



1859



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Unidad de Educación a Distancia

Maestría en Agronegocios Sostenibles

**Análisis de la eficacia y el impacto de la betaina en alimento en
pollos de engorde machos**

**Trabajo de titulación, previo a la
obtención del título de Magister en
Agronegocios Sostenibles**

AUTORA:

Ing. Andrea Fernanda Vizcaíno Guerra

DIRECTOR:

Ing. Kleber Rolando Morillo Aguilar

Loja - Ecuador

2025

Certificación

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **MORILLO AGUILAR KLEBER ROLANDO**, director del Trabajo de Titulación denominado "**Análisis de la eficacia y el impacto de la Betania en alimento en pollos de engorde machos**", perteneciente al estudiante **ANDREA FERNANDA VIZCAINO GUERRA**, con cédula de identidad N° **1003089347**.

Certifico:

Que luego de haber dirigido el **Trabajo de Titulación**, habiendo realizado una revisión exhaustiva para prevenir y eliminar cualquier forma de plagio, garantizando la debida honestidad académica, se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Titulación**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Titulación del mencionado estudiante.

Loja, 19 de Diciembre de 2024


KLEBER ROLANDO
MORILLO AGUILAR
F)
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Andrea Fernanda Vizcaino Guerra**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'ANDREA VG' with a horizontal line through it and some additional scribbles at the end.

Cédula de identidad: 1003089347

Fecha: 30 de enero de 2024

Correo electrónico: andrea.f.vizcaino@unl.edu.ec

Celular: 0981035792

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Andrea Fernanda Vizcaino Guerra**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis de la eficacia y el impacto de la betaina en alimento en pollos de engorde machos** como requisito para optar por el título de **Magíster en Agronegocios Sostenibles**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los dieciocho días del mes de marzo del dos mil veinticinco.

Firma: 

Autora: Andrea Fernanda Vizcaino Guerra

Cédula: 1003089347

Dirección: Pichincha

Correo electrónico: andrea.f.vizcaino@unl.edu.ec

Teléfono: 0981035792

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Kleber Rolando Morillo Aguilar.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación a todas las personas que trabajan en la producción animal y agrícola del país, siempre he pensado que la mejor decisión en mi vida habrá sido dedicarme a esta área profesional.

A mi madre y hermana les dedicare siempre todos mis logros, mis desvelos, mis alegrías y esfuerzos, a pesar de las adversidades siempre han estado para darme luz.

A mi bachi el ser más maravilloso de este planeta por acompañarme todos los días en esta vida terrenal.

Andrea Fernanda Vizcaíno Guerra

Agradecimiento

A la divina providencia por darme la fuerza, valentía y salud para continuar preparándome en este camino profesional, su fuerza divina fue vital para alcanzar esta meta.

A mi familia por entender y comprender cada paso para conseguir este anhelo y así culminar uno de los escalones pendientes en mi carrera profesional.

Agradezco a cada uno de los profesionales cuyo aporte de conocimiento durante esta maestría, sustentaron mi perfil académico y a la vez me motivaron para seguir soñando y cumpliendo mis objetivos para conseguir este trabajo de titulación.

Andrea Fernanda Vizcaíno Guerra

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	xi
Índice de Figuras	xii
Índice de anexos	xiii
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Produccion pollos de engorde.....	6
4.2. Fisiología digestiva	7
4.2.1. Desarrollo digestivo	7
4.2.1.1. Desarrollo de vellosidades intestinales	7
4.2.1.2 Desarrollo de enterocitos	7
4.2.1.3. Microbiota Intestinal	7
4.2.1.4 Sistema inmunológico digestivo	8
4.2.1.5 Movimientos peristálticos.	8
4.3. Nutrición en pollos de engorde	9
4.3.1Materias Primas	9
4.3.1.1. Cereales	10
4.3.1.2. Soja	10
4.3.1.3. Grasas	10
4.3.1.4. Minerales traza y vitaminas	10
4.3.2. Requerimientos Nutricionales	10
4.3.2.1. Energía	11
4.3.2.2. Proteína	11
4.3.2.3. Macrominerales	11
4.3.2.4. Aditivos alimenticios no nutritivos	11
4.3.2.4.1. Enzimas	11

4.3.2.4.2. Prebióticos	11
4.3.2.4.3. Probióticos	11
4.3.2.4.4. Ácidos orgánicos	12
4.3.2.4.5. Extractos vegetales.....	12
4.3.2.3. Aditivos termorreguladores.....	12
4.3.2.3.1. Betaina.....	12
4.3.2.3.1.1. Propiedades de la betaina.....	13
4.4. Ambiente y termorregulación.....	13
4.4.1. Mecanismos del ave para eliminar el calor.....	13
4.4.1.1. Convección.....	14
4.4.1.2. Radiación.....	14
4.4.1.3. Evaporación.....	14
4.4.1.4. Conducción.....	14
4.4.2. Estrés calórico en pollos de engorde.....	14
4.5 Parámetros Productivos en pollos de engorde.....	15
4.5.1. Mortalidad.....	16
4.5.2. Peso corporal.....	16
4.5.3. Consumo de alimento y agua.....	16
4.5.4. Conversión.....	17
4.5.5. Uniformidad en la parvada.....	17
4.6. Índices de eficiencia.....	17
5. Metodología	19
5.1. Área de estudio	19
5.2. Enfoque de la investigación	19
5.3. Método de investigación	20
5.4. Tipo de investigación	20
5.5. Población	20
5.6. Muestra	20
5.7. Procedimiento.....	19
5.7.1 <i>Parámetros zootécnicos</i>	19
5.7.1.1 Mortalidad.....	19
5.7.1.2 Ganancia.....	20
5.7.1.3 Conversión.....	21
5.7.1.4 Peso.....	21
5.7.2 Factores de eficiencia.....	21
5.7.2.1 Eficiencia europea	21
5.7.2.2 Eficiencia americana.....	21

5.7.2.3. Euro 100.....	21
5.7.2.4. Índice de productividad.....	21
5.7.2.5. Fes factor de eficiencia.....	21
6. Resultados	22
7. Discusión	34
8. Conclusiones	41
9. Recomendaciones.....	42
10. Bibliografía	43
11. Anexos	49
Índice de tablas	
Tabla 1. Mortalidad semanal en unidades para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.....	24
Tabla 2. Análisis comparativo semanal de mortalidad para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina a través de la prueba t student.....	26
Tabla 3. Análisis comparativo de ganancia semanal para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina a través de la prueba t student.....	28
Tabla 4. Análisis comparativo de la conversión semanal para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.....	29
Tabla 5. Análisis comparativo del peso semanal para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.....	30
Tabla 6. Costos de producción por engorde para para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.....	33
Índice de Figuras	
Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en el cantón Pedro Vicente Maldonado	19
Figura2. Mortalidad diaria en proceso de necropsias para el tratamiento T1 de alimento con betaina.....	22
Figura3. Mortalidad diaria en proceso de necropsias para el tratamiento T2 de alimento sin betaina.....	22
Figura 4. Mortalidad diaria en unidades para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.....	23
Figura 5. Necropsias y evaluación de mortalidad para el tratamiento T1 y T2 aves jóvenes jóvenes7-15 días.....	24
Figura 6. Necropsias y evaluación de mortalidad para el tratamiento T1 y T2 aves ciclo intermedio 15-21 días.....	25
Figura 7. Necropsias y evaluación de mortalidad para el tratamiento T1 y T2 aves adultas 35-42 días.....	25
Figura 8. Ganancia semanal por galpón para el tratamiento T1 alimento con betaina y T2	

alimento sin betaina.....	27
Figura 9. Conversión por galpón para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.....	28
Figura 10. Peso promedio por galpón para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.....	29
Figura 11. Pesaje semanal día 0 y 7 días para el tratamiento T1 alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.....	30
Figura 12. Pesaje semanal día 14 y días para el tratamiento T1 alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.....	31
Figura 13. Pesaje semanal día 35 y 40 días para el tratamiento T1 alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.....	31
Figura 14. Parámetros para medir la eficiencia productiva para el tratamiento T1 de alimento con betaina.....	32
Índice de anexos	
Anexo 1. Registros diario-zootécnicos	49
Anexo 2. Registros mortalidad necropsias	50
Anexo3. Certificado de traducción resumen de la investigación.....	51

1.Título

Análisis de la eficacia y el impacto de la betaina en alimento en pollos de engorde machos.

2. Resumen

El estrés calórico es uno de los factores que provoca pérdidas económicas y productivas en la producción avícola, el presente trabajo de investigación tiene como finalidad analizar la eficacia y el impacto de la betaina en el alimento en pollos engorde machos, a través de la medición de parámetros zootécnicos y los diferentes factores de eficiencia productiva. La investigación se desarrolló en el cantón Pedro Vicente Maldonado, el tipo de investigación utilizada fue aplicada experimental, y el diseño fue longitudinal, realizando mediciones una vez por semana, durante todo el periodo productivo de crianza concerniente a dos meses, la muestra experimental fue de 19000 U aves machos a los cuales se les suministro alimento con inclusión de betaina (T1) a 1kg por tonelada, comparados con otro galpón de 19000 U aves sin la inclusión de este tratamiento (T2), durante todos su ciclo productivo. Para el análisis de parámetros zootécnicos como mortalidad, ganancia diaria, conversión y peso se utilizó la prueba de t student ($p > 0.05$); donde no se observó diferencias significativas en los estudios; aunque respecto a la mortalidad en la cuarta semana se observó un valor de 0.045 expresando un resultado a favor del tratamiento con betaina (T1); respecto a la ganancia diaria 0.86 (T1); conversión 0.78 (T1) ; y en el peso 0,96(T1); la evaluación de factores de eficiencia EURO 100, eficiencia europea/americana FES y el IP se observó diferencias a favor del tratamiento de aves con betaina (T1), es decir el euro 100 fue del 17.69% de incremento del T1 vs T2 , eficiencia europea 17.69 % de incremento del T1 vs el T2; eficiencia americana 6.46% de incremento del T1 vs el T2; Fes expresa un incremento del 20,02% del T1 vs el T2; índice de productividad 100.12 (T1) frente a 83.46 (T2),respecto al costo de producción el T1 presento un valor inferior respecto al T2, registrando \$32,424.16\$ frente a \$39,323.19\$, por cuanto se podría definir que las aves bajo tratamiento del alimento con betaina tendrían un mayor desempeño productivo.

Palabras claves: betaina, tratamiento, productivo.

