrolitos y vitaminas que se suministró a los pollos a la hora de recibimiento.....	44
Figura A-7:	Distribución de los tratamientos.....	44
Figura A-8:	Elaboración del concentrado.....	45
Figura A-9:	Ofrecimiento del alimento.....	45

## 1 INTRODUCCION

La producción avícola, específicamente la producción de pollos de engorde, ha crecido significativamente en los últimos años, La alta demanda a nivel mundial y el corto ciclo de producción de estos animales, ha permitido un gran avance científico y tecnológico de esta especie. Las mejoras genéticas realizadas, hacen que los animales presenten mejores desempeños productivos, mayor calidad de carne sin descuidar la rentabilidad de la producción. No obstante, estos animales mejorados son mucho más exigentes en lo referente a sus requerimientos nutricionales por lo que se ha hecho necesario desarrollar estrategias nutricionales que ayuden a mantener y aumentar la productividad. Desde el punto de vista nutricional se deben optimizar las raciones considerando la inclusión e importancia de cada uno de los nutrientes, por lo cual, los minerales no escapan a esta realidad ya que los mismos desempeñan un papel importantísimo en el adecuado funcionamiento del organismo (Arjona, 2020)

Los minerales trazan tienen un papel fundamental en la alimentación de las aves al ser cofactores de cientos de enzimas y factores de transcripción dentro del cuerpo del animal. Sus requerimientos son usualmente cubiertos por premezcla minerales que incluyen al zinc, manganeso, hierro, cobre, selenio, las cuales representan aproximadamente el 0.25% del costo de la dieta. Cada uno de estos minerales participa en una amplia variedad de procesos químicos y se les ha asociado con el crecimiento y división celular, desarrollo e integridad de los tejidos, desarrollo y respuesta del sistema inmune, reproducción y protección contra estrés oxidativo (Ergomix, 2016)

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 medio ambiente (Fernández, 2014).

Por lo anterior, el objetivo de esta 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) con el fin de mejorar la ganancia de peso y con ellos reducir los costos de la producción de proteína animal.

## **2 MARCO TEORICO**

### **2.1 Población avícola en El Salvador**

El Salvador produce alrededor de 60 millones de pollos y 120 mil pavos por año, y cuenta con alrededor de 4,1 millones de aves ponedoras en producción. En carne de pollo, el sector ha crecido aproximadamente al 8% anual. Hasta hace 10 años, el consumo de pollo era uno de los más bajos de Latinoamérica, pero actualmente se ha equiparado en torno a las 14.5 kg (32 libras) per cápita (aunque Panamá y Costa Rica consumen el doble). La estructura de la industria es similar a la que se observa en el resto de Latinoamérica, con dos o tres empresas líderes en cada sector, y un conjunto de empresas pequeñas y medianas (COMPAL, 2007).

### **2.2 Importancia económica de la avicultura en El Salvador**

El sector avícola en El Salvador como en muchos países del mundo, es un sector relevante y motor de la economía, una fuente dinamizadora del empleo por el uso intensivo de mano de obra y, además, una actividad prioritaria en la producción de alimentos básicos y saludables para el mundo (El Sitio Avícola, 2014).

Si se dividiera el consumo total entre el número de habitantes en el país, es posible estimar que, en 2018, cada salvadoreño comió en promedio 21,318.8 gramos de pollo y 186 huevos. Los datos de la Asociación de Avicultores de El Salvador (Aves), indican que el año pasado, el consumo per cápita de pollo y huevos creció 4.4 % y bajó 0.5 %, respectivamente, respecto a los datos de 2017. Además, revelan que, en el último quinquenio, los salvadoreños pasaron de consumir un promedio de 18,415.85 gramos de pollo y 207 huevos en 2014 a 21,318.8 gramos y 186 huevos en 2018. Comparado con los sus pares latinoamericanos, El Salvador está por debajo del promedio del consumo de carne de ave y de huevos (Asociación de Avicultores de El Salvador AVES, 2021).

### **2.3 Crianza de pollos de engorde**

El pollo de engorde (*Gallus domesticus*), fuente proteica de excelente calidad en la alimentación y nutrición humana. En el país la producción de pollo se ha desarrollado y difundido a gran nivel en todos los climas y regiones, debido a su alta adaptabilidad, rentabilidad, aceptación en el mercado y disponibilidad de pollitos de razas con excelentes comportamientos productivos y conversiones alimenticias (Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria, 2015).

Un proceso productivo exitoso de pollos de engorde depende de aspectos tan importantes como la genética, la salud, el manejo y la nutrición. Por lo que se deberá contar con una buena elección de la raza o estirpe, siendo necesario contar con polluelos de calidad genética y en buen estado sanitario (Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria, 2015).

### **2.4 Clasificación de las razas**

Uno de los aspectos más importantes que debe tener en cuenta el campesino avicultor es el de la clase de aves que compra o cría. Las razas avícolas se pueden dividir en tres categorías según su peso corporal: Pesadas (son de origen inglés y asiático) sus características: Poseer contextura fuerte, apreciable resistencia al calor y al frío, rápido engorde, muy regulares productores de huevos, desarrollo precoz, facilidad de conversión de alimento en carne, buen desarrollo corporal, predominio de pluma blanca, patas grandes y bien desarrolladas, color de la cáscara del huevo marrón y fuerte. Semi-pesadas (también llamadas de doble utilidad) características: Plumaje por lo general es

de color castaño, aunque también las hay negras y blancas, rusticidad, buen nivel de postura, eficiencia moderada para el engorde, color de la cáscara del huevo marrón, temperamento tranquilo, se encluecan con facilidad, se adaptan bien a los sistemas de explotación extensivos. y Liviana (son originales de Italia). El peso corporal de las ponedoras es máximo 2 kg, el color de la cáscara es blanco, tiene una cresta simple y orejilla blanca y bien desarrollada, el color de las plumas es blanco, pero las razas españolas son negras, son buenas productoras de huevos, precoces y persistentes, no encluecan, baja ganancia diaria de peso (Manual de producción avícola, 2005).

#### **2.4.1 Generalidades de la línea Ross®**

El pollo de engorde Ross debido al perfil de crecimiento con que se ha seleccionado se caracteriza por tener una natural resistencia a las enfermedades metabólicas como ser Ascitis o Muerte súbita. Esa rusticidad lo lleva a producir eficientemente tanto en climas de altura donde se hacen notar las marcadas amplitudes térmicas y la escasez de oxígeno, como en climas costeros con calores extremos y altas humedades. El pollo de engorde Ross tiene un crecimiento muy rápido, una conversión alimenticia excepcional y un alto rendimiento en carne. En el matadero, los pollos de engorde están diseñados para lograr un alto rendimiento de la carcasa, una alta producción de carne y un bajo número de carcasas de segunda (Caicedo y Jácome 2014).

### **2.5 Manejo de las aves**

#### **2.5.1 Instalaciones**

Es necesario tener instalaciones bien diseñadas que cumplan con los requisitos indispensables de economía, comodidad, resistencia y facilidad para el trabajo de los operarios. Así mismo, para ofrecer al pollo un ambiente adecuado, donde éste muestre todo el potencial genético. Lo más adecuado es ubicar la galera en el costado de una pendiente, porque ésta actúa como una barrera contra el sol y el viento, además permite una buena ventilación y el suministro de agua es fácil. También se considera correcto ubicarlas en terrenos planos, siempre y cuando exista una barrera con árboles que ayuden a detener el viento, sin impedir la circulación de aire en el interior de la galera. En climas cálidos y templados, La galera debe ser orientada en dirección Este. Oeste, de esta manera los rayos del sol no penetraran dentro de ella. En climas fríos, La galera debe ser orientada en dirección Norte Sur, de esta manera los rayos del sol entran en las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde (Avendaño *et al.*, 2008).

#### **2.5.2 Alimentación**

El alimento es un componente muy importante del costo total de producción (70 %). Por este motivo es necesario formular las raciones para proporcionar el balance correcto de energía, proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas. Si la calidad física del alimento es deficiente, tendrá un efecto negativo sobre el rendimiento del pollo. Suministrar a las aves alimentos con la textura óptima, no solo favorece la adecuada adsorción de nutrientes, sino que puede reducir el calor generado durante la alimentación, de este modo se minimiza el riesgo de estrés por calor (Zhunaula, 2016).

Los componentes nutricionales básicos requeridos por las aves son agua, amino ácidos, energía, vitaminas y minerales. Estos componentes deben estar en armonía para asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y formación del tejido muscular. Debido a que los pollos de engorde son producidos en un amplio rango de pesos de faena, de composición corporal y con diferentes estrategias de producción no resulta práctico presentar valores únicos de requerimientos nutricionales (Cobb-vantress, 2013).

### **2.5.3 Nutrición de pollos de engorde**

La nutrición es la variable de mayor impacto en la productividad, la rentabilidad y el bienestar del pollo de engorde. Los niveles de alimento y consumo suministran los niveles diarios adecuados de nutrientes (consumo de alimento multiplicado por el contenido nutricional), el balance entre los nutrientes del alimento es el adecuado y el esperado y los análisis rutinarios de laboratorio de las dietas se pueden interpretar de manera útil para tomar acciones correctivas tales como: Alertar al proveedor sobre posibles discrepancias y el manejo adecuado de los programas de alimentación (AVIAGEN, 2014).

### **2.5.4 Requerimientos nutricionales del pollo de engorde**

Los requerimientos nutricionales en pollos de engorde generalmente disminuyen con la edad. Desde el punto de vista tradicional dietas de inicio, crecimiento y finalización son incorporadas en los programas de crecimiento de las aves. La mayoría de las compañías alimentan sus aves con múltiples dietas intentando acercando los requerimientos reales de las aves. El productor se acercará más a los requerimientos reales del ave mientras a mayor sea el número de dietas que formule para estas en un periodo determinado. Al alimentar pollos de engorde hay tres objetivos principales y la mayoría de productores utiliza una combinación de las tres: Rica en nutriente para maximizar ganancia de peso y conversión alimenticia, reducción de energía con igual nivel de proteína cruda y balance de aminoácidos y bajo contenido de nutrientes (Cobb -Vantress, 2013).

### **2.5.5 Aporte de nutrientes**

Debido a que los pollos de engorde son producidos en un amplio rango de peso de faena, de composición corporal y diferentes estrategias de producción no resulta práctico valores únicos de requerimientos nutricionales deben ser solamente considerados como una pauta. La selección de dietas óptimas debe tomar en consideración estos factores claves: disponibilidad y costo de materia prima, producción separada de machos y hembras, pesos vivos requeridos por el mercado, valor de la carne y el rendimiento de la carcasa, nivel de grasas requerida por mercados específicos (aves listas para el horno, productos cocidos o productos procesados), color de la piel, textura de la carne y sabor, capacidad de la fábrica de alimento (Cobb- vantress, 2013).