Abstract

In poultry production, heat stress is one of the factors contributing to economic and productivity losses. As part of this study, zootechnical parameters and different factors of productivity efficiency will be measured for the purpose of analyzing the efficacy and impact of betaine in the feed of male broiler chickens. The research was conducted in the Pedro Vicente Maldonado canton. The type of research used was applied experimental, and the design was longitudinal, with measurements taken once a week throughout the two-month productive rearing period. During their entire productive cycle, 19,000 male birds were fed feed containing betaine (T1) at a rate of one kilogram per ton, compared to another group of 19,000 birds without this treatment (T2). The Student's t-test ($p > 0.05$) was used to analyze zootechnical parameters such as mortality, daily gain, feed conversion, and weight, where no significant differences were observed. However, regarding mortality in the fourth week, a value of 0.045 was observed, indicating a result in favor of the betaine treatment (T1). For daily gain, the value was 0.86 (T1); for feed conversion, 0.78 (T1); and for weight, 0.96 (T1). Several efficiency factors, such as EURO 100, European/American efficiency FES, and IP, showed differences in favor of betaine-treated birds (T1). EURO 100 showed a 17.69% increase in T1 compared to T2, European efficiency showed a 17.69% increase in T1 compared to T2, American efficiency showed a 6.46 % increase in T1 compared to T2, FES showed a 20.02 % increase in T1 compared to T2, and the productivity index was 100.12 (T1) compared to 83.46 (T2). regarding the cost of production, T1 has a lower value than T2, recording \$32,424.16\$ compared to \$39,323.19\$, consequently, it is possible to conclude that birds receiving betaine feed have a higher level of productivity.

Keywords: betaine, treatment, productive.

3. Introducción

La avicultura es un sector vital en la producción de alimentos a nivel mundial, especialmente en países en desarrollo donde representa una fuente importante de proteínas animales accesibles y asequibles. La eficiencia en la producción de pollos de engorde es crucial no solo para mantener la competitividad en el mercado, sino también para garantizar la sostenibilidad económica y ambiental del sector. Sin embargo, la literatura científica muestra una diversidad de resultados, lo que subraya la necesidad de estudios específicos que evalúen la eficacia y el impacto económico de la betaína en condiciones locales de producción.

El estrés calórico es uno de los factores con mayor relevancia manifestando efectos negativos en la producción de aves, generando así un rendimiento menor a nivel productivo y de calidad (Moya & Jorge, 2022)

Además, se evidencia que las aves con estrés calórico disminuyen su ingesta de alimento durante su proceso productivo. Se ha encontrado que de forma crónica reduce significativamente la ingesta de proteína en la dieta y afecta la digestibilidad del alimento, especialmente de lípidos y proteínas. Debido a esto, el rendimiento productivo y salud de las aves se ven comprometidos. Las altas temperaturas medio ambientales son un factor que afecta cada año la salud y el rendimiento productivo de las aves así el estrés calórico produce un desequilibrio electrolítico en las aves (Borges et al., 2004), generando un bajo rendimiento productivo (Belles,2020).

La necesidad de esta investigación radica en que la betaína es reconocida por sus efectos beneficiosos en la reducción del estrés osmótico, mejora en la conversión alimenticia y proporciona un apoyo en la salud intestinal, la evidencia científica disponible es variable y en muchos casos, no ha sido adaptada a las condiciones locales de producción.

Motivo por el cual se realizó esta investigación con el objetivo principal de comparar la eficacia y el impacto zootécnico de la inclusión de betaina en el alimento en pollos broiler machos, posterior al planteamiento de objetivos específicos en el que busca comparar los efectos de la betaína en el alimento sobre el rendimiento productivo de los pollos de engorde machos en parámetros de interés como son ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y a la vez otro de los objetivos de esta investigación radica en determinar la relación de la betaina con los factores de eficiencia productiva como fes (factor de eficiencia), Índice de productividad, eficiencia europea ,eficiencia americana, siendo parámetros de evaluación importante para establecer la relación de costo-beneficio de esta estrategia para controlar el estrés térmico en pollos de engorde machos.

El estudio evaluará variables zootécnicas relacionados con el metabolismo de la betaína, y la reducción del estrés térmico, realizando una comparación entre grupos de aves alimentados con dietas suplementadas con betaína y grupos control sin suplementación, bajo condiciones controladas de producción, abarcará un período que cubrirá las principales fases del crecimiento de los pollos de engorde (inicio, crecimiento y engorde) durante dos meses y medio, con mediciones periódicas que permitan evaluar el impacto de la suplementación con betaína en diferentes etapas del desarrollo

Finalmente, esta investigación pretende llenar un vacío en la literatura al proporcionar datos específicos y contextualizados sobre el uso de la betaína adicionada en el alimento en la producción de pollos de engorde machos, enfocándose a un análisis detallado del rendimiento zootécnico de los pollos broiler y el impacto económico, que puede ser utilizado como referencia para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en campo.

La investigación está alineada con varios objetivos de desarrollo sostenible debido a que contribuye a mejorar la seguridad alimentaria mediante la optimización de la producción de proteína animal, garantizando que la carne de pollo sea asequible para una mayor parte de la población; además mejora la eficiencia de la conversión alimenticia en pollos de engorde, fomentando un uso más responsable de los recursos alimentarios, reduciendo así su desperdicio promoviendo prácticas sostenibles.

4.Marco teórico

La industria avícola es un sector fundamental en la producción de alimentos a nivel global, dedicado a la cría y producción de aves, en esta revisión literaria se encontrará las principales aristas de la investigación realizada como son la nutrición, fisiología digestiva, materias primas, estrés calórico y posibles medidas de mitigación o control.

4.1. Produccion de pollos de engorde

La crianza del pollo de engorde forma parte de un proceso integrado donde la complejidad de la producción implica que los responsables deben entender y conocer que factores afectan el proceso de la producción (Aviagen, 2018).

La crianza de pollo de engorde es uno de los sectores que tiene tasas de crecimiento aceleradas, alta tasa de conversión alimenticia, viabilidad, rendimiento y calidad en la carne. Las empresas que se dedican a la comercialización del pollo de engorde buscan razas con un rendimiento inmejorable, a fin de que encajen a las necesidades productivas y a las condiciones ambientales y meteorológicas de cada región (Colaves, 2021).

El decremento en el tiempo de crianza con pesos aceptables en el mercado implica un esfuerzo de los técnicos, para obtener un producto económico y de alta calidad. Así el alimento representa aproximadamente el 70% de los costos de producción, por lo que el área de nutrición en toda empresa tiene la responsabilidad, su papel tiene que ver desde el control de calidad de cada uno de los insumos utilizados para la formulación, hasta la transformación final del alimento (Puga, 2020).

4.2 Fisiología digestiva

“El sistema digestivo de las aves se define como un conjunto de glándulas accesorias y órganos responsables de efectuar la actividad de digerir los alimentos, transformándolos en sustancias nutritivas asimilables, para que estas sean distribuidas por la sangre a todos los tejidos del cuerpo del ave” (Marulanda, 2017)

Como las aves no tienen dientes, los alimentos digeridos por ellas son descompuestos de forma mecánica y química en el aparato digestivo ,de esta manera diferentes enzimas digestivas y ácidos son liberados para poder digerir los alimentos y los órganos involucrados en el proceso los trituran y mezclan, garantizando la máxima absorción de nutrientes durante el proceso, por sus altas exigencias metabólicas, las aves deben consumir más alimentos que los demás animales vertebrados en proporción a su tamaño (Marulanda, 2017)

En general el aparato digestivo de las aves es sumamente eficiente, ya que la cantidad de heces que generan es menor a la cantidad de comida ingerida esta mejora digestiva se debe a la eficiencia digestiva, esto es logrado gracias al aporte de los movimientos retroperistálticos que producen un reflujo periódico del ilion y duodeno hacia las cavidades del estómago cada 30 a 60 minutos (Rodriguez, Waxman, & De lucas, 2017)

4.2.1. Desarrollo digestivo

Los principales órganos muestran el máximo peso entre los 3 y 8 días después del nacimiento de los pollitos, la presencia del alimento hace que el tracto gastrointestinal, se desarrolle más rápido con relación al resto de los tejidos del cuerpo, así las microvellosidades ubicadas en el duodeno alcanzan su mayor volumen y tamaño a los 4 días de edad, a diferencia que el yeyuno e íleon, finalizan su crecimiento a los 10 días de edad. (Arce, Coello, & Ernesto, 2020)

“La longitud y el peso del intestino (duodeno, yeyuno, íleon), hígado páncreas, molleja y proventrículo aumentan en la primera semana de vida, el páncreas duodeno y yeyuno se desarrollan en proporción más rápido que el hígado y el íleon, en cuanto a la longitud y el peso del intestino delgado se observa un crecimiento de 3.9 a 5,3 gr y de 13,4 a 16,8 cm; al dar dietas que son poco digestibles” (Arce, Coello, & Ernesto, 2020).

4.2.1.1. Desarrollo de Vellosidades intestinales.

El crecimiento de las vellosidades intestinales está relacionado con el manejo óptimo de la crianza de los pollitos, además de una excelente calidad de alimento y agua. En el campo, se conoce que los pollitos que reciben una buena crianza, tienden a desarrollar un tracto digestivo funcional y una mayor capacidad para enfrentar los desafíos en campo (Bailey, 2019)

4.2.1.2. Desarrollo del Enterocitos.

Los enterocitos se encuentran en la parte superior de las vellosidades y están encargados de la digestión y absorción, por lo que a la vez se convierten en un punto de ingreso de patógenos como virus bacterias y hongos, existen varios componentes que determinan su proliferación, así los ácidos orgánicos encontrados en algunos sistemas de potabilización juegan un papel importante en el desarrollo de los enterocitos, los ácidos grasos como el fórmico, propiónico y butírico incrementan el tejido mucoso intestinal, así el butirato es el combustible del enterocito para su mantenimiento fisiológico (AECA, 2001).

4.2.1.3. Microbiota Intestinal.

Después del nacimiento de las aves y su consumo de alimento y agua, el tracto digestivo procede a estimularse para alcanzar sus etapas de maduración, así durante sus primeros días de vida, el tracto digestivo empieza una maduración acelerada, con un crecimiento de las vellosidades intestinales, luego de la fase de crecimiento es importante conocer, si el crecimiento de las vellosidades intestinales se encuentra comprometido, por lo que el ave adulta tendrá vellosidades más reducidas, teniendo un desempeño (Bailey, 2019).

“Estudios avícolas recientes han propuesto que el tracto gastrointestinal (GI) de un pollo de engorde está colonizado por aproximadamente de 600 a 800 especies de bacterias, la abundancia y la diversidad de la microbiota varía en cada porción del tracto GI y, aunque

las bacterias se pueden encontrar en el tracto digestivo del embrión en desarrollo, generalmente se considera que el desarrollo de la microbiota del tracto digestivo adulto comienza sobre todo en el nacimiento, cuando las bacterias se recogen del ambiente, el alimento y las personas que manipulan los pollitos luego del nacimiento” (Aviagen, 2018)

Cuando se realizan cambios en la dieta, la densidad nutritiva y la presentación del alimento manifiestan impactos en la microbiota, así durante la crianza, la consecuencia de estos cambios pueden generar un desbalance bacteriano menor en el tracto digestivo cuando la microbiota se ajusta al nuevo alimento (Aviagen, 2018).

4.2.1.4 Sistema inmunológico Digestivo.

“El ecosistema intestinal juega un importante rol dentro del bienestar y salud de las aves, estableciéndose allí entre un 70%-80% del sistema inmune, las bacterias benéficas esenciales para el buen funcionamiento del intestino influyen en su maduración, ayudan a una mejor utilización de los nutrientes presentes en los alimentos que ingieren” (Biosacolombia, 2017).