Para lograr el nivel máximo de crecimiento y buena salud, las aves de corral de los sistemas de cría intensiva necesitan una selección amplia y equilibrada de nutrientes en su dieta. Las necesidades nutricionales de las aves varían según la especie, la edad y la finalidad de la producción, es decir, de si las aves se crían para la producción de carne o de huevos (FAO, 2013). (Cuadro A-1)

#### **2.5.5.1 Energía**

El pollo de engorde necesita energía para el crecimiento, el mantenimiento y la actividad de sus tejidos. Las principales fuentes de energía en los alimentos avícolas normalmente son granos de cereal (principalmente carbohidratos) y aceites o grasas. Los niveles de energía en la dieta se expresan en Megajoules (MJ)/kg, kilocalorías (kcal)/kg de energía metabolizable (EM), la cual representa la energía disponible para el pollo (AVIAGEN, 2014).

#### **2.5.5.2 Proteína**

El requerimiento de proteína de los pollos de engorde refleja los requerimientos de amino ácidos, que son las unidades estructurales de las proteínas. Las proteínas, a su vez, son unidades estructurales dentro de los tejidos del ave (músculos, plumas, etc.) (Zhunaula, 2016).

### **2.5.5.3 Aminoácidos**

Cuando la dieta cumple con el balance de aminoácidos recomendado, el pollo de engorde moderno tiene capacidad de respuesta a la densidad de aminoácidos digeribles en términos de crecimiento, eficiencia y rendimiento. Se ha demostrado que un aumento en los niveles de aminoácidos digeribles representa un aumento en el desempeño y el rendimiento en el procesamiento. Sin embargo, en términos económicos, los precios de los ingredientes y los valores de la carne son los determinantes de la densidad nutricional apropiada a suministrar (AVIAGEN, 2014).

### **2.5.5.4 Digestibilidad de los aminoácidos**

La diferencia entre digestibilidad y disponibilidad de los aminoácidos radica en que la digestibilidad, determina la diferencia entre la cantidad de aminoácidos ingeridos y la cantidad de aminoácidos excretados y la disponibilidad, se refiere a la cantidad de aminoácidos que es digerida, absorbida y utilizada para la síntesis de proteína. A través de múltiples estudios metabólicos, se han logrado conocer y establecer los parámetros de digestibilidad para cada uno de los aminoácidos esenciales, en la mayoría de los ingredientes utilizados en la formulación práctica de aves domésticas (Payes, 2006).

### **2.5.5.5 Vitaminas**

Las vitaminas funcionan principalmente como cofactores del metabolismo, estas influyen en el consumo de alimento solo cuando los niveles de la dieta son deficientes o muy por encima del requerimiento. Los niveles deficientes de la dieta causan trastornos metabólicos que causan un efecto adverso indirecto sobre el consumo de alimento (Quishpe, 2006).

### **2.5.5.6 Agua**

El agua es el nutriente más importante pero también el más ignorado en la nutrición de las aves de corral. El agua tiene un impacto prácticamente en todas y cada una de las funciones fisiológicas de las aves. Un suministro constante de agua es importante para: la digestión de los alimentos; la absorción de los nutrientes; la excreción de las sustancias de desecho del organismo, y la regulación de la temperatura corporal. El agua constituye alrededor del 80 % del cuerpo. A diferencia de otros animales, las aves comen y beben todo el tiempo. Si se les priva de agua, aunque solo sea por un breve período de tiempo, la producción y el crecimiento se verán irreversiblemente afectados. El agua, por lo tanto, debe estar disponible en todo momento. Tanto el consumo de alimento como el índice de crecimiento están fuertemente correlacionados con el consumo de agua. La temperatura del agua potable debe estar entre los 10 y los 25 °C. Temperaturas superiores a los 30 °C reducirán el consumo (FAO, 2013).

### **2.5.6 Aditivos**

Los aditivos son sustancias, microorganismos o pre mezclas, que se incluyen en la formulación de la dieta en un porcentaje bajo y cuyo propósito es incrementar la calidad nutricional del alimento, el bienestar o salud del animal. Esto a su vez genera efectos sobre los rendimientos productivos, la flora microbiana intestinal, la digestibilidad de los alimentos, los productos de origen animal y en el impacto ambiental. En el campo de la nutrición y alimentación animal, la formulación de raciones contempla el uso de los aditivos modernos, que son esenciales porque influyen de manera significativa en el rendimiento y la salud. Un factor fundamental que hay que considerar en la selección de estos aditivos es su eficacia, porque se utilizan en pequeñas cantidades y es especialmente importante que se mezclen cuidadosamente con los ingredientes de mayor proporción, de manera que queden distribuidos de manera uniforme. Al utilizar nuevos aditivos se busca mejorar una parte del sistema de producción. En este caso se

desea mejorar la salud intestinal ya que es un parte vital del sistema digestivo (Robles, 2016).

#### **2.5.6.1 Minerales**

Los minerales se clasifican en macro y microminerales. Los macrominerales están vinculados principalmente con las funciones estructurales y fisiológicas, mientras que los microminerales son importantes para el sistema inmunológico, reproducción y crecimiento. Los pollos de engorde necesitan ligeramente mayores cantidades de macrominerales y cantidades menores de microminerales (Mineralis, 2022).

#### **2.5.6.2 Quelación**

La palabra quelación viene del griego “chele” que significa garra de cangrejo, ya que, durante la quelación, una sustancia, habitualmente una proteína, actúa a modo de pinza atrapando el mineral y adhiriéndolo a sí misma formando un proteinato. Es, por tanto, un proceso por el cual un mineral se une a una molécula orgánica, de una forma muy similar a los enlaces enzima-sustrato, permitiendo su transporte directo hacia la corriente sanguínea, es decir, optimizando su absorción (Arion, 2014).

#### **2.5.6.3 Minerales aminoquelatados**

Los minerales orgánicos o minerales aminoquelatado se han estudiado por muchos investigadores dado que pueden tener una mejor biodisponibilidad en comparación con minerales inorgánicos. Se entrelazan más rápido y el transporte se facilita, dando lugar a mejoras en el desarrollo fisiológico y metabólico. Suponiendo que son absorbidos y retenidos más fácilmente por las aves, los minerales orgánicos pueden añadirse en una concentración mucho menor en la dieta de minerales inorgánicos, sin ningún efecto negativo en el rendimiento, y potencialmente pueden reducir la excreción de minerales. Sin una buena absorción se afectan en gran medida los parámetros del consumo de alimento, la conversión alimenticia y la ganancia de peso provocando un alza en los costos, pues el alimento suministrado no está siendo aprovechado por el animal. (Robles, 2016).

#### **2.5.6.4 Zinc aminoquelatado**

El zinc se utiliza principalmente en las dietas de reproductoras para mejorar, la fertilidad y la incubabilidad. El zinc es uno de los componentes de los metales de enzimas celulares y como tal, es esencial en los procesos tanto de proliferación, como en la muerte de células, en el desarrollo inmunológico, la reproducción, la regulación de genes y la defensa contra daños por estrés oxidativo. Por tanto, la deficiencia de zinc puede influir de forma negativa en estas funciones. Además, la deficiencia de zinc resulta en una expresión aberrante en una variedad de genes, que a su vez pueden dar lugar a una serie de problemas de salud y rendimiento. En la situación actual de la industria de aves de corral, el uso es limitado, hay muy poco uso en los pollos de engorde. En ocasiones el zinc es añadido en la comida para ayudar a controlar los problemas de patas y el desafío de enfermedades (Beltrán y Cabrera, 2009).

Los niveles recomendados de Zn para dietas avícolas, son entre 40mg/kg y 75mg/kg de alimento. La deficiencia de Zn en la ración, se ha asociado con varias manifestaciones clínicas y bioquímicas (Minerali, 2012) (Figura A-1).

El rango de toxicidad del zinc en las aves nivel Max. de 2000 (meq/kg). (Premex., 2017).

##### **2.5.6.4.1 La deficiencia de zinc**

Requisitos de zinc y signos de deficiencia son influenciados por ingredientes de la dieta. En las dietas semipurificadas es difícil mostrar una respuesta a niveles muy por encima de 25-30 mg / kg de dieta, mientras que en dietas prácticas de maíz-soja, los valores

requisito se aumentó a 60-80 mg / kg. En los pollos jóvenes, signos de deficiencia de zinc incluyen retraso en el crecimiento, diversas anomalías óseas, malformaciones esqueléticas, el acortamiento y engrosamiento de los huesos de la pierna y la ampliación de la articulación del corvejón, descamación de la piel (especialmente en los pies), muy deteriora el plumaje, la pérdida de apetito, y en casos graves, la mortalidad. Embriones con deficiencia de zinc muestran micromelia, curvatura de la columna vertebral, y acortado, torácicas y lumbares fusionado (Mineralis, 2012) (Figura A-2).

#### **2.5.6.4.2 Fuentes de zinc**

Tradicionalmente, la suplementación con Zn en la alimentación de aves de corral era de fuentes inorgánicas, en forma de sulfato de Zn ( $ZnSO_4$ ) que aporta 36% Zn y óxido de Zn ( $ZnO$ ) aporta 72% de Zn, por razones de costo y disponibilidad en el mercado. Sin embargo, en la actualidad hay formas más biodisponibles, conocidas como fuentes «orgánicas». Estos normalmente están unidos a pequeñas proteínas y son similares a las formas minerales que se encuentran en las materias primas. Esto es importante a la hora de formular ya que la efectividad de Zn depende de su absorción por el intestino y su biodisponibilidad en sangre. Dada la mayor biodisponibilidad de Zn orgánico, puede ser posible suplementar a un nivel muy por debajo del habitual, resultando en una menor excreción de Zn, sin comprometer el rendimiento de las aves (Mineralis, 2012).

#### **2.5.6.4.3 Biomarcadores en avicultura**

En monogástricos, la concentración de Zn en el páncreas, riñones, hígado y mucosa intestinal incrementa a medida que se incrementa la cantidad de Zn ingerido, aunque, en caso de exceso de Zn, al almacenarse este elemento antes de su excreción, la concentración de Zn y de los niveles de metalometionina no vienen siempre relacionados con la proporción de Zn utilizado para las funciones bioquímicas o fisiológicas. En avicultura existe una correlación directa entre el zinc en la dieta como nutriente y su concentración plasmática. La concentración ósea de zinc es también un buen criterio a la hora de valorar el estado de Zn del animal. Cuando la concentración de zinc en la dieta excede claramente los requerimientos fisiológicos, se observa que su concentración alcanza un nivel meseta, tanto en sangre como en huesos (Nutrinews, 2016) (Figura A-3).

#### **2.5.7 Manejo Sanitario**

La salud es uno de los aspectos de mayor importancia en la producción del pollo de carne. Cuando la salud del pollito es deficiente, afecta todos los aspectos de la producción y el manejo del lote, incluyendo su tasa de crecimiento, conversión alimenticia, decomisos, viabilidad y procesamiento. Los pollitos de un día deben ser de buena calidad y tener buena salud, y deben proceder de un número mínimo de lotes de reproductoras con condiciones similares de salud. Lo idóneo es que los pollitos de cada nave procedan de un mismo lote de reproductoras. Los programas de control de enfermedades en la granja incluyen: Prevención de enfermedades. Detección temprana de enfermedades. Tratamiento de las enfermedades identificadas. La bioseguridad y la vacunación son partes integrantes del manejo de la salud. La primera, para prevenir la introducción de enfermedades, y los programas adecuados de vacunación para hacer frente a las enfermedades endémicas (AVIAGEN, 2010).

#### **2.5.8 Prevención de enfermedades**

Los principios básicos para la prevención y el control de las enfermedades infecciosas se basan en medidas de higiene y bioseguridad. Sin embargo, estas medidas no son suficientes para la protección de la intensiva avicultura moderna contra las enfermedades infecciosas. Esto se debe principalmente a la alta concentración de poblaciones bajo un mismo techo, lo que exige una continua mejora en la prevención de

enfermedades. Por otra parte, en los últimos años han aparecido nuevas enfermedades o se han presentado cambios en los cuadros de las enfermedades conocidas. Por tanto, deberá haber un compromiso entre la implementación de un manejo razonable, el cual incluya medidas profilácticas tales como la vacunación Marek Gumboro (aplicada por la incubadora), Gumboro (8 días) y New Castle (18 días) (González, 2018).

### **3 MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Metodología**

##### **3.1.1 Ubicación de la investigación**

La investigación se desarrolló desde el mes de noviembre del 2020 a abril del 2021 en la granja Santa María, del caserío Santa María Del Banco, cantón El Escalón del municipio de San José Villanueva, Departamento de La Libertad. Ubicación latitud norte 13°54'87" y longitud Oeste 89°25'06", con una altura de 550 msnm, hasta los 29°C. Con una humedad relativa de 37 a 75 %. (Figura A-4).

#### **3.2 Metodología de campo**

##### **3.2.1 Instalaciones y equipo**

Esta investigación 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 en el lateral, de 1 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 utilizó 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 plásticos 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. (Figura A-5)

##### **3.2.2 Recibimiento de los pollitos**

Los pollitos fueron transportados hacia la galera en horas frescas de la mañana (9 am), evitando en la medida de lo posible promotores de estrés. Siendo pesados con una balanza digital a su llegada, 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 de los pollitos 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. (Figura A- 6)

##### **3.2.3 Distribución de tratamiento**

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 el zinc aminoquelatado, y para esto se estableció cuatro tratamientos los cuales quedaron formulados de la siguiente manera. (Cuadro 1) (Figura A-7).

Denotando que eran 6 semanas de estudio, en la primera semana 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 aplicación de la adición de zinc aminoquelatado directamente al concentrado.

**Cuadro 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

### 3.2.4 Preparación del alimento

Para la adición de zinc en el alimento a base de maíz y soya se tuvo el acceso a las instalaciones de la fábrica, en el momento que se realizó la formulación del núcleo se incorporó las cantidades de zinc para la fabricación del concentrado. Una vez preparado el concentrado se entregó para utilizarlo durante las 6 semanas que duro la investigación. (Figura A-8)

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

Los ingredientes y su proporción del alimento tanto de inicio como engorde se encuentran a continuación.

**Cuadro 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

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.

### **Componentes del núcleo**

1. Premezcla vitamínico mineral
2. Aminoácidos: lisina, metionina, treonina, triptófano
3. Macrominerales: Calcio, fosfato, fosfatomonodicalcico
4. 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%
5. Núcleo final: pigmentante (pigmento amarillo)

#### **3.2.5 Ofrecimiento del alimento**

Durante la investigación 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 éste, fue necesario realizar el ofrecimiento del alimento de forma manual en los horarios de 7:00 am y 3:00 pm diariamente.

Para determinar la cantidad del alimento a ofrecer, fue necesario añadir el 20% de la cantidad del alimento concentrado requerido por los pollos en base a la tabla de consumo del manual de la línea Ross. Tomando como base el consumo de alimento diario en gramos para pollo de engorde (Cuadro A – 3). Esto se realizó con el fin de cuantificar el rechazo del concentrado diariamente 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 calibra previamente antes de cada pesaje que se realizó semanalmente. Una vez pesado se depositaba en bolsas plásticas debidamente rotuladas y se guardaban en una cubeta plástica con tapadera para evitar contaminación. (Figura A-9)

#### **3.2.6 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 si había animales muertos; posteriormente se cambiaba la granza el día que era correspondiente, luego se recolectaba el alimento que era rechazado que quedaba dentro del comedero ya que, el desperdicio en el suelo no era cuantificable, se pesaba en la báscula para anotar los datos en el registro diario. Para la toma de pesos de las aves se realizaba una vez por semana, el día sábado por la mañana, se pesaban las 12 aves que conformaban cada una de las repeticiones de los tratamientos dentro del java de transporte y se obtenía un peso al cual se le restaba el peso de la java vacía de esta forma se obtenía el peso exacto de las aves. (Figura A-10)

### **3.3 Metodología estadística**

#### **3.3.1 Diseño estadístico**

El diseño experimental fue completamente al azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones, para cada repetición se utilizó 12 aves, ya que el material experimental es homogéneo,

porque su mayor aplicación se da en el campo pecuario, porque 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%.

**Modelo Matemático:**

Fórmula:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$

Dónde:  $i = 1, 2, \dots$  tratamientos

$j = 1, 2, \dots$  repeticiones

**3.3.2 Prueba estadística**

**3.3.2.1 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 es un método que tiene como fin comparar las medias individuales provenientes de un análisis de varianza de varias muestras sometidas a tratamientos distintos.

**Cuadro 3: Análisis de varianza.**

Fuente de variación (F.V.)	Grados de libertad (G.L.)	G.L	Suma de cuadrados (S.S.)	Cuadrado medio (C.M.)	F	E (CM)
Tratamientos	T - 1	3	SSt	CMt = SSt / t- 1	CMt / CME	$\sigma^2 + \sum_i n_i (\bar{t}_i - \bar{t})^2$
Error	n -t	12	SSE	CME = SSE / n -t		$\sigma^2$
Total	n -1	15	SS total			

Fuente: Gutiérrez-De la Vara 2008

**3.3.3.3 Variables en estudio**

Variables dependientes: Consumo de alimento semanal (gramos / ave). Peso semanal, Ganancia de peso vivo (gramos / ave). Conversión alimenticia semanal. Mortalidad (Numero de aves muertas en un periodo determinado/ animales al iniciar el periodo)

Variables independientes: dosis de zinc aminoquelatado.

**3.3.3.1 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.

**3.3.3.2. Peso semanal:** Para determinar esta variable se fueron anotando datos del peso vivo de los pollos a partir de la primera semana de edad hasta la sexta semana de la investigación.

Fórmula utilizada:

CA= cantidad de alimento suministrado (g) - cantidad de alimento rechazado (g).

Alimento rechazado: recolectado diariamente.

### **3.3.3.3 Ganancia de peso**

Para obtener esta variable, se realizó la toma de los pesos de los pollos cada semana restándole al peso actual, el peso anterior. Esto se llevó a cabo cada siete días, en las mañanas antes de brindarles el alimento para evitar error de manejo.

Fórmula utilizada:

GP= Peso actual - Peso anterior

Dónde:

GP= Ganancia de peso

### **3.3.3.4 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 = Consumo de alimento / Ganancia de peso

### **3.3.3.5 Mortalidad**

Se determinó diariamente utilizando la siguiente formula:

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

Dónde: M= Índice de mortalidad

A= Numero de aves muertas en un periodo determinado

N= Animales al iniciar el periodo

## **3.4 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:

### **3.4.1 Análisis de dominancia**

En esta investigación se utilizó el análisis de dominancia, este se hace clasificando las tecnologías, incluyendo la tecnología 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.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Consumo de alimento

Como se observa en el (Cuadro 4) El comportamiento del consumo de alimento por semana, se registró que, a lo largo de las 5 semanas, el tratamiento T3 registro el menor consumo de alimento por ave. Lo cual indico que a mayor concentración de Zinc aminoquelatado, mejor fue aprovechamiento del alimento.

**Cuadro 4. Comportamiento del consumo de alimento semanal por tratamiento y promedio por ave en gramos.**

Tratamiento/ Periodo	T0		T1		T2		T3	
semanas	Consumo total	Consumo por ave						
2	17,422.52	362.97	16,163.44	336.74	17,313.43	360.70	15,895.26	331.15
3	27,704.21	602.27	24,149.71	503.12	24,854.25	517.80	23,186.09	483.04
4	43,608.57	948.01	44,376.74	924.52	39,863.16	830.48	38,767.72	807.66
5	46,335.81	1,053.09	49,763.04	1,058.79	50,076.67	1,043.26	43,458.57	905.39
6	43,158.57	980.88	43,113.12	917.30	38,431.36	800.65	38,499.54	802.07

Melo (2020) analizó el consumo de alimento por medio de una prueba de Tukey determinando que el mayor consumo lo registro el tratamiento con cero gramos de Zinc con un valor de 1156.7 gramos de alimento por ave y el menor consumo lo registro 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 el cual es la mayor cantidad de Zinc en esta investigación registra el menor consumo de alimento.

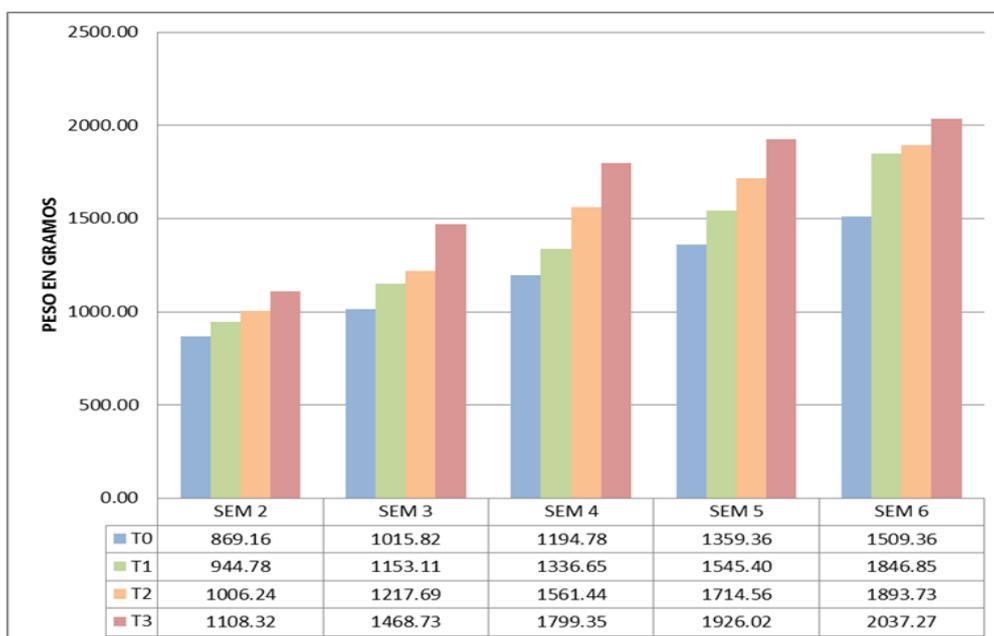
### 4.2 Peso semanal en gramos

Los resultados del análisis de varianza bajo el Diseño Completamente al Azar, para el peso por ave semanal muestran que existían diferencias significativas con  $p < 0.05$ , (Cuadro A-4), 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 Zn habrá numerosos cambios físicos y patológicos, incluyendo lesiones en piel y disminución del crecimiento del ave.