4.2.1.5 Movimientos peristálticos.

En la actualidad se habla de tres diferentes movimientos peristálticos inversos, que son de vital importancia para una digestión balanceada.

“El primer reflujo gástrico ocurre una vez que el bolo alimenticio haya pasado por el buche, proventrículo y molleja, regresando al proventrículo para un tratamiento adicional de moco, ácido clorhídrico y pepsina, siendo necesario para la actividad óptima de la tripsina y quimiotripsina, secretadas por el páncreas en el duodeno y que van actuar sobre las proteínas de la dieta, así el bolo alimenticio pasa de nuevo del proventrículo a molleja y sigue su camino hacia el duodeno, en donde la bilis es secretada por el hígado y vesícula biliar a través de los conductos hepático y cístico, neutralizando los contenidos ácidos del proventrículo y molleja, ayudando a optimizar la secreción de los jugos pancreáticos” (Puga, 2020).

“El segundo reflujo mueve el quimo del duodeno al yeyuno y área gástrica, que tiene el efecto de exponer el alimento ingerido a un segundo o tercer ciclo de actividad digestiva (peristaltismo invertido bidireccional), para mezclar ácido gástrico, enzimas, sales biliares y pancreáticas con los componentes alimenticios, promoviendo la absorción óptima de grasas y otros nutrientes absorbibles principalmente desde el duodeno, en este segundo reflujo en donde existen peristaltismos invertidos bidireccionales, la velocidad de tránsito se hace más lenta principalmente en duodeno y gran parte del bolo alimenticio encuentra su camino de vuelta hasta la molleja por lo menos una vez, por ello, es la apariencia amarillo-verdoso de su revestimiento, debido al efecto de las sales biliares”(Puga, 2020)

“El tercer reflujo se da cuando el quimo se mueve hacia el intestino grueso, llegando a colon y recto, y regresando a ciegos, facilitando la reabsorción de agua de la orina y la que llega del tracto gastrointestinal y la exposición del quimo a fermentación bacteriana en el ciego,

para posteriormente desechar a través de la cloaca el material biológico no utilizado por el ave” (Puga, 2020)

“La fuerza motora para realizar los movimientos peristálticos del tracto gastrointestinal es la molleja, siendo el marcapasos para todo el tracto y lo hace a través de una red neural, que sirve para coordinar el movimiento del quimo en el intestino y optimizar la digestión y absorción. En ausencia de una molleja desarrollada, actúa como un órgano de paso más que como un órgano de triturar o moler y se corre el riesgo de que se incremente la velocidad de tránsito del bolo alimenticio y una mayor susceptibilidad de que se desarrollen problemas enteropatógenos”. (Puga, 2020)

4.3. Nutrición en pollos de engorde

Uno de los factores de mayor relevancia en los procesos de producción avícola es la provisión de alimento a las aves, mismo que debe suministrarse a las aves en cantidad y calidad suficiente y además contener proporciones balanceadas, para que las aves proporcionen un rendimiento de calidad tanto en la producción de carne o huevos. (Ross, 2018).

4.3.1. Materias Primas

En las dietas los ingredientes para la nutrición de las aves deben ser de alta calidad, tomando en cuenta la digestibilidad de los nutrientes como la calidad física de sus componentes, los principales elementos en la dieta son:

- Trigo
- Maíz
- Harina de Soja
- Harina de girasol
- Aceites y grasas
- Fosfato
- Sal
- Minerales y vitaminas
- Aditivos (enzimas aglutinantes)

4.3.1.1. Cereales.

Los pollos de engorde necesitan energía para promover el crecimiento de tejidos además de su mantenimiento y la actividad que desarrollan en campo, las fuentes principales de energía son por lo general, granos de cereales (carbohidratos) (Aviagen, 2018)

El maíz es el grano más fácil de digerir por las aves y es bajo en fibra, los promedios sugieren que el maíz tiene alrededor de 3350 kg. de energía para aves y un 7,5% de proteína cruda (Montana, 2022)

4.3.1.2. Soja.

“La soja está considerada como la mejor fuente proteica para monogástricos de y es la de mayor elección por su contenido proteico (37,5 %) y de alta digestibilidad (82%), provee buen balance de aminoácidos, calidad consistente y bajos costos comparada con otras fuentes proteicas” (Garzon, 2019)

4.3.1.3. Grasas

En la dietas es importante la inclusión de grasas de origen animal así también como vegetal, la dieta en broilers contiene más ácidos grasos saturados que son menos digestibles en referencia a un sistema poco desarrollado en los pollitos bebe, durante la iniciación y crecimiento es recomendable el uso de porcentajes más altos de grasas insaturadas, pero en las dietas de finalización hay que tomar en cuenta que estos niveles generen efectos perjudiciales en el engrasamiento de la canal del animal (Aviagen, 2018)

4.3.1.4. Minerales Traza y Vitaminas

“Las aves en el alimento deben tener un suplemento o refuerzo de calcio, hierro y vitaminas. Especialmente el calcio es de importancia para las aves, ya sean de postura o de carne” (Aviagen, 2009).

“Los minerales traza y vitaminas son necesarios para las funciones metabólicas, los niveles de estos micronutrientes dependen de los ingredientes utilizados en los alimentos durante su fabricación”. (Ross, 2018).

4.3.2. Requerimientos Nutricionales

4.3.2.1. Energía.

Los pollos de engorde necesitan de la energía para el crecimiento, desarrollo de tejidos y mantenimiento, así las fuentes más importantes son granos, grasas o aceites. Los niveles de energía en la dieta se expresan en kilocalorías de energía metabolizable (Ross, 2018)

La energía promueve el crecimiento de tejidos, por lo que se obtendría mayor ganancia muscular y a la vez mantenimiento de las funciones, el aumento de energía tiene un efecto decisivo que se refleja en el peso (Saul, 2021).

4.3.2.2. Proteína.

Se denominan componentes nitrogenados de presencia en algunos alimentos de origen vegetal o animal que son de importancia para la nutrición y fortalecimiento del organismo. La proteína es de vital importancia en las aves especialmente durante el periodo de crianza (National C., 1994).

Las proteínas se pueden estar presentes en los granos de cereal y en la harina de soja son compuestos que se descomponen en aminoácidos durante el proceso de la digestión, mismos que se combinan con proteínas propias del organismo para el ensamble de tejidos, músculos, nervios, piel y plumas (Ross, 2018).

De acuerdo con Saul (2021) diversas evaluaciones científicas han demostrado que los pollos de engorde requieren un mayor número de aminoácidos así definieron por ejemplo la importancia de la treonina y la lisina en el aumento de peso, conversión alimenticia y el crecimiento.

4.3.2.3. Macrominerales.

Los principales macrominerales son fósforo, potasio, sodio, calcio y el cloruro, su principal característica es promover el crecimiento, para el desarrollo óseo esquelético, sistema inmune; para las defensas del organismo frente a retos virales o bacterianos, es importante destacar que un nivel excesivo de sodio, fósforo y cloruro pueden generar un aumento en el consumo de agua desembocando en problemas de calidad en cama (Ross, 2018).

Según Saul (2021) el calcio y el fósforo son necesarios para el desarrollo óseo y la función del sistema inmunológico y nervioso; pero el sodio, potasio y el cloruro son esenciales para varios los diversos mecanismos metabólicos en las aves. Las deficiencias de los diferentes macrominerales, pueden afectar la ingesta de alimento y generar retardo en el crecimiento de las aves.

4.3.2.4. Aditivos alimenticios no nutritivos.

4.3.2.4.1. Enzimas.

Las enzimas son encargadas de mejorar la digestibilidad de los ingredientes incluidos en una dieta, algunas enzimas actúan sobre los carbohidratos, los minerales ligados a los vegetales y las proteínas, las enzimas de polisacáridos no amiláceos son beneficiosas en los alimentos a base de dietas en las que se hace la inclusión de trigo (Ross, 2018).

4.3.2.4.2. Prebióticos

Son considerados como sustancias que promueven el crecimiento de microorganismos benéficos para el organismo en los animales (Ross, 2018).

Los modos de acción de los prebióticos y los probióticos, pueden ser utilizados en simbiosis así se hace referencia a los denominados "simbióticos" ofreciendo un efecto sinérgico (De Ross et al., 2009).

4.3.2.4.3. Probióticos

La acción de estos microorganismos vivos es habitar en el tracto digestivo para generar una microflora estable y benéfica, además evitan la colonización de microorganismos patógenos mediante la exclusión competitiva (Ross, 2018).

La mayoría de las bacterias que se utilizan como probióticos en los animales pertenecen a diferentes tipos de especies como *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque también se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillusoryzae*). Varios estudios indican que los probióticos contribuyen para el

crecimiento, conversión y productividad en especies como cerdos y aves (Bezoen et al., 1998).

4.3.2.4.4. Ácidos orgánicos.

Los ácidos orgánicos son conocidos como una alternativa de reemplazo a los antibióticos utilizados en la industria avícola en la actualidad, por ser agentes que no dejan residuos en la carne de los animales y no generan ningún riesgo para la salud humana. El uso de ácidos orgánicos en la alimentación de los animales aporta al mantenimiento de la integridad y estabilidad de la microbiota; además evita la proliferación de microorganismos patógenos, previene la aparición de enfermedades y fomenta el rendimiento productivo (Isaza, 2019).

Los ácidos orgánicos pueden ser absorbidos por las aves, representando una fuente adicional de nutrientes, inhiben el crecimiento de determinados microorganismos digestivos patógenos, ya que reducen el pH del tracto digestivo, además tienen actividad bactericida y bacteriostática (Miles R., 2002)

4.3.2.4.5. Extractos vegetales.

Los extractos vegetales pueden ser una alternativa a los antibióticos en la producción avícola, ya que poseen propiedades antimicrobianas que benefician el rendimiento sanitario de los animales; los aceites esenciales contienen diferentes compuestos bioactivos lipofílicos y aromáticos que presentan algunos aspectos limitantes para su uso debido a su baja solubilidad y estabilidad. (Ibrahim, y otros, 2021)

Estos compuestos presentan componentes que podrían ser activos contra agentes promotores de salmonelosis, colibacilosis, micoplasmosis, e infecciones por *Ornithobacterium*, *Clostridium* y coccidiosis, además tienen un papel en la atenuación contra agentes virales e interactúan a nivel de la asociación celular, la invasión y la motilidad (Anup, 2019).

4.3.2.3. Aditivos termorreguladores.

4.3.2.3.1. Betaina

La betaina es una molécula orgánica que regula el volumen y la presión osmótica en las células; aumenta la eficiencia celular disminuyendo las necesidades energéticas de la célula impactando de manera positiva en la vida productiva de diferentes especies. La betaína puede aportar directamente uno de sus grupos de metilo en el ciclo de metilación, mientras que la colina requiere una transformación enzimática en dos etapas en las mitocondrias dentro de las células del hígado. Por lo tanto, la betaína demuestra su eficiencia como aportador de metilo en comparación con la colina. Las moléculas de betaína adicionales son capaces de infiltrarse en las células para mantener la integridad celular (intestinal), la estructura de las proteínas y la homeostasis. Por lo que mantener la integridad de las células intestinales y la

salud del microbiota intestinal es la base para mejorar, la digestibilidad de los nutrientes y la producción de elementos benéficos (Schroeder, 2013).