Mediante la prueba de Tukey (Cuadro A-5) 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 de la línea Ross®**

Como se muestra en la Figura 1, existen variaciones en la segunda semana con respecto al peso de los pollos, la prueba de ANVA determina que  $P < 0.05$  existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio (Cuadro A-6), según la prueba de TUKEY en esta semana el mejor promedio lo obtuvo el T3 con 1,108.32 g. mientras que los T2 con 1,006.24 g. y T1 con 944.78 g. son estadísticamente similares y el T0 es el que menor promedio produjo con 869.16 g. (Cuadro A-7). Para la tercera semana, el análisis de varianza demuestra que se mantienen las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en estudio (Cuadro A-8), se realizó la prueba de Tukey demostrando que para esta semana el tratamiento que produjo los mejores promedios es T3 con 1,468.73 g. seguido el T2 con 1,217.69 g. siendo estos los tratamientos que se le aplico las mayores concentraciones de Zinc aminoquelatado (Cuadro A-9). En la cuarta semana (Cuadro A-10), Cuarta semana (Cuadro A-12) y Quinta semana (Cuadro A-14) la tendencia se mantiene, en que los tratamientos son significativos. Lo cual indica que uno o más tratamientos tuvieron diferentes desempeños en cuanto a la variable peso semanal por ave. Debido a esto se realizó una prueba de Tukey para la semana cuatro y cinco el T3 fue el mejor, seguido de los tratamientos T2 y T1, siendo el T0 el que produjo los menores promedios de peso semanal por ave. (Cuadro A-11, cuadro A-13).

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, determino 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, registrando a lo largo de su desarrollo diferencias significativas.

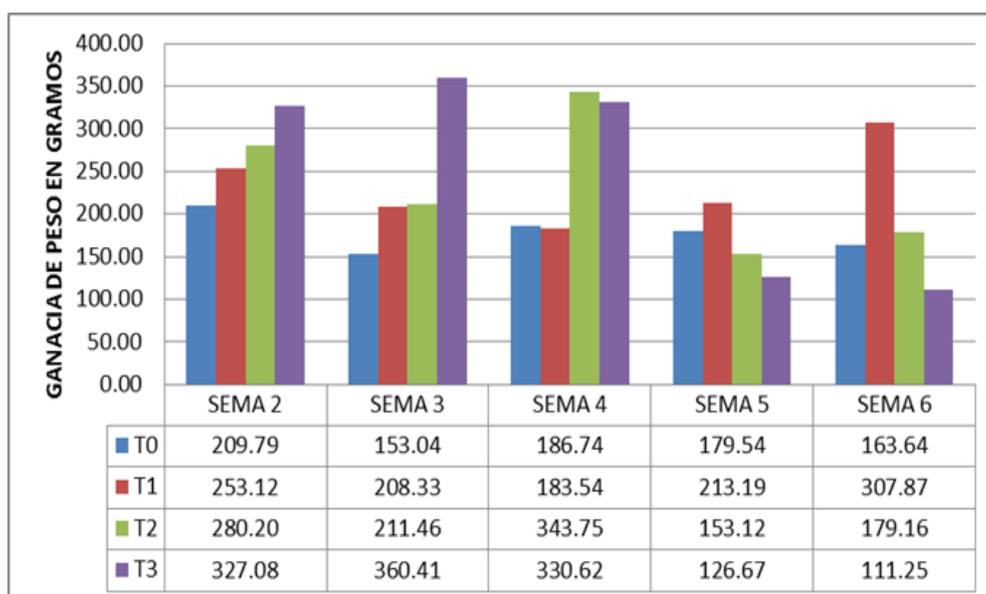
Por otra parte, se puede resaltar que, según Melo (2020), a partir de la semana tres se produjo una diferenciación del peso coincidiendo que la mayor concentración (T4= 0.08 g. de Zinc) produjo mayor peso con 2,100 g. hasta la semana siete de su investigación, dato contrastante que según Melo el tratamiento 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 registro 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 si registro diferencias significativas obteniendo el mayor peso el T3 con 2,030 g.

### 4.3 Ganancia de peso semanal en gramos

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.

Según el análisis de ANVA se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos con  $P < 0.05$ , (Cuadro A-16), 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, lo cual determino que los tratamientos T3 con 251.20 g. T2 con 233.54 g. y T1 con 231.004 g. produjeron estadísticamente similares efectos en cuanto a la ganancia de peso semanal, mientras el T0 registro el menor promedio de ganancia de peso con 170.00 g. a lo largo de la investigación (Cuadro A-17).



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

Como se muestra en la figura 2, la segunda semana de experimento el T3 produjo los mejores resultados con un promedio de ganancia de peso de 327.08 g. siendo mayor

en 46.88 g. más que el T2 y 73.96 g. más que T1, mientras que para la semana tres el mejor tratamiento sigue siendo el T3 con un promedio de 360.41 g. y el T2 y T1 se comportaron de manera similar ya que la diferencia entre ambos es de 3.1 g. a favor del T2, mientras el T0 es 207.37 g. menor que T3; en la semana cuatro el T2 produjo el mejor promedio de ganancia de peso con 343.75 g. siendo este 13.13 g. superior al T3, mientras que los T0 y T1 produjeron similares resultados con una diferencia de 3.2 g. entre ambos; para la semana cinco los T3 y T2 registraron una disminución sustancial en la ganancia de peso con 126.67 g. y 153.12 g. respectivamente. 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 con este método es una disminución de algunos factores productivos después de los 35 a 45 días de producción en un 20% - 30% de los sujetos de investigación; observando que para esa semana los dos tratamientos con mayor concentración de sin 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.

Se realizó un análisis de ANVA por cada una de las semanas con el fin de determinar la significancia estadística de los tratamientos, observado que de cinco semanas cuatro tratamientos produjeron efectos significativos (Cuadro A-18, 20, 22 y 26), exceptuando la cuarta semana donde ANVA registra que todos se comportan de igual manera (Cuadro A-24); por lo que se aplicó una prueba múltiple de Tukey para las distintas semanas, se obtuvo que los registro individuales por semana el T1 produjo buenos resultados (Cuadro A-21, 25 y 27), mientras que el T2 en la tercer semana obtuvo el mejor registro (Cuadro A-23); y el T3 en la primera semana tuvo el mejor registro en cuanto a la ganancia de peso (Cuadro A-19).

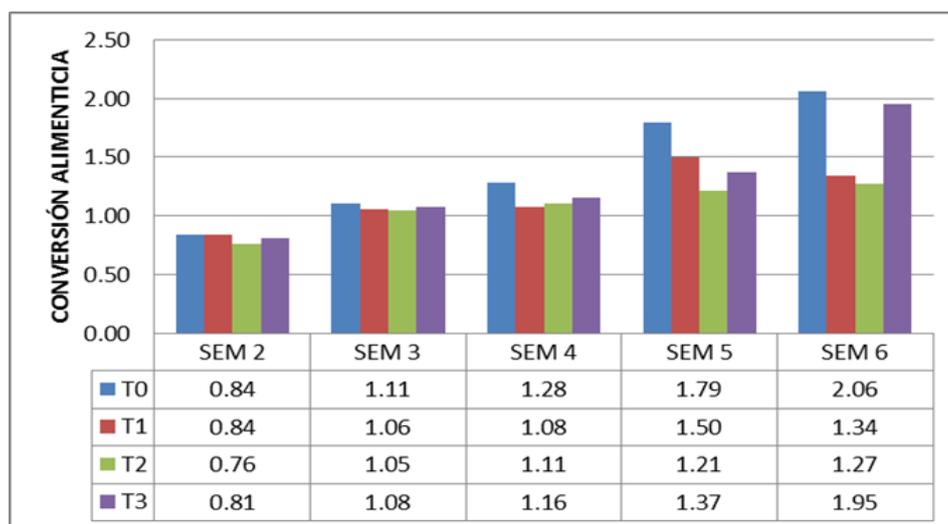
Melo (2020) determino que en las primeras dos semanas la mejor ganancia de peso la presento el tratamiento con cero gramos de Zinc, dato que es contrario a lo registrado por esta investigación, ya que, en las primeras semanas se pudo observar que el T3 obtuvo la mejor ganancia de peso, no obstante, Melo Reinoso determinó que a partir de la tercera semana en su investigación registro datos oscilantes, registrando de la semana cuatro y cinco diferencias significativas en cuanto a la ganancia de peso con el tratamiento con mayor concentración de Zinc (0.08 grs), el cual, obtuvo los datos más altos en cuanto 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 registro los mejores desempeños para ganancia de peso en las primeras semanas, y las concentraciones medias registraron 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 registro 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.

#### 4.4 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.

El análisis de ANVA para conversión alimenticia total con  $P < 0.05$ , (Cuadro A-28) 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.



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

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.

Se realizó un análisis de varianza por semana, con el fin de determinar la significancia estadística entre los niveles de zinc aminoquelatados con respecto a la conversión alimenticia en cada una de las semanas. A continuación, se realiza el análisis de varianza por semana de los niveles de zinc aminoquelatados con respecto a la conversión alimenticia, para lo cual registro que de cinco semanas dos obtuvieron diferencias significativas con respecto a la conversión alimenticia de los pollos de engorde (Cuadro A-30, 38); mientras que en la segunda, tercera y cuarta semana de investigación no presentaron diferencias significativas para la variable conversión alimenticia (Cuadro A-32, 34, 36); por otro lado el T2 registro el menor índice de conversión alimenticia en la segunda, tercera, quinta y sexta semana de investigación (Cuadro A- 31, 33, 37, 39).

Al contrastar el comportamiento de la conversión alimenticia con lo registrado 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, mientras que en la investigación si hubieron para la primera semana diferencias significativas; para la segunda y tercer semana Melo registro que el tratamiento con 0.08 grs de Zinc promedio la menor conversión alimenticia con un valor

de 1.34, esto no concordó con la investigación, ya que, el T1 promedio 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 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 de 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 presento al final de la investigación la menor conversión alimenticia con un valor de 1.86; esta información concuerda con lo presentado por la esta investigación, ya que, si existen diferencias significativas con el T2 con valor de 1.27 registro la menor conversión alimenticia.

#### 4.5 Mortalidad

Uno de los factores que se debía determinar con la investigación es el porcentaje de mortalidad de los pollos, bajo la aplicación de Zinc aminoquelatado en el concentrado. Determinado lo siguiente. (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Porcentaje de mortalidad de los pollos de engorde de la línea Ross®**

TRATAMIENTO	TOTALES 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%

Como se observa en el cuadro anterior el T0 registra el mayor número de aves muertas a lo largo de las seis semanas de estudio, lo que indica que a mayor concentración de Zinc aminoquelatado que se proporcionó en el concentrado mejor sustancialmente la sobrevivencia de las aves puesto que el T2 y T3 presentan un cero por ciento muertes.

Cabe resaltar que en el tratamiento T1 registró una muerte en la quinta semana de investigación. Mientras que el T0, presento dos muertes durante la tercera semana de investigación y una muerte durante la quinta semana.

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 de 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 registro 8% de mortalidad y T1 registro 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 y aumentando la resistencia a las infecciones y así provocar menos muertes. (Microminerales en nutrición animal y su influencia en sistema inmune, 2019).

#### 4.6 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 toma en cuenta las aves que no formaron parte directa de la investigación y fueron adquiridas. (Cuadro 6).

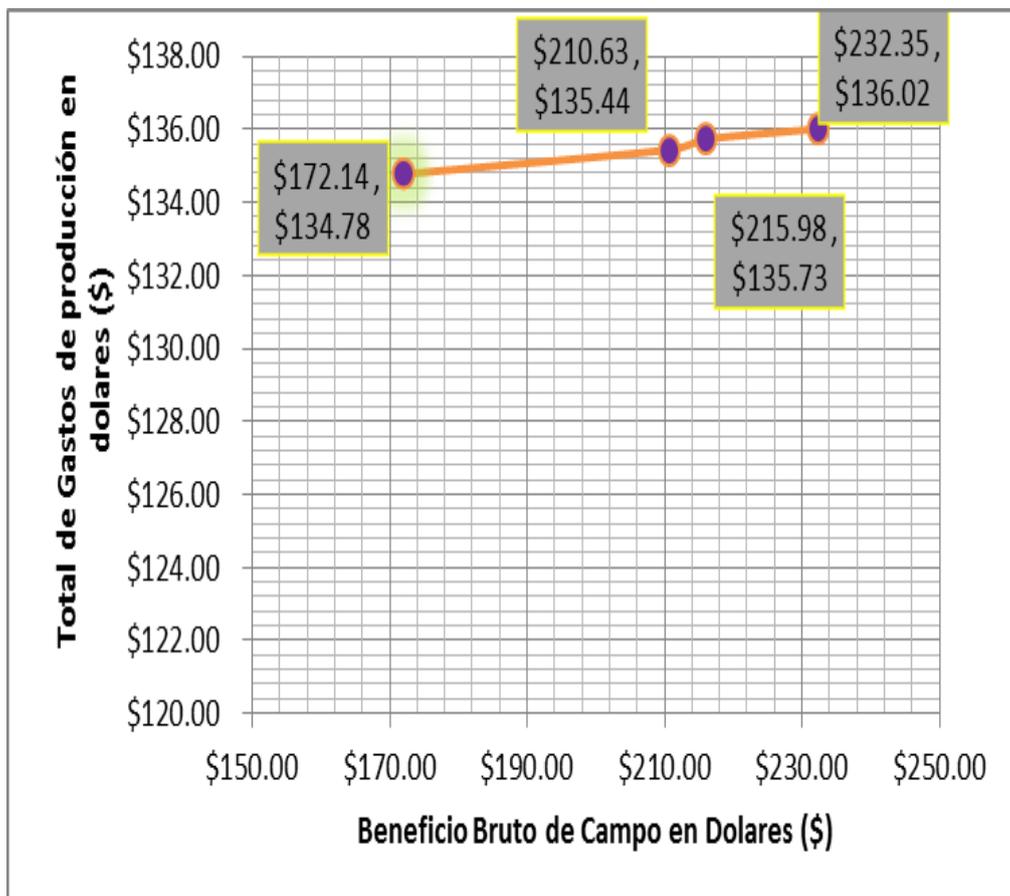
Como se muestran los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron un costo de producción de \$135.44, \$135.73 Y \$136.02 respectivamente, mientras que el T0 posee un costo de \$134.78, siendo el tratamiento T3 el que mayor beneficio obtuvo posterior a la venta de carne; para ello fue necesario realizar el análisis de dominancia en cuanto a la relación costo/beneficio de los tratamientos (Figura 4).

**Cuadro 6. Beneficios y costos de producción.**

<b>PRESUPUESTO</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<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>	\$172.14	\$210.63	\$215.98	\$232.35
<b>COSTO QUE VARIAN</b>				
<b>COSTO DE AVES</b>	\$24.00	\$24.00	\$24.00	\$24.00
<b>CONCENTRADO DE INICIO (45 KG)</b>	\$11.56	\$11.56	\$11.56	\$11.56
<b>CONCENTRADO DE ENGORDE (45 KG)</b>	\$45.00	\$45.00	\$45.00	\$45.00
<b>Electrolitos y vitaminas</b>	\$0.75	\$0.75	\$0.75	\$0.75
<b>Vacuna New Castle/Gumboro</b>	\$1.00	\$1.00	\$1.00	\$1.00
<b>Granza (15 Kg)</b>	\$5.00	\$5.00	\$5.00	\$5.00
<b>Zn (gr)</b>		62.652	89.892	117.132
<b>COSTO DEL ZINC POR TRATAMIENTO</b>		\$0.66	\$0.95	\$1.24

<b>Salario y costo de mantenimiento</b>	\$22.47	\$22.47	\$22.47	\$22.47
<b>Vehículos y combustible</b>	\$25.00	\$25.00	\$25.00	\$25.00
<b>Total de costo que varían</b>	\$134.78	\$135.44	\$135.73	\$136.02
<b>Beneficio neto</b>	\$37.36	\$75.19	\$80.25	\$96.33

**Análisis de dominancia.**



**Figura 4: Análisis de dominancia.**

Según el gráfico anterior el mayor beneficio de campo con relación a los costos de producción los registra el T3, siendo este \$58.97 mayor al tratamiento testigo, \$21.14 mayor a T1 y \$16.09 al T2. Lo que demuestra que la mayor concentración de Zinc aminoquelatado produce un mayor rendimiento económico en la dieta de los pollos de engorde.

## 5 CONCLUSIONES

La adición de Zinc aminoquelatado, en la alimentación para pollos de engorde de la Línea ROSS® demuestró tener efectos positivos sobre los parámetros productivos como consumo de alimento semanal, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad

Que al adicionar 19.522 g de Zinc aminoquelatado por quintal de alimento a base de Maíz y Soya, se obtiene 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-costos, 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.

## 6 RECOMENDACIONES

El uso de Zinc aminoquelatado en la alimentación de pollos de engorde de la línea ROSS®, puede ser una alternativa para la disminución de costos de la producción en la industria avícola.

Ampliar la investigación con distintas concentraciones Zinc aminoquelatado y líneas de aves, para poder evaluar su efectividad en pollos de engorde.

Promover el uso de Zinc aminoquelatado en el alimento de aves, ya que este mineral orgánico mejora el desarrollo del sistema inmune.

## 7 BIBLIOGRAFÍAS

Arjona, 2020. Minerales Orgánicos en la Nutrición Avícola. (en línea). Consultado 29 mayo 2022. Disponible en: <https://macsofamily.com/minerales-organicos-en-la-nutricion-avicola/>

Arion, 2014. Los minerales “orgánicos” o minerales quelados. (en línea). Consultado 29 mayo 2022. Disponible en: <https://blog.arion-petfood.es/los-minerales-organicos-o-minerales-quelados/#:~:text=Un%20quelato%20es%2C%20por%20tanto,podr%C3%ADan%20dificultar%20su%20correcta%20absorci%C3%B3n.>

Avendaño, N. Quijano, N. Sánchez, S. 2008. Caracterización de la avicultura rural en comunidades de los departamentos de Chalatenango, Usulután y Sonsonate de El Salvador (en línea). Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. El Salvador. Universidad de El Salvador. Consultado 27 julio 2019. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/1830/1/13100429.pdf>

Asociación de avicultores de El Salvador AVES ,2021. (en línea). Consultado 18 de febrero 2022. Disponible en: [https://aves.com.sv/cada-salvadoreno-se-come-186-huevos-y-47-libras-de-pollo-al-ano/?fbclid=IwAR2Ay78iKQ42s4ASh1M0am8GADe5f0T0Furc-odx-juqlwD\\_ulupossS33k](https://aves.com.sv/cada-salvadoreno-se-come-186-huevos-y-47-libras-de-pollo-al-ano/?fbclid=IwAR2Ay78iKQ42s4ASh1M0am8GADe5f0T0Furc-odx-juqlwD_ulupossS33k)

AVIAGEN, 2010. Manual de manejo de pollo de carne (en línea). Consultado 23 julio 2019. Disponible en: [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf)

AVIAGEN, 2014. Manual de manejo de pollo de engorde (en línea). Consultado 23 julio 2019. Disponible en: [http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf)

AVIAGEN ,2014. BROILER ROOS 308 Manual de objetivos de rendimiento (en línea). Consultado 30 de mayo 2022. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.avesca.com.ec/wp-content/uploads/2017/03/Ross-308-Objetivos.pdf&ved=2ahUKEwiZ1vjitJD4AhUkQjABHRYUApgQFnoECAQQAQ&usq=AOvVaw05u4enbwG8O3VQdw0Po-vf>

Beltrán, R. Cabrera, Q. 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>

Caicedo, C. Jácome, V. 2014. Razas de Gallinas. Tesis Médico Veterinario y zootecnia. (en línea). Ecuador. Universidad técnica de Ambato. Consultado 02 oct. 2019. Disponible en: <http://caicedo-jacomeuta.blogspot.com/>

Coob-vantress 2013. Guía de manejo de pollo de engorde (en línea). Consultado 26 agosto 2019. Disponible en: <https://pronavicola.com/contenido/manuales/Cobb.pdf>

COMPAL, 2007. El Salvador, Sector Avícola: Estudio Sectorial de Competencia (en línea). Consultado 23 julio 2019. Disponible en: <https://unctadcompal.org/wp-content/uploads/2017/03/EL-SALVADOR-Sector-Avicola-NUEVO.pdf>

El Sitio Avícola. 2014 (en línea). Consultado el 01 de junio de 2019. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/poultrynews/28134/el-salvador-2013-aao-de-crecimiento-en-la-produccion-avicola/>

Engomix, 2016. Efecto de los minerales traza orgánicos sobre el comportamiento productivo, calidad de huevo y respuesta inmune en gallinas bovans blancas en postura. (en línea) Consultado 27 mayo 2022. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/efecto-minerales-traza-organicos-t38782.htm>

FAO, 2013. Revisión del Desarrollo Avícola (en línea). Consultado 18 de febrero de 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3531s.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/>.

Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria 2015 (en línea). Consultado 02 oct. 2019. Disponible en: [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7818/1/Bol\\_Insumos\\_jun\\_2015.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7818/1/Bol_Insumos_jun_2015.pdf)

González, 2018. Manejo sanitario en pollos de engorde (en línea). Consultado 24 julio 2019. Disponible en: <https://zoovetesmipasion.com/avicultura/pollos/manejo-sanitario-pollos-engorde/>

Gutiérrez P. H., De la Vara S. R. 2008. Análisis y diseño de experimentos. Edit. Mc GrawHill Interamericana. 2a Ed. México. p. 69. Consultado 16 abril 2020.