4.3.2.3.1.1. Propiedades de la betaina

“La betaína se puede encontrar en diferentes plantas y especies de animales como sustancia natural (Nudiens y col., 2001). La betaína actúa en el metabolismo de los pollos como donante de grupos metílicos para la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos y colina” (McDevitt, Mack y Wallis, 2000).

Es un derivado metílico de la glicina y un metabolito de la degradación de la colina que actúa como regulador celular, ayudando a mantener el agua a nivel celular, así se conserva el equilibrio de iones, la conservación de la metionina y la distribución de grasas en el organismo de la especie suministrada (Eklund y col., 2005; Ratriyanto y col., 2009; Ahmed, Ismail y Abdel, 2018; Shakeri y col., 2018).

Sus beneficios incluye la retención de agua debido su efecto osmótico, aumentando el volumen celular y por lo tanto la actividad anabólica, la integridad de la membrana celular y el rendimiento general de las aves (Shakeri y col., 2018; Liu y col., 2019). La propiedad osmolítica permite la adaptación celular a ambientes osmóticos adversos, en climas calientes y húmedos. Como donante del grupo metil, la betaína puede reemplazar hasta el 20% de la metionina en la dieta y hasta el 100% de la colina en las dietas de pollos de engorde, ahorrando costos de producción sobre todo en la inversión de alimentación que es uno de los costos más relevantes (Sakomura y col., 2013).

4.4. Ambiente y termorregulación de las aves

Las temperaturas ambientales provocan una alta humedad relativa, generalmente durante los meses de verano. El estrés calórico puede afectar la productividad de un lote. En temperaturas sobre los 33°C, la alta mortalidad y las pérdidas de producción son evidentes, pero a temperaturas menos extremas el estrés calórico es poco importante y no es tomado como la causa de mal crecimiento o de pérdidas en la producción de huevo y calidad de la cáscara (Hyline, 2016).

4.4.1. Mecanismos del ave para eliminar el calor

La radiación, convección y conducción juntas se conocen como mecanismos de pérdida de calor. La zona termoneutral del ave generalmente se encuentra entre los 18–25°C, dentro de este rango de temperatura, la pérdida de calor es adecuada para mantener la temperatura del ave de 41°C. (Hyline, 2016)

Los pollos de engorde son homeotérmicos debido a que pueden regular y mantener su propia temperatura corporal interna (Araújo y col., 2015; Mascarenhas y col., 2020).

Este mecanismo se produce cuando su temperatura interna se encuentra dentro de la zona termoneutral (27,5-37,7 °C) (Ajakaiye, Pérez y Mollineda, 2011; Mutibvu, Chimonyo y Halimani, 2017; Saeed y col., 2019).

“Varios factores pueden influir en los pollos de engorde como el peso corporal, la cantidad de plumaje, aclimatación y estado de deshidratación” (Pereira y Nääs, 2008; Araújo y col., 2015; Bhadauria y col., 2017).

“El calor resultante es producto del metabolismo (glicolisis, ciclo de Krebs, vía de derivación de fosfato) y la actividad muscular producida dentro del cuerpo del animal” (Zahoor y col., 2016; Lu y col., 2017).

4.4.1.1. Convección

Se produce a través de la pérdida del calor corporal a través del aire frío circundante, las aves aumentan la superficie del área expuesta bajando y extendiendo sus alas, la convección se propicia con el movimiento del aire creando un efecto de aire frío (Hyline, 2016).

4.4.1.2. Radiación

La radiación se produce a través de ondas electromagnéticas que transfieren el calor a través del aire a un objeto distante. El calor corporal es irradiado a los objetos más fríos en el galpón (por ejemplo: las paredes, el techo, el equipo) (Hyline, 2016).

4.4.1.3. Evaporación

El jadeo en las aves a través de la respiración rápida, poco profunda, por el pico abierto aumenta la pérdida del calor corporal aumentando así la evaporación del agua del pico y del tracto respiratorio. La disminución de la humedad del aire ayuda al enfriamiento por evaporación (Hyline, 2016)

4.4.1.4. Conducción

La conducción se produce por la pérdida del calor corporal a través de los objetos más fríos en contacto directo así la cama, el piso, el alambre incorporado a las jaulas. El comportamiento de las aves es buscar los lugares más frescos en el galpón así etológicamente se acuestan en el piso o escarban la cama para encontrar un lugar fresco para perder calor (Hyline, 2016).

4.4.2. Estrés calórico en pollos de engorde

El estrés por calor refiere a la suma del efecto de la temperatura y humedad relativa del aire sobre las aves, esto se conoce como temperatura efectiva, el aumento de la humedad en el aire a cualquier temperatura aumentará los efectos nocivos en el ave y a su vez el estrés calórico, por lo que se debe monitorear la temperatura y la humedad en las instalaciones productivas. Durante el día la temperatura aumenta por efecto del sol y la humedad relativa baja, para refrescar durante los períodos de humedad baja se puede utilizar el enfriamiento por evaporación haciendo uso de un nebulizador, rociador o almohadilla húmeda, mismo que contribuyen a la estabilización del galpón (Hyline, 2016).

En la tarde cuando hay bajas temperaturas, y aumenta la humedad, los nebulizadores aumentan la humedad y pudieran incrementar el estrés por calor, cuando la humedad se eleva, los ventiladores son herramientas que permiten aumentar el movimiento del aire y

reducir el estrés por calor en los galpones. El movimiento del aire propicia un efecto de aire frío y renovado, donde el cuerpo percibe una disminución de temperatura debido al flujo continuo del aire y renovado (Hyline, 2016).

El estrés se define como la respuesta del organismo de un animal hacia las condiciones ambientales adversas que producen cambios fisiológicos y metabólicos para mantener la homeostasis, así pueden generar resultados sobre el sistema nervioso central, el sistema neuroendocrino y el sistema inmunológico (Lin y col., 2006; Martin y col., 2011).

El estrés térmico puede afectar negativamente no sólo en el rendimiento productivo y reproductivo, sino también en la rentabilidad de la producción avícola y a su vez interferir en el bienestar de los pollos (Pawar y col., 2016; Alagawany y col., 2017; Ranjan y col., 2019).

El estrés calórico se convierte en un gran desafío para el bienestar animal de las aves y la rentabilidad de la granja, por lo que los productores deben estar conscientes de la gestión y monitoreo de las temperaturas internas que sean adecuadas en las últimas semanas de vida para las aves (Lara y Rostagno, 2013; Nyoni, Grab y Archer, 2019).

La crianza de pollos de engorde depende esencialmente de las condiciones climáticas como la temperatura y la humedad (Nawab y col., 2018). Así la temperatura interna de un pollo adulto varía alrededor de 40,5 °C, esta temperatura aumenta paulatinamente a medida que la temperatura ambiental sube o baja por debajo de la zona termoneutral (Aengwanich, 2007; Nascimento y col., 2011).

4.5 Parámetros Productivos en pollos de engorde

Los parámetros productivos tienen una importancia significativa en las producciones pecuarias porque nos permite conocer si el manejo es adecuado o erróneo, en consecuencia no se puede tomar las decisiones correctas para corregir el o los problemas que puedan afectar la producción, por lo que las decisiones son importantes para corregir o mejorar la producción, todas ellas deberán estar basadas en registros oportunos y confiables (Itza, 2020).

Los parámetros son instrumentos que se formulan en base a los datos del desempeño de la parvada, así como número de huevos recolectados/día (n), mortalidad o bajas/día (n), total de alimento ofrecido/día (kg); estos parámetros son esenciales para obtener la mayoría de los parámetros productivos en gallinas, tomando en cuenta como referente la cantidad de gallinas alojadas al inicio del proceso productivo, la información obtenida refleja el desarrollo del potencial genético del ave con relación a su línea, edad y sexo (Puga, 2020)

Algunos parámetros e indicadores de importancia en la crianza en las aves son:

- Mortalidad
- Peso corporal
- Consumo alimento y agua
- Conversión de alimento
- Uniformidad de la parvada

4.5.1. Mortalidad

La identificación de la mortalidad en una especie productiva puede utilizarse como punto de partida para identificar las principales causas o factores que impactan el desempeño en un lote productivo (Armel, 2020)

Cuando se identifican las causas, se debe establecer las medidas correctivas y/o preventivas, para cada una de las fuentes del problema, así la mortalidad acumulada y final en crianza no debe exceder el 3.0% (Puga, 2020)

4.5.2. Peso corporal

De acuerdo a lo enunciado por Díez (2020) ,es de vital importancia hacer el control del peso inicial o de llegada de la incubadora , así un rango importante seria entre 40 y 42 g, y el mínimo aceptable de 36 gr, durante el crecimiento de la parvada, es imprescindible realizar un control de pesos de los vitelos; el peso normal del vitelo debe estar entre el 6-8% del peso corporal total; si existe un porcentaje alto de pollitos con un porcentaje del peso de vitelo mayor a estos valores, significa que el vitelo podría desembocar en una infección vertical procedente de las reproductoras o madres, indicando una mala calidad microbiológica de las aves.

4.5.3. Consumo de alimento y agua

La importancia de la alimentación temprana estimula el desarrollo del sistema gastrointestinal del pollito y promueve la absorción del vitelo, es importante garantizar el acceso fácil e inmediato de las aves al agua, debido ya que el estímulo entre cada uno de ellos es importante , los pollitos después de su llegada en relación a su pesos inicial deberán multiplicar su peso aproximadamente por cuatro veces y media; al cumplir su semana de vida para llegar a esta meta es importante que inician una alimentación lo más pronto posible a la llegada de los galpones, un rápido inicio en la ingesta de alimento y agua tiene un efecto positivo en la reabsorción del vitelo (Díez, 2020).

A fin de verificar la correcta alimentación durante una recepción de pollitos, se debe comprobar que después de transcurridas las 24 horas de estancia en el galpón debe haber más del 90% de las aves con el buche lleno que contenga agua y alimento; este es un indicador de importancia para el manejo de broilers en la fase de inicio (Díez, 2020).

Los consumos de agua deben ser medidos diariamente en los galpones; la relación de consumo de agua son 2-3 a 1; así en una ganancia diaria de 55 gramos, 38 gramos corresponden al agua (69%) y 38 gramos restantes corresponde a otros compuestos como proteína, minerales y grasa; para ser posible que el ave retenga 38 gramos de agua debe consumir 2 – 3 veces la ingesta del alimento, así en el día el consumo de agua debe estar entre 75 y 115 gramos (Fernando, 2022).

4.5.4. Conversión

Según Cuellar (2022) la alimentación en el pollo de engorde representa al rededor del 70% de los costos de producción, la conversión alimenticia es definida como la cantidad de alimento transformado (en gramos) a peso vivo (en gramos). Por lo que se concluye que es un índice que determina la cantidad de alimento que se suministra y se transforma en peso vivo por ave, a medida que ha pasado el tiempo este valor se ha disminuido para reducir la cantidad de alimento que necesita un ave para desarrollarse a fin de tener un punto óptimo para el beneficio económico.