Manual de producción avícola, 2005 (en línea). Consultado 22 de julio 2020. Disponible en: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4271/1/avicultura\\_2005.pdf](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4271/1/avicultura_2005.pdf)

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>

Mineralis. Deficiencia mineral en la nutrición de aves, 2012 (en línea). Consultado 27 de julio 2020. Disponible: <http://www.mineralis.com.ve/noticias2/91-deficiencia-mineral-en-la-nutricion-de-aves>

Mineralis 2022. Minerales orgánicos en la alimentación de pollos de engorde, (en línea). Consultado 28 mayo 2022. Disponible en: <http://www.mineralis.com.ve/noticias2/86-minerales-organicos-en-la-alimentacion-de-pollos-de-engorde>

Microminerales en nutrición animal y su influencia en sistema inmune, 2019 (en línea). Consultado 2 de marzo 2022. Disponible: <http://subirats.info/microminerales-en-nutricion-animal/>

Nutrinews. biodisponibilidad del zinc en avicultura, 2016 (en línea). Consultado 28 de julio 2020. Disponible en: <https://nutricionanimal.info/revision-bibliografica-sobre-la-biodisponibilidad-del-zinc-en-avicultura/>

Payes, A. 2006. Evaluación de dos criterios para la formulación de dietas por aminoácidos digestibles en pollos de engorde (en línea). Tesis Licenciado en Zootecnia. Guatemala. Universidad de San Carlos. P.5. consultado 18 nov. 2019. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3907/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Adelso%20L%20Paves%20Aguirre.pdf>

Premex. Impacto de los minerales en la producción y la calidad de la cascara del huevo, 2017 (en línea). Consultado 26 de julio 2020. Disponible en: <http://www.pronavicola.com/contenido/webinar/mineralesproduccionhv.pdf>

Quishpe, S. 2006. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura (en línea). Tesis Ingeniero Agrónomo. Honduras. Universidad Zamorano. Consultado 18 de febrero 2020. Disponibles en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/930/1/T2297.pdf>

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>

Zhunaula, M. 2016. Comparación de un balanceado experimental y tres comerciales con dos aditivos alimenticios, en la crianza de pollos parrilleros broiler (en línea). Tesis Ingeniera Agrónoma. Ecuador. Universidad Central del Ecuador. P. 8. Consultado 17 de sept. 2019. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8052/1/T-UCE-0004-30.pdf>

## 8 ANEXOS

**Cuadro A-1: Necesidades mínimas de nutrientes recomendadas para los pollos de carne, como porcentajes o unidades por kilogramo de dieta.**

Nutriente	Unidad	Pollos para carne		
		0-3 semanas	3-6 semanas	6-8 semanas
Energía metabolizable	kcal/kg	3 200	3 200	3 200
	MJ/kg	13,38	13,38	13,38
Proteína bruta	%	23	20	18
<b>Aminoácidos</b>				
Arginina	%	1,25	1,10	1,00
Glicina + Serina	%	1,25	1,14	0,97
Histidina	%	0,35	0,32	0,27
Isoleucina	%	0,80	0,73	0,62
Leucina	%	1,20	1,09	0,93
Lisina	%	1,10	1,00	0,85
Metionina	%	0,50	0,38	0,32
Metionina + Cisteína	%	0,90	0,72	0,60
Fenilalanina	%	0,72	0,65	0,56
Fenilalanina + Tirosina	%	1,34	1,22	1,04
Treonina	%	0,80	0,74	0,68
Triptófano	%	0,20	0,18	0,16
Valina	%	0,90	0,82	0,70
<b>Ácido graso</b>				
Ácido linoleico	%	1,00	1,00	1,00
<b>Principales minerales</b>				
Calcio	%	1,00	0,90	0,80
Cloro	%	0,20	0,15	0,12
Fósforo no fitato	%	0,45	0,35	0,30
Potasio	%	0,30	0,30	0,30
Sodio	%	0,20	0,15	0,12
<b>Oligoelementos</b>				
Cobre	mg	8	8	8
Yodo	mg	0,35	0,35	0,35
Hierro	mg	80	80	80
Manganeso	mg	60	60	60
Selenio	mg	0,15	0,15	0,15
Zinc	mg	40	40	40

Se presentan los niveles mínimos recomendados de nutrientes seleccionados para los pollos de carne de diferentes edades, para satisfacer esas necesidades específicas, a distintas clases de aves de corral hay que suministrarles distintos tipos de dietas (FAO, 2013).

**Cuadro A-2: Peso vivo, consumo de alimento por semana y conversión de alimento**

<b>EDAD EN SEMANAS</b>	<b>PESO VIVO Kg.</b>	<b>CONSUMO DE ALIMENTO POR SEMANA Kg.</b>	<b>CONSUMO ALIMENTO ACUMULADO Kg.</b>	<b>CONVERSIÓN DE ALIMENTO ACUMULADO</b>
<b>SIN SEXAR</b>				
1	0.18	0.17	0.17	0.43
2	0.45	0.36	0.53	0.57
3	0.76	0.56	1.11	0.67
4	1.17	0.8	1.91	0.75
5	1.61	0.91	2.83	0.8
6	2.05	1.05	3.89	0.86
7	2.52	1.26	5.15	0.93
8	2.96	1.30	6.45	0.99
<b>MACHOS</b>				
1	0.18	0.17	0.17	0.43
2	0.44	0.36	0.53	0.55
3	0.81	0.62	1.15	0.65
4	1.24	0.82	1.98	0.73
5	1.74	1.0	2.99	0.87
6	2.25	1.18	4.17	0.81
7	2.77	1.32	5.49	0.9
8	3.28	1.46	6.95	0.96
<b>HEMBRAS</b>				
1	0.17	0.16	0.16	0.44
2	0.4	0.35	0.51	0.58
3	0.72	0.56	1.08	0.68
4	1.10	0.76	1.84	0.8
5	1.47	0.80	2.65	0.82
6	1.85	0.93	3.58	0.88
7	2.96	1.11	4.69	0.95
8	2.64	1.15	5.84	1.00

(Guía para el manejo de pollos de engorde MAG)

**Cuadro A-3: Consumo de alimento diario en gramos para pollo de engorde ROSS®, 308**

Día	Peso corporal	Ganancia diaria	Acumulado de ganancia diaria por semana	Ingesta diaria	Ingesta acumulada	FCR
0	42					
1	57	115		13	13	0.231
2	73	16		17	30	0.410
3	91	18		20	50	0.549
4	111	20		23	73	0.659
5	134	23		27	100	0.747
6	160	26		31	131	0.818
7	189	29	20.93	35	165	0.877
8	220	32		39	204	0.926
9	256	35		43	247	0.968
10	294	38		48	295	1,004
11	336	42		53	348	1,037
12	381	45		58	406	1,066
13	429	48		63	469	1,093
14	480	52	41.7	69	537	1,118
15	535	55		74	611	1,142
16	593	58		80	691	1,165
17	655	61		86	777	1,187
18	719	64		92	869	1,208
19	786	67		98	966	1,229
20	856	70		104	1070	1,250
21	929	73	64.10	110	1180	1,270
22	1004	75		116	1296	1,290
23	1082	78		122	1418	1,310
24	1162	80		128	1546	1,130
25	1244	82		134	1679	1,350
26	1328	84		140	1819	1,370
27	1414	86		145	1965	1,389
28	1501	87	81.72	151	2116	1,409
29	1590	89		157	2272	1,429
30	1680	90		162	2434	1,449
31	1771	91		167	2601	1,469
32	1863	92		172	2773	1,488
33	1956	93		177	2951	1,508
34	2050	94		182	3132	1,528
35	2144	94	91.90	186	3319	1,548
36	2239	95		191	3510	1,568
37	2334	95		195	3705	1,587
38	2429	95		199	3904	1.607
39	2524	95		203	4107	1.627
40	2620	95		207	4314	1,647
41	2715	95		210	4525	1,667
42	2809	95	94.97	214	4739	1,687
43	2904	94		217	4956	1.707
44	2997	94		220	5176	1,727
45	3091	93		223	5399	1,747

46	3184	93		226	5624	1,767
47	3276	92		228	5852	1,787
48	3367	91		230	6083	1,807
49	3457	90	92.58	233	6316	1,827
50	3547	89		235	6550	1,847
51	3635	89		236	6787	1,867
52	3723	87		238	7025	1,887
53	3809	86		239	7264	1,907
54	3894	85		241	7505	1,927
55	3678	84		242	7747	1,947
56	4061	83	86.22	243	7989	1,967
57	4142	81		243	8233	1,988
58	4222	80		244	8477	2,008
59	4300	78		244	8721	2,028
60	4377	77		244	8965	2,048
61	4452	75		244	9209	2,068
62	4526	74		244	9453	2,089
63	4598	72	76.75	243	9696	2,109
64	4668	70		243	9939	2,129
65	4737	68		242	10181	2,149
66	4803	67		241	10421	2,170
67	4868	65		239	10661	2,190
68	4931	63		238	10899	2,210
69	4992	61		236	11135	2,230
70	5051	59	64.74	234	11369	2,251

1. Peso corporal en la granja (es decir, alimento presente en el tracto intestinal). 2. Consumo de alimento por ave viva. 3. FCR incluye peso corporal inicial en colocación y no cuenta para la mortalidad NOTA: en la tabla los valores son redondeado. Esto puede resultar en pequeñas inexactitudes al usar los objetivos para calcular otras estadísticas de rendimiento. (Manual de manejo de pollo de engorde ROSS®, 2014).