4.5.5. Uniformidad en la parvada

Este parámetro debe tomarse como una prioridad ya que permite garantizar una alta tasa de desempeño productivo mismo que se traduce en mayor rentabilidad para una explotación pecuaria; en el caso de la uniformidad se indica el porcentaje de la parvada que corresponde a un rango del peso corporal promedio; ese rango puede ser 10% más o menos de la media, entonces, cuando el porcentaje de la uniformidad es mayor, menos variable y desuniforme será la parvada (Saul, 2021).

4.6 Índices de eficiencia productiva

La producción de pollo de engorde es un negocio en el que producir en volumen genera una rentabilidad sostenible, los diferentes factores o parámetros de eficiencia permiten medir establecer indicadores de desempeño de la parvada bajo estudio, para establecer comparaciones y estimaciones de productividad (Nuñez, Pilatuña, & Roberto, 2019).

4.6.1. Índice de eficiencia europeo

Es un índice establecido en Europa se utiliza para medir y comparar la eficiencia obtenida en explotaciones de pollos de engorde, relacionando con indicadores productivos, así como peso, conversión y mortalidad varían en función de algunos factores como la edad. (Nuñez, Pilatuña, & Roberto, 2019).

4.6.2. Índice de eficiencia americana

Es un índice establecido con relación a la producción de América cuya relación de factores evaluados dependen del peso promedio y la conversión alimenticia a evaluarse. (Hidalgo, Juan, & Pablo, 2024)

E. A. = $(100 \times \text{Peso Promedio}) / \text{conversión alimenticia}$

4.6.3. Euro 100

Este parámetro de eficiencia europeo relaciona parámetros productivos, peso promedio supervivencia, edad promedio y la conversión alimenticia. (Hidalgo, Juan, & Pablo, 2024).

4.6.4. Índice de productividad

Este índice está relacionado con la eficiencia americana y la conversión, así se determina la productividad de un lote, mientras mayor es el (I.P), la rentabilidad y productividad serán más elevadas. (Ortiz, Ingalls, Francisco, & Nuñez, 1997)

$I.P = 100 \times E.A / \text{Conversión}$

4.6.5. Fes factor de eficiencia

Este índice está relacionado con la eficiencia americana, la supervivencia de las aves, y su conversión este factor define eficiencia y productividad. (Ortiz, Ingalls, Francisco, & Nuñez, 1997)

$FES = EFA \times \text{Supervivencia} / \text{conversión}$

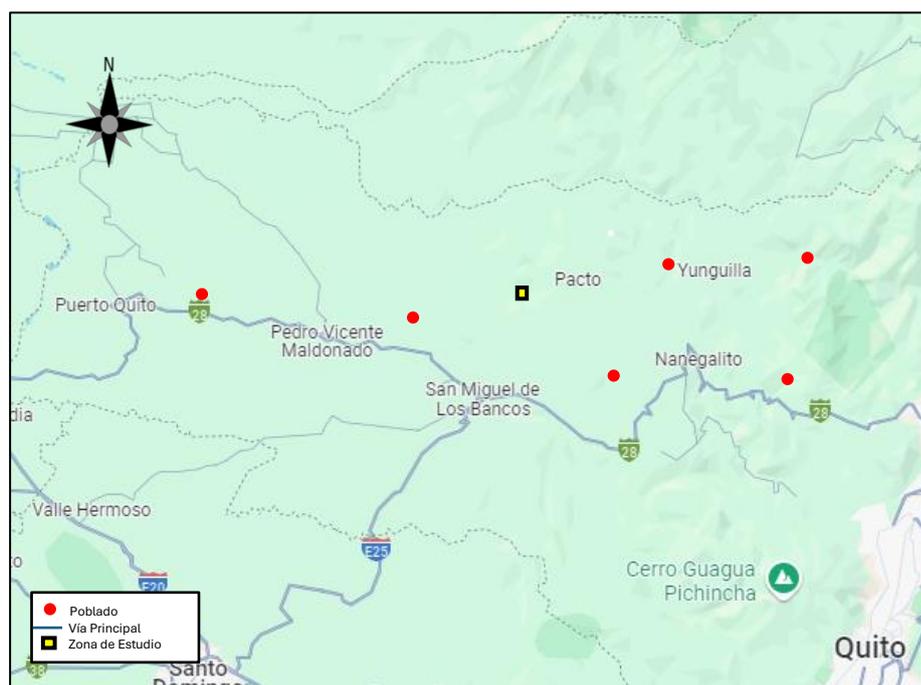
5. Metodología

5.1 Área de Estudio

La presente investigación se desarrolló en el cantón Pedro Vicente Maldonado sector los laureles, vía los bancos, cuya temperatura mínima bordea de 17 a 18 °C y las máximas entre 27-28 °C; la humedad relativa está entre el 70 % al 90 %, además de la precipitación entre los 0.2 mm a los 25 mm.

Se caracteriza por tener un clima cálido húmedo, posee una topografía ondulada, sus niveles altimétricos promedian entre 600 y 1.100 metros sobre el nivel del mar.

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en el cantón Pedro Vicente Maldonado.



Fuente: Google Earth

5.2 Enfoque de la Investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo porque utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar los objetivos de esta investigación, así la tabulación de estos datos numéricos combinados con los parámetros productivos nos permitirá establecer criterios sobre la eficiencia del producto utilizado.

5.3 Método de la investigación

Se aplicó el método inductivo porque se tomó una muestra del total de la población, cuyo enfoque se basó en la observación de casos particulares para llegar a conclusiones generales o formular teorías que nos permitan establecer conclusiones del problema planteado o del producto utilizado y su relevancia en el sector.

5.4 Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se utilizó es aplicada experimental, porque se enfocó en resolver problemas que tienen que ver con el desempeño productivo de las aves a la vez que busca satisfacer necesidades específicas en la sociedad, utilizando conocimientos científicos y técnicos, además a través de la investigación experimental se buscó establecer relaciones de causa y efecto entre variables, mediante el control riguroso de condiciones y la manipulación de una o más variables independientes para observar su impacto en una o más variables dependientes.

5.5 Diseño de la investigación

El diseño utilizado para esta investigación fue longitudinal porque es un proceso donde se realizó mediciones una vez por semana durante el periodo productivo de crianza que es durante dos meses ciclo productivo en aves broiler.

5.6 Población y muestra

La población son 160000 aves de las cuales la muestra serán 19000 aves macho con tratamiento de betaina a razón de 1 kilo por tonelada de alimento, y 19000 aves machos sin tratamiento en el alimento, cuya ingestión será desde el día uno de vida hasta el final de su ciclo productivo durante las cuatro fases de engorde en las siguientes presentaciones respecto a granulometría.

1. Fase de engorde 1: crombell
2. Fase de engorde 2: crombell
3. Fase de engorde 3: pellet corto
4. Fase de engorde 4: pellet largo.

5.7 Procedimiento

Para cumplir el primer objetivo se realizará mediciones de los principales parámetros zootécnicos:

5.7.1 Parámetros zootécnicos

5.7.1.1 Mortalidad.

Se estableció la cantidad de animales fallecidos semanalmente y el porcentaje de estos en los dos tratamientos.

- Mortalidad semanal = suma total de aves muertas (7días)
- %mortalidad semanal = (cantidad de aves muertas semana *100) /número total de aves en la parvada de estudio.

5.7.1.2 Ganancia.

Para la ganancia se tomó en cuenta los pesos finales de cierre de cada semana y los pesos anteriores, estableciéndose así la ganancia semanal.

Ganancia semanal = (peso final semanal- peso anterior semanal) /7 días

5.7.1.3 Conversión.

Para definir la conversión en una parvada se debe hacer seguimiento de los consumos diarios, estableciendo el consumo final semanal, una vez generado este parámetro lo dividimos para el peso semanal, que alcanzaron las aves sin y con tratamiento.

$$\text{CV} = \text{Consumo acumulado semanal} / \text{Peso promedio semanal}$$

5.7.1.4 Peso.

Para establecer el peso se realizó mediciones semanales de las aves evaluando el 1 % de la población.

5.7.2 Índices de eficiencia

Para cumplir el segundo objetivo se tomará en cuenta los factores de eficiencia productivos

5.7.2.1 Eficiencia europea

Permite conocer la relación de la supervivencia de las aves con su peso promedio final tomando en cuenta la conversión final del lote.

$$\text{E.E.} = (\text{Supervivencia} \times \text{Peso Promedio Vivo}) \times 100 / (\text{Edad promedio} \times \text{Conversión alimenticia})$$

5.7.2.2 Eficiencia americana

Este índice únicamente relaciona el peso promedio final de las aves obtenido respecto a su conversión alimenticia

$$\text{E. A.} = (100 \times \text{Peso Promedio}) / \text{conversión alimenticia}$$

5.7.2.3. Euro 100

Este parámetro relaciona la mayoría de los parámetros productivos, peso promedio supervivencia, edad promedio y la conversión alimenticia.

$$\text{E100} = (100/2.2) \times (\text{Peso promedio} \times \text{supervivencia}) / (\text{edad promedio} \times \text{conversión})$$

$$\text{E100} = \text{E.E} / 2.2$$

5.7.2.4. Índice de productividad

Este parámetro se mide en puntos o unidades que resume los parámetros anteriores y proporciona una cifra que califica a la parvada, mientras mayor sea el I.P. mayor la productividad de la parvada es más eficiente.

$$\text{I.P.} = 100 \times \text{E.A} / \text{Conversión}$$

5.7.2.5. Fes factor de eficiencia

Este índice de productividad está relacionado con la eficiencia americana y la supervivencia de las aves durante su periodo en granja, tomando en cuenta la conversión como factor productivo de interés en costos de producción.

$$\text{FES} = \text{EFA} \times \text{Supervivencia} / \text{conversión}$$

6. RESULTADOS

6.1. Mortalidad

Para la evaluación de la mortalidad se necesitó recopilar los datos de la mortalidad diaria de las aves en las cuales se observa el grado de mortalidad que obtuvieron los dos tratamientos por día y por semana de evaluación.

La figura 2 indica la mortalidad que se extrae del galpón de aves bajo tratamiento con betaina(T1) para proceder a realizar las necropsias y determinar su caracterización según el tipo de patologías.

Figura 2. Mortalidad diaria en proceso de necropsias para el tratamiento T1 de alimento con betaina



Fuente. La autora

La figura 3 indica la mortalidad que se extrae del galpón de las aves sin tratamiento de betaina (T2) para proceder a realizar las necropsias y determinar su caracterización según el tipo de patologías.