## PESO PROMEDIO SEMANAL EN GRAMOS

### Cuadro A-4: ANVA general de peso semanal en gramos.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO SEMANAL POR AVE	80	0.24	0.21	22.00

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2416620.75	3	805540.25	8.19	0.0001
TRATAMIENTO	2416620.75	3	805540.25	8.19	0.0001
Error	7474148.79	76	98344.06		
Total	9890769.54	79			

**Cuadro A-5: TUKEY general de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=260.49569

Error: 98344.0631 gl: 76

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3	1667.94	20	70.12	A
2	1478.73	20	70.12	A B
1	1365.36	20	70.12	B C
0	1189.69	20	70.12	C

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

**Cuadro A-6: ANVA, primera semana, de peso semanal en gramos.**

**Análisis de la varianza**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1	PESO SEMANAL POR AVE	16	0.87	0.84	3.95

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	122652.33	3	40884.11	27.13	<0.0001
TRATAMIENTO	122652.33	3	40884.11	27.13	<0.0001
Error	18084.46	12	1507.04		
Total	140736.79	15			

**Cuadro A-7: TUKEY, primera semana, de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=81.49723

Error: 1507.0380 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3	1108.32	4	19.41	A
2	1006.24	4	19.41	B
1	944.78	4	19.41	B C
0	869.16	4	19.41	C

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

**Cuadro A-8: ANVA, segunda semana, de peso semanal en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2	PESO SEMANAL POR AVE	16	0.99	0.98	1.80

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	431543.07	3	143847.69	299.66	<0.0001
TRATAMIENTO	431543.07	3	143847.69	299.66	<0.0001
Error	5760.37	12	480.03		
Total	437303.44	15			

**Cuadro A-9: TUKEY, segunda semana, de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=45.99550

Error: 480.0310 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3	1468.73	4	10.95	A
2	1217.69	4	10.95	B
1	1153.11	4	10.95	C
0	1015.82	4	10.95	D

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

**Cuadro A-10: ANVA, tercera semana, de peso semanal en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
3	PESO SEMANAL POR AVE	16	0.99	0.98	2.15

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	841309.36	3	280436.45	280.10	<0.0001
TRATAMIENTO	841309.36	3	280436.45	280.10	<0.0001
Error	12014.56	12	1001.21		
Total	853323.92	15			

**Cuadro A- 11: TUKEY, tercera semana, de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=66.42690

Error: 1001.2131 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3	1799.35	4	15.82	A
2	1561.44	4	15.82	B
1	1336.65	4	15.82	C
0	1194.78	4	15.82	D

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

**Cuadro A-12: ANVA, cuarta semana, de peso semanal en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
4	PESO SEMANAL POR AVE	16	0.97	0.96	2.79

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	700084.81	3	233361.60	111.90	<0.0001
TRATAMIENTO	700084.81	3	233361.60	111.90	<0.0001
Error	25024.86	12	2085.41		
Total	725109.67	15			

**Cuadro A-13: TUKEY, cuarta semana, de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=95.86851

Error: 2085.4053 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3	1926.02	4	22.83	A
2	1714.56	4	22.83	B
1	1545.40	4	22.83	C
0	1359.36	4	22.83	D

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

**Cuadro A-14: ANVA, quinta semana, de peso semanal en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5	PESO SEMANAL POR AVE	16	0.98	0.97	1.77

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	599380.95	3	199793.65	191.88	<0.0001
TRATAMIENTO	599380.95	3	199793.65	191.88	<0.0001
Error	12494.90	12	1041.24		
Total	611875.85	15			

**Cuadro A-15: TUKEY, quinta semana, de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=67.74175

Error: 1041.2413 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3	2037.27	4	16.13	A
2	1893.73	4	16.13	B
1	1846.86	4	16.13	B
0	1509.36	4	16.13	C

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

**GANANCIA DE PESO SEMANAL EN GRAMOS**

**Cuadro A-16: ANVA, general de ganancia de peso semanal en gramos.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GANANCIA DE PESO SEMANAL	80	0.13	0.09	37.08

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	75419.77	3	25139.92	3.73	0.0147
TRATAMIENTO	75419.77	3	25139.92	3.73	0.0147
Error	512305.72	76	6740.86		
Total	587725.49	79			

**Cuadro A-17: TUKEY, general de ganancia de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=68.19998

Error: 6740.8647 gl: 76

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3	251.20	20	18.36	A
2	233.54	20	18.36	A B
1	231.04	20	18.36	A B
0	170.00	20	18.36	B

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

**Cuadro A-18: ANVA, primera semana de ganancia de peso semanal en gramos.**

Análisis de la varianza

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1	GANACIA DE PESO SEMANAL	16	0.58	0.47	15.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28993.58	3	9664.53	5.46	0.0134
TRATAMIENTO	28993.58	3	9664.53	5.46	0.0134
Error	21255.17	12	1771.26		
Total	50248.75	15			

**Cuadro A-19: TUKEY, primera semana de ganancia de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=88.35323

Error: 1771.2644 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3	327.08	4	21.04	A
2	280.21	4	21.04	A B
1	253.12	4	21.04	A B
0	209.79	4	21.04	B

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

**Cuadro A-20: ANVA, segunda semana de ganancia de peso semanal en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2	GANACIA DE PESO SEMANAL	16	0.85	0.82	16.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	99017.20	3	33005.73	23.12	<0.0001
TRATAMIENTO	99017.20	3	33005.73	23.12	<0.0001
Error	17131.33	12	1427.61		
Total	116148.53	15			

**Cuadro A-21: TUKEY, segunda semana de ganancia de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=139.72193

Error: 4429.6324 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	301.46	4	33.28	A
2	179.17	4	33.28	A B
0	150.00	4	33.28	B
3	111.25	4	33.28	B

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

**Cuadro A-22: ANVA, tercera semana de ganancia de peso semanal en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
3	GANACIA DE PESO SEMANAL	16	0.84	0.80	15.38

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	97650.99	3	32550.33	20.49	0.0001
TRATAMIENTO	97650.99	3	32550.33	20.49	0.0001
Error	19061.78	12	1588.48		
Total	116712.77	15			

**Cuadro A-23: TUKEY, tercera semana de ganancia de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=83.67041

Error: 1588.4820 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	343.75	4	19.93	A
3	330.62	4	19.93	A
1	183.54	4	19.93	B
0	178.96	4	19.93	B

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

**Cuadro A-24: ANVA, cuarta semana de ganancia de peso semanal en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
4	GANACIA DE PESO SEMANAL	16	0.38	0.22	26.81

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14051.24	3	4683.75	2.44	0.1144
TRATAMIENTO	14051.24	3	4683.75	2.44	0.1144
Error	23000.82	12	1916.73		
Total	37052.06	15			

**Cuadro A-25: TUKEY, cuarta semana de ganancia de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=91.90978  
 Error: 1916.7347 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
1	208.75	4	21.89 A
0	164.58	4	21.89 A
2	153.12	4	21.89 A
3	126.67	4	21.89 A

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

**Cuadro A-26: ANVA, quinta semana de ganancia de peso semanal en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5	GANACIA DE PESO SEMANAL	16	0.60	0.50	35.89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	81041.23	3	27013.74	6.10	0.0092
TRATAMIENTO	81041.23	3	27013.74	6.10	0.0092
Error	53155.59	12	4429.63		
Total	134196.82	15			

**Cuadro A-27: TUKEY, quinta semana de ganancia de peso semanal en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=139.72193  
 Error: 4429.6324 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
1	301.46	4	33.28 A
2	179.17	4	33.28 A B
0	150.00	4	33.28 B
3	111.25	4	33.28 B

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

**CONVERSIÓN ALIMENTICIA SEMANAL EN GRAMOS**

**Cuadro A-28: ANVA, general de conversión alimenticia en gramos.**

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CONVERSIÓN ALIEMNTICIA	80	0.10	0.07	30.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.28	3	0.43	2.92	0.0393
TRATAMIENTO	1.28	3	0.43	2.92	0.0393
Error	11.08	76	0.15		
Total	12.35	79			

**Cuadro A-29: TUKEY, general de conversión alimenticia en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.31711  
 Error: 0.1457 gl: 76  
 TRATAMIENTO Medias n E.E.

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
0	1.42	20	0.09	A
3	1.27	20	0.09	A B
1	1.16	20	0.09	A B
2	1.08	20	0.09	B

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

**Cuadro A-30: ANVA, primera semana de conversión alimenticia en gramos.**

Análisis de la varianza

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1	CONVERSIÓN ALIEMNTICIA	16	0.51	0.39	4.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	3	0.01	4.13	0.0316
TRATAMIENTO	0.02	3	0.01	4.13	0.0316
Error	0.02	12	1.5E-03		
Total	0.04	15			

**Cuadro A-31: TUKEY, primera semana de conversión alimenticia en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08181  
 Error: 0.0015 gl: 12  
 TRATAMIENTO Medias n E.E.

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
0	0.84	4	0.02	A
1	0.84	4	0.02	A
3	0.81	4	0.02	A B
2	0.76	4	0.02	B

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

**Cuadro A-32: ANVA, segunda semana de conversión alimenticia en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2	CONVERSIÓN ALIEMNTICIA	16	0.18	0.00	5.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	3	3.3E-03	0.89	0.4744
TRATAMIENTO	0.01	3	3.3E-03	0.89	0.4744
Error	0.04	12	3.7E-03		
Total	0.05	15			

**Cuadro A-33: TUKEY, segunda semana de conversión alimenticia en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12780

Error: 0.0037 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
0	1.11	4	0.03	A
3	1.08	4	0.03	A
1	1.06	4	0.03	A
2	1.05	4	0.03	A

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

**Cuadro A-34: ANVA, tercera semana de conversión alimenticia en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
3	CONVERSIÓN ALIEMNTICIA	16	0.45	0.31	8.41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	3	0.03	3.21	0.0619
TRATAMIENTO	0.09	3	0.03	3.21	0.0619
Error	0.11	12	0.01		
Total	0.20	15			

**Cuadro A-35: TUKEY, tercera semana de conversión alimenticia en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20437

Error: 0.0095 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
0	1.28	4	0.05	A
3	1.16	4	0.05	A
2	1.11	4	0.05	A
1	1.08	4	0.05	A

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

**Cuadro A-36: ANVA, cuarta semana de conversión alimenticia en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
4	CONVERSIÓN ALIEMNTICIA	16	0.25	0.06	28.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.72	3	0.24	1.33	0.3098
TRATAMIENTO	0.72	3	0.24	1.33	0.3098
Error	2.16	12	0.18		
Total	2.88	15			

**Cuadro A-37: TUKEY, cuarta semana de conversión alimenticia en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.88996

Error: 0.1797 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0	1.79	4	0.21 A
1	1.50	4	0.21 A
3	1.37	4	0.21 A
2	1.21	4	0.21 A

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

**Cuadro A-38: ANVA, Quinta semana de conversión alimenticia en gramos.**

SEMANA	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5	CONVERSIÓN ALIEMNTICIA	16	0.92	0.90	7.21

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.97	3	0.66	46.22	<0.0001
TRATAMIENTO	1.97	3	0.66	46.22	<0.0001
Error	0.17	12	0.01		
Total	2.14	15			

**Cuadro A- 39: TUKEY, Quinta semana de conversión alimenticia en gramos.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.25048

Error: 0.0142 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0	2.06	4	0.06 A
3	1.95	4	0.06 A
1	1.34	4	0.06 B
2	1.27	4	0.06 B