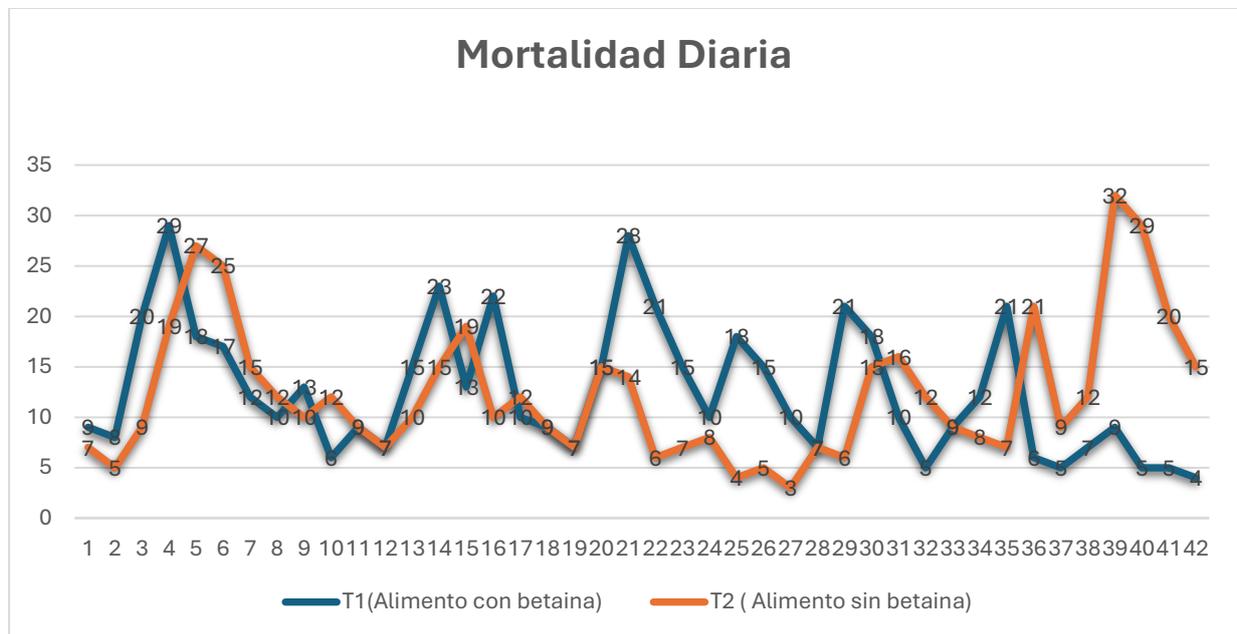
Figura 3. Mortalidad diaria en proceso de necropsias para el tratamiento T2 de alimento sin betaina



Fuente. La autora

La figura 4 indica el comportamiento de la mortalidad diaria de las aves por galpón y su evolución conforme al proceso de su desarrollo y crianza

Figura 4. Mortalidad diaria en unidades para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina



Nota: Datos obtenidos de la cuantificación diaria de la mortalidad por galpón y por cada tratamiento.
Fuente: la autora

Interpretación

De acuerdo a lo que se observa en la figura 4, la evolución diaria de mortalidad está determinada por aspectos de selección diaria y patologías no compatibles con cuadros bacterianos, al inicio de los primeros quince días, la variabilidad del t1 alimento con betaina y T2 alimento sin betaina dista entre un 10%- 20% promedio, sin embargo a partir del día 20 al 35 el mayor porcentaje de mortalidad es para el T1, con el pico de 28 aves para el día 21, siendo una variabilidad negativa para el tratamiento t1 alimento con betaina.

Respecto al T2 alimento sin betaina el pico más alto ocurre el día 39, donde las 32 aves que conforman la mortalidad no arrojan cuadros compatibles con estados bacterianos, pero el porcentaje de variabilidad en este caso es negativo para este tratamiento observándose que los últimos 15 días de vida, el t1 alimento con betaina disminuye en la cantidad de ave diarias, convirtiéndose en una variabilidad positiva para el t1 alimento con betaina.

La Tabla 1 indica la evolución de mortalidad semanal y las diferencias conforme las aves se fueron desarrollando en campo, en esta tabla evidencia la diferencia global por semana, de todas las patologías encontradas en campo siendo las de mayor relevancia descartes, es decir aves que no están dentro de los parámetros normales de manejo.

Tabla 1. *Mortalidad semanal en unidades para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina*

TRATAMIENTOS	MORTALIDAD						
	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	TOTAL
T1(Alimento con betaina)	113	83	104	96	96	41	533
T2 (Alimento sin betaina)	107	75	86	40	73	238	619

Nota: Datos obtenidos de la sumatoria de la mortalidad diaria obtenida en cada galpón por tratamiento.
Fuente: la autora

Interpretación

La mortalidad para el galpón donde se suministró el alimento con betaina T1 manifiesta, menor cantidad de mortalidad a diferencia del galpón que no incluyo la betaina T2, en el caso de los dos galpones bajo estudio durante su periodo de crianza no arrojó datos de interferencia de enfermedades bacterianas, inmunosupresoras o entéricas que comprometieran el desarrollo de la investigación, no se realizó ningún suministro de medicación paliativa ni antimicrobiana.

En la sexta y séptima semana de vida de las aves en el caso del T2 alimento sin betaina presentó un incremento de mortalidad debido a descartes que se hicieron en granja por disparidad en la parvada.

La figura 5 indica la evaluación de la mortalidad diaria de las aves por galpón a los 7 y 15 días además de su categorización según el tipo de patología encontrada durante la apertura de las aves recolectadas

Figura 5. *Necropsias y evaluación de mortalidad para el tratamiento T1 y T2 aves jóvenes juvenes7-15 días*



Fuente: la autora

La figura 6 indica la evaluación de la mortalidad diaria de las aves por galpón a los 15 y 21 días además de su categorización según el tipo de patología encontrada durante la apertura de las aves recolectadas.

Figura 6. Necropsias y evaluación de mortalidad para el tratamiento T1 y T2 aves ciclo intermedio 15-21 días



Fuente: la autora

La figura 7 indica la evaluación de la mortalidad diaria de las aves por galpón a los 35 y 42 días además de su categorización según el tipo de patología encontrada durante la apertura de las aves recolectadas en campo.

Figura 7. Necropsias y evaluación de mortalidad para el tratamiento T1 y T2 aves adultas 35-42 días



Fuente: la autora

6.1.1 Análisis estadístico de Mortalidad semanal a través de la prueba de t student

La prueba t de Student permitió comparar las medias de mortalidad de los dos grupos (con y sin betaína) determinando así la diferencia observada, si el valor resultante en la prueba es menor que 0.05, se puede concluir que hay una diferencia significativa entre los dos grupos

(tratamiento con y sin betaína), pero si el valor p es mayor o igual a 0.05, no hay evidencia suficiente para decir que los tratamientos son significativamente diferentes (Lorenzo, 2019)

En la Tabla 2 se observa la correlación de la prueba de t student para el t1 alimento con betaina y t2 alimento sin betaina

Tabla 2. Análisis comparativo semanal de mortalidad para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina a través de la prueba t student

Semana	Día	T1(Alimento con betaina)	T2 (Alimento sin betaina)	Prueba de t
1	1	9	7	0.845612473
	2	8	5	
	3	20	9	
	4	29	19	
	5	18	27	
	6	17	25	
	7	12	15	
2	8	10	12	0.647907625
	9	13	10	
	10	6	12	
	11	9	9	
	12	7	7	
	13	15	10	
	14	23	15	
3	15	13	19	0.450095985
	16	22	10	
	17	10	12	
	18	9	9	
	19	7	7	
	20	15	15	
	21	28	14	
4	22	21	6	0.004359309
	23	15	7	
	24	10	8	
	25	18	4	
	26	15	5	
	27	10	3	
	28	7	7	
5	29	21	6	0.270230669
	30	18	15	
	31	10	16	
	32	5	12	
	33	9	9	
	34	12	8	
	35	21	7	
6	36	6	21	0.139473399
	37	5	9	
	38	7	12	
	39	9	132	
	40	5	29	
	41	5	20	
	42	4	15	
TOTAL		533	619	0.522026169

Nota: Datos obtenidos de la aplicación de fórmula de t student con el cálculo diario y semanal de la mortalidad

Fuente: la autora

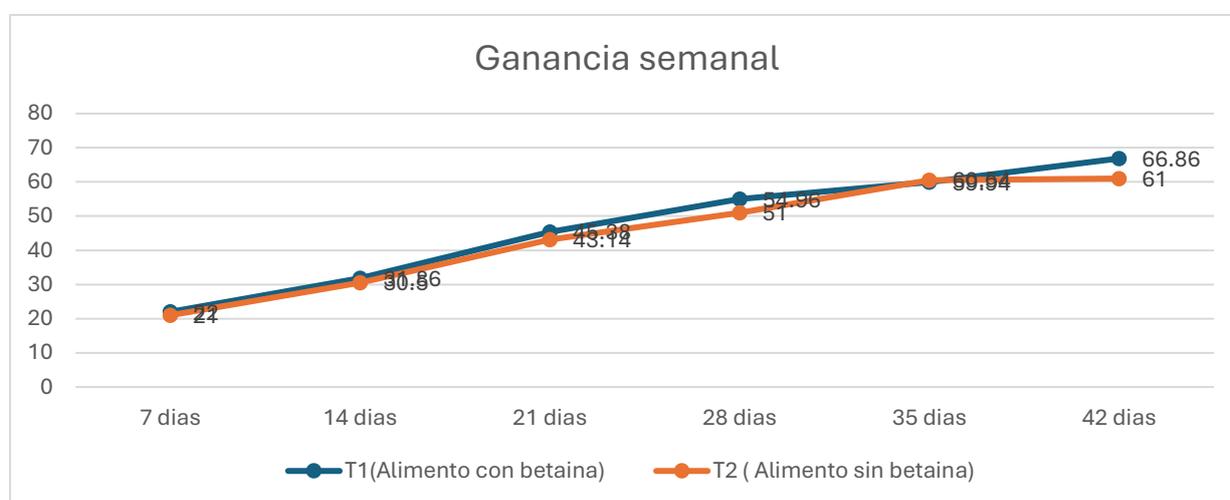
Interpretación

A través de la prueba de t se determina estadísticamente que en el valor global no existe una diferencia significativa, arrojando un dato mayor a 0.005; únicamente en la cuarta semana tendríamos un valor significativo a nivel estadístico de 0,0043 entre el T1 alimento con betaina y T2 alimento sin betaina siendo así el único parámetro estadísticamente significativo.

6.2. Evaluación ganancia semanal

La ganancia semanal es un parámetro que nos permitió entender el comportamiento consumo versus peso, en la Figura 8 se observa la comparación entre los dos tratamientos y su comportamiento durante el ciclo productivo de las aves.

Figura 8. Ganancia semanal por galpón para el tratamiento T1 alimento con betaina y T2 alimento sin betaina.



Nota: Datos obtenidos del cálculo de la diferencia del peso inicial y el semanal dividido para el número de días por semana la ganancia esta expresada en gramos por semana.

Fuente: la autora

Interpretación

La ganancia para el galpón donde se suministró el alimento con betaina T1 manifiesta numéricamente mayor incremento de ganancia, a diferencia del galpón que no incluyó la betaina T2, a los 35 días se ve una diferencia entre el t1 alimento con betaina superando el t2 alimento sin betaina en 0,60 gr/semana; sin embargo, numéricamente se observa durante todo el ensayo el tratamiento predominante fue el T1 de alimento con inclusión de betaina.