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

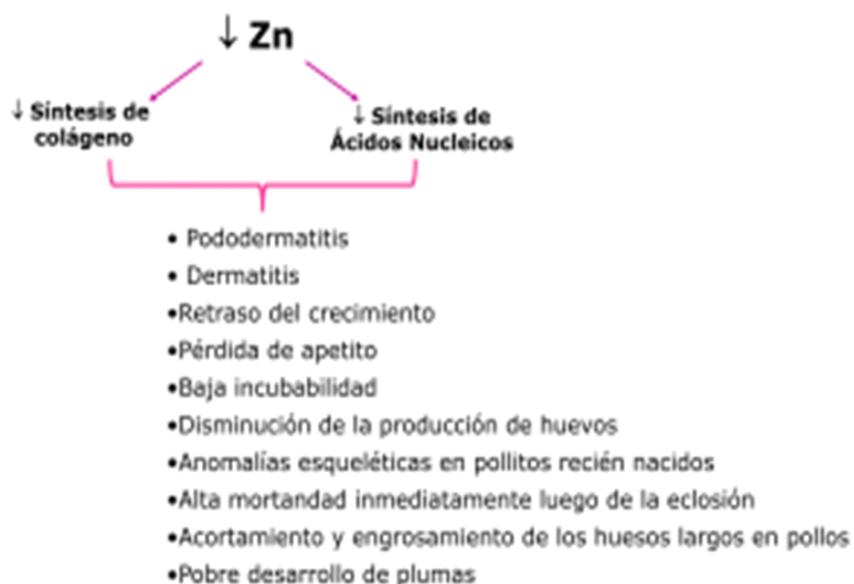
**Cuadro A-40: Rendimiento Mixto BROILER ROSS 308**

Día	Peso Corporal (g) <sup>1</sup>	Ganancia diaria (g)	Promedio ganancia diaria/semana (g)	Consumo diario (g)	Consumo acumulado (g) <sup>2</sup>	Conversión alimenticia
0	42					
1	57	15		13	13	0.231
2	73	16		17	30	0.410
3	91	18		20	50	0.549
4	111	20		23	73	0.659
5	134	23		27	100	0.747
6	160	26		31	131	0.818
7	189	29	20.93	35	165	0.877
8	220	32		39	204	0.926

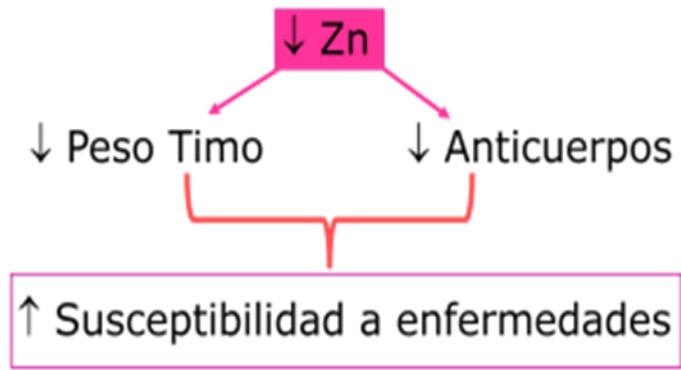
9	256	35		43	247	0.968
10	294	38		48	295	1.004
11	336	42		53	348	1.037
12	381	45		58	406	1.066
13	429	48		63	469	1.093
14	480	52	41.70	69	537	1.118
15	535	55		74	611	1.142
16	593	58		80	691	1.165
17	655	61		86	777	1.187
18	719	64		92	869	1.208
19	786	67		98	966	1.229
20	856	70		104	1070	1.250
21	929	73	64.10	110	1180	1.270
22	1004	75		116	1296	1.290
23	1082	78		122	1218	1.310
24	1162	80		128	1546	1.330
25	1244	82		134	1679	1.350
26	1328	84		140	1819	1.370
27	1414	86		145	1965	1.389
28	1501	87	81.72	151	2116	1.409
29	1590	89		157	2272	1.429
30	1680	90		162	2434	1.449
31	1771	91		167	2601	1.469
32	1863	92		172	2773	1.488
33	1956	93		177	2951	1.508
34	2050	94		182	3132	1.528
35	2144	94	91.90	186	3319	1.548
36	2239	95		191	3510	1.568
37	2334	95		195	3705	1.587
38	2429	95		199	3904	1.607
39	2524	95		203	4107	1.627
40	2640	95		207	4314	1.647
41	2715	95		210	4525	1.667
42	2809	95	94.97	214	4739	1.687
43	2901	94		217	4956	1.707
44	2997	94		220	5176	1.727
45	3091	93		223	7399	1.747
46	3184	93		226	5624	1.767
47	3276	92		228	5852	1.787
48	3367	91		230	6083	1.807
49	3457	90	92.58	233	6316	1.827
50	3547	89		235	6550	1.847
51	3635	89		236	6787	1.867
52	3723	87		238	7025	1.887
53	3809	86		239	7264	1.907
54	3894	85		241	7505	1.927
55	3978	84		242	7747	1.947
56	4061	83	86.22	243	7989	1.967
57	4142	81		243	8233	1.988
58	4222	80		244	8477	2.008
59	4300	78		244	8721	2.028
60	4377	77		244	8965	2.048
61	4452	72		2444	9209	2.068

62	4526	74		244	9453	2.089
63	4598	72	76.75	243	9696	2.109
64	4668	70		243	9939	2.129
65	4737	68		242	10181	2.149
66	48.03	67		241	10421	2.170
67	4868	65		239	10661	2.190
68	4931	63		238	10899	1.210
69	4992	61		136	11135	2.230
70	5051	59	64.74	234	11369	2.251

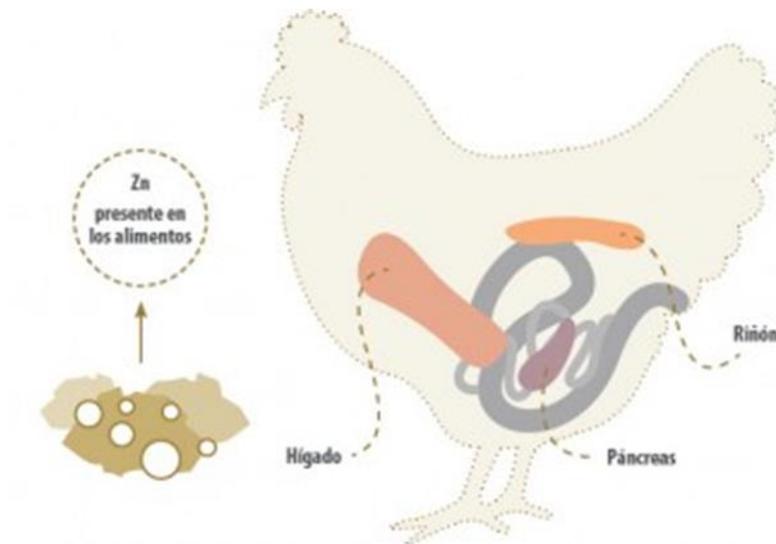
Peso en granja (ej.: presencia de alimento en tracto intestinal), Consumo de alimento por ave viva, Conversión Alimenticia incluye peso inicial al alojamiento y no considera mortalidad. Nota: En la tabla los valores están redondeados. Esto puede ocasionar pequeñas inexactitudes cuando se usen los objetivos para calcular otras estadísticas de rendimiento.



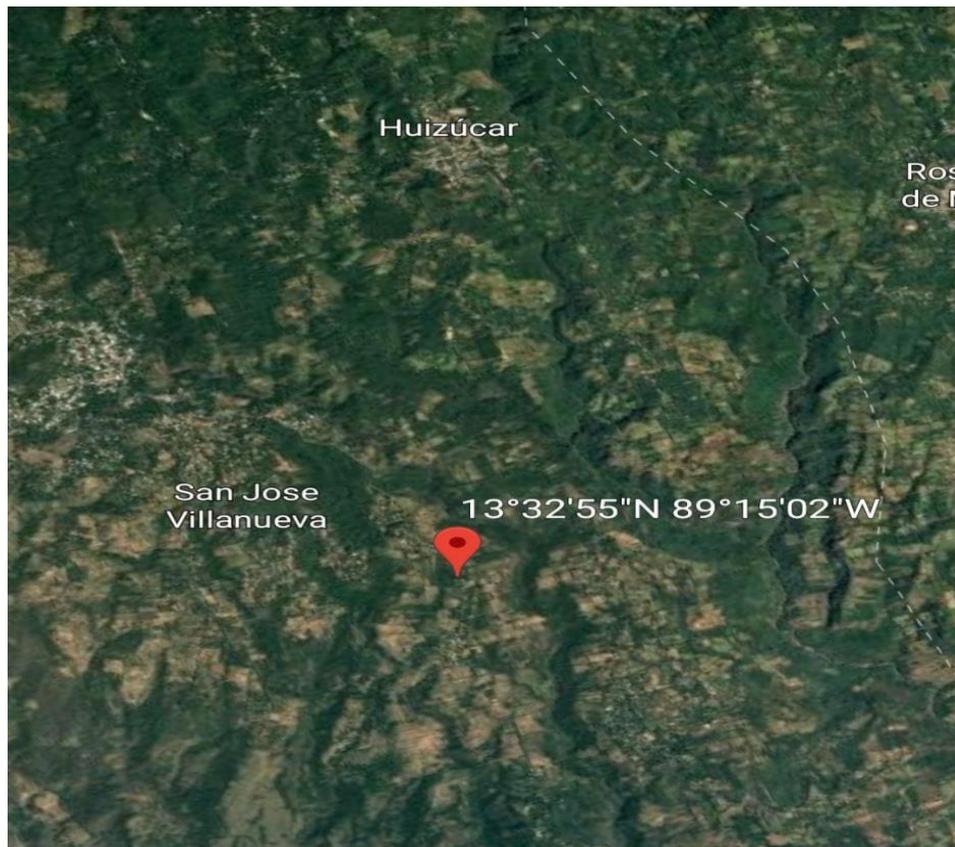
**Figura A-1 Consecuencias clínicas por deficiencia de zinc en aves de corral.  
(Mineralis. Deficiencia mineral en la nutrición de aves, 2012).**



**Figura A- 2 Efecto de la deficiencia de zinc en la inmunidad de las aves.**  
 (Mineralis. Deficiencia mineral en la nutrición de aves, 2012).



**Figura A- 3 Biomarcadores en avicultura.**  
 (Nutrinews. Biodisponibilidad del zinc en avicultura, 2016)



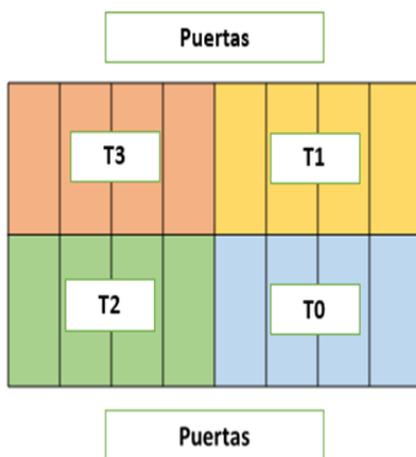
**Figura A-4 Lugar donde se realizó la investigación**



**Figura A-5 Galera donde se realizó la investigación.**



Figura A-6 Electrolitos y vitaminas que se suministró a los pollos a la hora del recibimiento.



A= Como quedaron los tratamiento

B= Tratamientos rotulados

Figura A-7 Distribución de los tratamientos.



**A= Pesaje de los ingredientes**



**B= Mezcla de los ingredientes**

**Figura A-8 Elaboración del concentrado.**



**Figura A-9 Ofrecimiento del alimento**



**Figura A-10 Toma de pesos semanal para llevar un monitoreo periódico de los pollos.**