6.2.1 Análisis estadístico de Ganancia semanal a través de la prueba de t student

La prueba t de Student en la tabla 3 compara las medias de ganancia de los dos grupos (con y sin betaína), además de la desviación estándar a fin de poder concluir si hay o no una diferencia significativa entre los dos grupos (tratamiento con y sin betaína)

Tabla 3. Análisis comparativo de ganancia semanal para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina a través de la prueba t student

TRATAMIENTOS	GANANCIA		
	X 1	S1	T student
T1(Alimento con betaina)	45.83	15.21	0.81650836
T2 (Alimento sin betaina)	43.52	14.35	

Nota: Datos obtenidos de la aplicación de fórmula de t student con el cálculo semanal de la mortalidad
Fuente: la autora

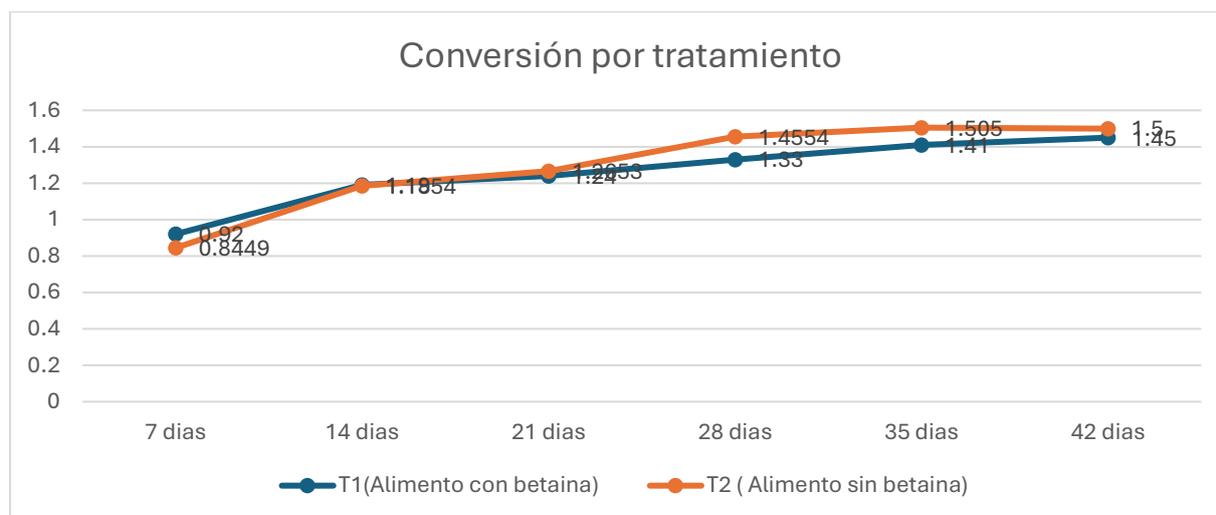
Interpretación

En el caso de la ganancia semanal, el valor de $p > 0.05$, establecido por t student a nivel estadístico, indica que no hay diferencia significativa, respecto a la variabilidad, la desviación estándar y la media indica que la dispersión de los datos no varía mucho entre T1 y T2.

6.3. Evaluación Conversión

En la Figura 9 se observa las tendencias de conversión para los dos tratamientos en estudio y su diferencia o semejanza conforme avanza el ciclo productivo.

Figura 9. Conversión por galpón para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina



Nota: Datos obtenidos del consumo acumulado de alimento por semana dividido para el peso semanal.
Fuente: la autora

Interpretación

La conversión para el galpón donde se suministró el alimento con betaina T1 a nivel numérico manifiesta, menor incremento a partir de la tercera semana en adelante, a diferencia del galpón que no incluyó la betaina T2, a los 35 días cerrando la séptima semana de producción, se observa una diferencia entre el t1 alimento con betaina, al t2 alimento sin betaina en 0.12 gr, mostrando su eficiencia en el t1 de alimento con betaina.

De igual manera este dato está sujeto a la evolución del peso semanal, por cuanto en la valoración de la conversión, su incremento o decremento es proporcional al consumo y peso obtenido.

6.3.1 Análisis estadístico de conversión semanal a través de la prueba de t student

La prueba t de Student en la tabla 4 permitió comparar las medias de conversión de los dos grupos (con y sin betaína), además de la desviación estándar a fin de poder concluir si hay o no una diferencia significativa entre los dos grupos (tratamiento con y sin betaína)

Tabla 4. Análisis comparativo de la conversión semanal para el tratamiento T1 de alimento con betaína y T2 alimento sin betaína

TRATAMIENTOS	CONVERSIÓN		
	X 1	S1	t student
T1(Alimento con betaína)	1.25	0.17	0.788
T2 (Alimento sin betaína)	1.29	0.22	

Nota: Datos obtenidos a través de la formulación de la media, desviación estándar y prueba de t student
Fuente: la autora

Interpretación

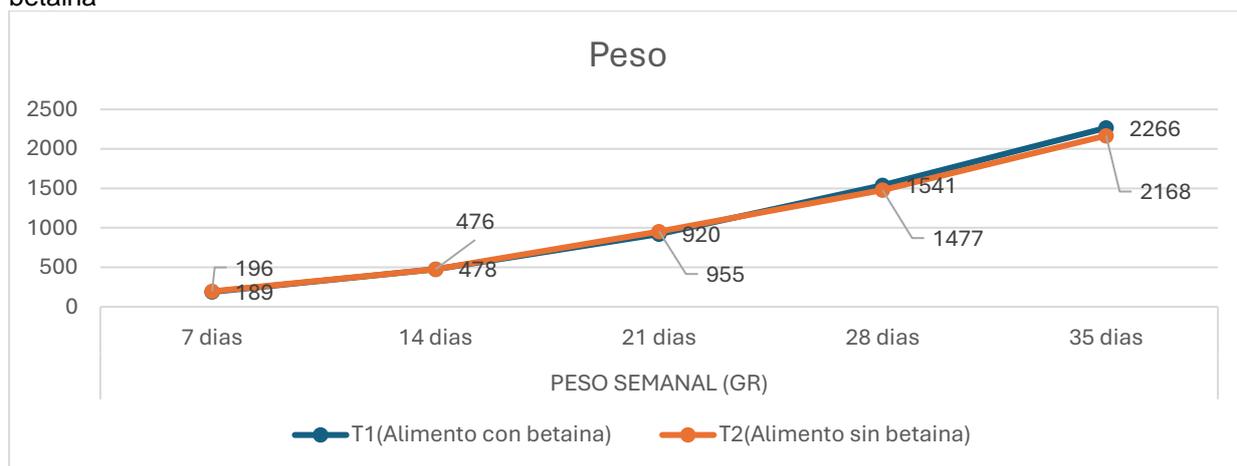
Las medias indican que, en promedio, la conversión del tratamiento T1 (con betaína) fue ligeramente superior al del tratamiento T2 (sin betaína), sin embargo, la diferencia es, lo que sugiere que ambos tratamientos tienen un rendimiento similar en términos de promedio.

En t student al ser un valor mayor a 0.005 significa que no hay evidencia suficiente para afirmar que las diferencias entre T1 y T2 son significativas.

6.4. Evaluación de peso semanal

El peso semanal es un parámetro que nos permitió entender el comportamiento de las aves en tratamiento, en la Figura 10 se observa la comparación entre los dos tratamientos y su comportamiento durante el ciclo productivo de las aves.

Figura10. Peso promedio por galpón para el tratamiento T1 de alimento con betaína y T2 alimento sin betaína



Nota: Datos obtenidos a través de la ganancia diaria durante el periodo de una semana.
Fuente: la autora

Interpretación

El peso para el galpón donde se suministró el alimento con betaína T1 manifiesta mayor incremento a diferencia del galpón que no incluyó la betaína T2, a los 35 días cerrando

la cuarta semana de producción, se observa una diferencia numérica entre el t1 alimento con betaina superando el t2 alimento sin betaina con una diferencia de 98 gramos.

6.4.1 Análisis estadístico del peso semanal a través de la prueba de t student

La prueba t de Student en la tabla 5 permitió comparar las medias de conversión de los dos grupos (con y sin betaina), además de la desviación estándar a fin de poder concluir si hay o no una diferencia significativa entre los dos grupos (tratamiento con y sin betaina) respecto al peso semanal.

Tabla 5. Análisis comparativo del peso semanal para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina

TRATAMIENTOS	PESO SEMANAL (GR)		
	X 1	S1	t student
T1(Alimento con betaina)	1078.8	817.71	0.9633
T2 (Alimento sin betaina)	1054.4	765.51	

Nota: Datos obtenidos a través de la formulación de la media, desviación estándar y prueba de t student
Fuente: la autora

Interpretación

La desviación estándar en el T1 alimento con betaina es más alta que la del T2, alimento sin betaina, lo que significa que los pesos del T1 son más dispersos a lo largo del tiempo, en otras palabras, los valores de peso de la T1 varían más en relación con su media, respecto al valor de p al ser mayor a 0.005, nos indica que no hay diferencias significativas, esto implica que desde una perspectiva estadística, el tratamiento T1 (con betaina) tuvo un efecto similar en ambas repeticiones, y cualquier diferencia observada en los pesos es probablemente debida al azar o a la variabilidad inherente al proceso.

En la figura 11 se observa el método de pesaje para aves bb hasta los 7 días de edad y su comportamiento durante el proceso.

Figura 11. Pesaje semanal día 0 y 7 días para el tratamiento T1 alimento con betaina y T2 alimento sin betaina



Fuente: la autora

En la figura 12 se observa el método de pesaje para aves que comprenden los 14 días de edad y su comportamiento durante el proceso.

Figura 12. Pesaje semanal día 14 y días para el tratamiento T1 alimento con betaina y T2 alimento sin betaina



Fuente: la autora

En la figura 13 se observa el método de pesaje para aves que comprenden los 35 a 45 días de edad y su comportamiento durante el proceso.

Figura 13. Pesaje semanal día 35 y 40 días para el tratamiento T1 alimento con betaina y T2 alimento sin betaina

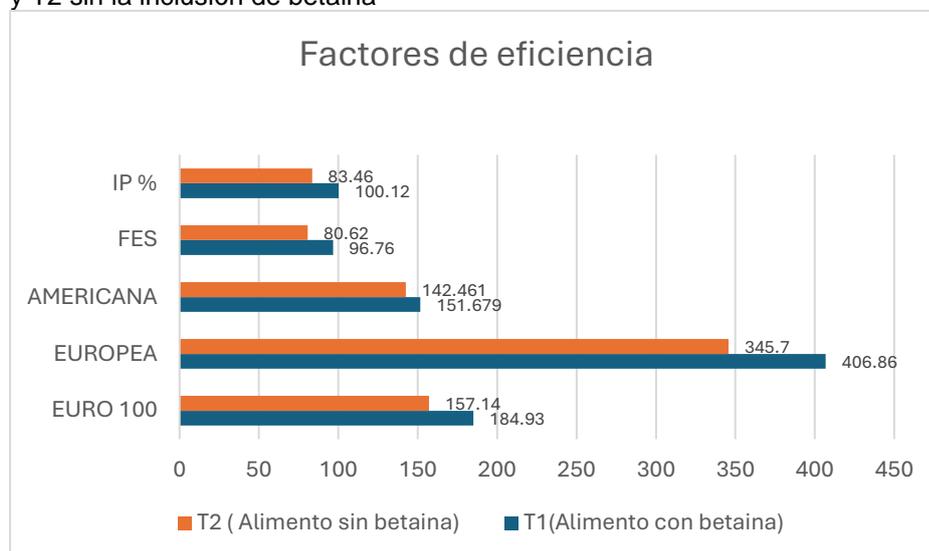


Fuente: la autora

6.5. Factores de eficiencia

Los factores de eficiencia determinaron a nivel de costos y productividad si los tratamientos son beneficiosos a nivel productivo y económico en la Figura 14 se observa las diferencias que existe entre los cinco parámetros productivos evaluados.

Figura 14. Parámetros para medir la eficiencia productiva para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 sin la inclusión de betaina



Nota: Datos obtenidos a través de la formulación de cada uno de los parámetros productivos obtenidos durante la fase experimental

Fuente: la autora

Interpretación

6.5.1 Euro 100

La comparación del euro 100 está evidenciando que el T1 alimento con inclusión de betaina es más eficiente económicamente siendo de 184.93 frente a 157.14, por cuanto el costo total versus las unidades nos da un indicativo de mayor rendimiento productivo frente al costo de producción.

6.5.2 Europea y americana

Respecto a la eficiencia europea nos está dando un indicativo de rentabilidad mayor del alimento con betaina versus el sin betaina con un valor promedio para las aves bajo tratamiento con betaina, en este contexto se está maximizando las ganancias y minimizando los costos de producción, similar comportamiento que se observa en la eficiencia americana, siendo el t1 el tratamiento aún puntero del resultado.

6.5.3 Fes

Respecto al fes (factor de eficiencia productivo) manifiesta que el t1 alimento con betaina tiene un buen indicativo de un manejo eficiente, condiciones óptimas de salud, y un buen ambiente de vida para las aves, mismo que está directamente relacionado con la eficiencia americana, la conversión alimenticia y la supervivencia.

6.5.4 Ip (índice de productividad)

En cuanto al IP (índice de productividad) la cantidad de carne producida por ave o la velocidad de crecimiento, el T1(aves bajo el tratamiento con betaina) resulta ser superior al t2(aves sin betaina); con el 16,66 % de diferencia.

6.6. Evaluación de costos

En la Tabla 6 se observa los costos finales para los dos tratamientos en estudio y su diferencia al final del ciclo productivo

Tabla 6. Costos de producción por engorde para para el tratamiento T1 de alimento con betaina y T2 alimento sin betaina

Etapa	COSTO T1	CONS.TON.T1	COSTOT2	CONS.TON.T1
Engorde1 Costa	1535.3831	3	1517.8299	3
Engorde2 Costa	9290.4197	18	11173.3191	22
Engorde3 Costa	3989.8541	8	3879.3128	8
Engorde4 Costa	17608.5077	35.386	22752.73	46.383
TOTAL	32424.1646\$	64.386	39323.1918\$	79.383

Nota: Datos finales de costos de producción y consumo de alimento durante el ciclo productivo.

Fuente: la autora

Interpretación

Por medio de la evaluación realizada en la Tabla 6 se observa la diferencia de inversión para el tratamiento con inclusión de betaina (T1) de 32424.16 \$ frente al costo de producción final de las aves sin la inclusión de betaina de 39323.19 \$, la diferencia esta referenciada al consumo de alimento por cuanto existe una diferencia de 6898,8\$ kilos.

El costo por tonelada para el T1 es de 503.37\$ por tonelada, y del T2 aves sin betaina 495.27\$ por tonelada, aunque T1 uso menos toneladas, t2 tendría una ligera ventaja diferencia de 8,1 \$ sobre el tratamiento en estudio, pero este valor se vería equiparado con los beneficios productivos reflejados en las aves.

7. DISCUSIÓN

7.1. Mortalidad semanal

La evolución de la mortalidad semanal presentada en los resultados permite analizar cómo la suplementación con betaína influye en la mortalidad total y semanal en comparación con un alimento sin suplementación. Los datos sugieren diferencias relevantes entre los tratamientos, especialmente en las últimas semanas del ciclo de crianza, además se observa patrones diferenciados que parecen estar influenciados por la interacción de factores intrínsecos y extrínsecos en diferentes etapas del ciclo productivo.

Los resultados indican que el tratamiento T1 (alimento con betaína) presentó una mortalidad total acumulada de 533 aves, mientras que el tratamiento T2 (alimento sin betaína) tuvo una mortalidad total de 619 aves. Esto representa una reducción del 13.9% en la mortalidad total en el tratamiento con betaína, lo que sugiere que la suplementación con betaína tiene un efecto positivo en la supervivencia total de las aves durante el ciclo productivo. Según Allen (1997), la betaína mejora la resistencia de las aves al estrés osmótico y metabólico, especialmente en condiciones subóptimas de manejo, lo cual podría explicar la menor mortalidad acumulada en el T1 alimento con betaína.

Durante las primeras tres semanas, la mortalidad acumulada es mayor en el tratamiento T1 con betaína (300 aves) en comparación con el tratamiento T2 sin betaína (268 aves). Este comportamiento es consistente con los resultados discutidos anteriormente, donde se observó un pico de mortalidad en el día 21 para T1, así (Farrell 2018) señala que los efectos beneficiosos de la betaína pueden ser menos pronunciados en las etapas iniciales de desarrollo, ya que las aves jóvenes enfrentan un menor estrés metabólico y ambiental, lo que podría dar una respuesta a este comportamiento

Inclusive la diferencia podría deberse a un aumento en los descartes (aves fuera de los parámetros normales), que fueron más comunes en T1 durante esta etapa, sugiriendo que el uso de betaína puede no ser suficiente para compensar otros factores que afectan la mortalidad temprana, como la calidad del alimento o el manejo inicial o cuadros compatibles con enfermedades bacterianas.

En las semanas intermedias, la tendencia cambia significativamente, la mortalidad en T1 disminuye progresivamente en 96 aves en cada semana, mientras que en T2 presenta una reducción menos marcada. Este cambio positivo en T1 puede atribuirse al efecto protector de la betaína en etapas avanzadas del ciclo de vida, cuando las aves están sometidas a mayores demandas metabólicas (Vieira & Angel, 2012). La betaína, al actuar como osmolito, protege las células contra el estrés osmótico, mejorando la homeostasis celular y la resistencia general de las aves en condiciones exigentes.

Desde los 42 días en adelante, el tratamiento T2 muestra un incremento drástico en la mortalidad (238 aves), relacionado principalmente con descartes por disparidad en la parvada,

esto refleja un posible impacto negativo en la uniformidad del crecimiento en ausencia de betaína, ya que las aves sin suplementación son más susceptibles a variaciones en el desarrollo (Allen, 1997); por el contrario T1 mantiene una mortalidad más baja (41 aves), lo que refuerza el beneficio de la betaína en las etapas finales.

La ausencia de cuadros bacterianos, inmunosupresores o enfermedades entéricas en ambos tratamientos refuerza la confiabilidad de los resultados, ya que se elimina el efecto de patologías externas. Además de que no se haya administrado medicación antimicrobiana destaca que los cambios observados se atribuyen exclusivamente a las diferencias en los tratamientos dietéticos.

7.1.2 Discusión análisis estadístico de Mortalidad semanal a través de la prueba de t student

Los resultados de la prueba t muestran que el valor de p obtenido para la mortalidad acumulada fue de $p=0.522$, indica que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre T1 y T2 en términos de mortalidad total. Este resultado sugiere que, aunque la mortalidad acumulada es menor en T1 (533 aves) en comparación con T2 (619 aves), la variabilidad intragrupo es suficientemente alta como para que las diferencias no sean estadísticamente significativas. Este hallazgo coincide con investigaciones previas, haciendo referencia a Lorenzo (2019), que destacan la importancia de evaluar patrones temporales para identificar diferencias significativas, en lugar de centrarse exclusivamente en el análisis acumulado

Durante las primeras tres semanas, los valores obtenidos 0.845, 0.648, y 0.450, respectivamente no indican diferencias significativas, sugiriendo que en las etapas tempranas, las condiciones de manejo y los factores intrínsecos de las aves pueden tener un peso mayor que la suplementación dietética en la mortalidad observada. Farrell (2018) señala que el efecto de la betaína tiende a ser más evidente en etapas de mayor estrés metabólico y productivo, lo que podría explicar la falta de diferencias significativas en estas semanas.

En la cuarta semana, se observó un valor $p=0.004$, que indica una diferencia estadísticamente significativa en mortalidad entre los dos tratamientos. T1 (alimento con betaína), este hallazgo nos indica que la betaína puede desempeñar un papel importante en esta etapa, posiblemente al mejorar la resistencia de las aves al estrés osmótico y metabólico, como se ha reportado en estudios sobre su efecto como osmolito y protector celular (Vieira & Angel, 2012). La disminución de la mortalidad en T1 durante esta semana podría estar relacionada con una mayor capacidad de las aves para afrontar las demandas fisiológicas propias del crecimiento.

En las semanas finales del ciclo productivo, los valores p 0.270 y 0.139, respectivamente tampoco indican diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, se observa un cambio en la tendencia: mientras que T1 mantiene una mortalidad

relativamente baja y estable, T2 presenta un incremento notable, especialmente en la sexta semana, este comportamiento podría estar asociado con la presencia de descartes en el grupo T2 debido a la disparidad en la parvada, como se mencionó previamente. Aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas, los resultados sugieren un beneficio potencial de la betaína en la uniformidad del desarrollo de las aves, reduciendo la necesidad de descartes (Allen, 1997).

7.2. Evaluación ganancia diaria

El resultado de este indicador es clave en la avicultura, porque permite evaluar la eficiencia del alimento en relación con el peso ganado por las aves. En este estudio, los resultados muestran que el tratamiento T1 (alimento con betaína) presentó una ganancia semanal superior durante la mayoría de las semanas evaluadas, lo que resalta el potencial de la betaína como aditivo funcional.

Durante las primeras semanas, las diferencias entre T1 y T2 son relativamente pequeñas, sin embargo, T1 mostró un desempeño importante, alcanzando 45.38 g en el día 21 frente a 43.14 g de T2 alimento sin betaina. Esto podría atribuirse al papel de la betaína en la optimización del metabolismo energético, particularmente en las primeras etapas del crecimiento, cuando las aves están en un período de rápido desarrollo muscular.

Las diferencias son más marcadas a partir de los 28 días, con un pico de ganancia semanal para T1 de 66.86 gramos en el día 42 superando significativamente a T2 con 61 gramos, este comportamiento puede relacionarse con la acción de la betaína como osmolito, ayudando a las células a mantener la homeostasis en condiciones de estrés ambiental y metabólico (Eklund et al., 2005).

De acuerdo con los resultados presentados, el valor promedio de ganancia semanal en T1 fue de 45.83 gramos con una desviación estándar de 15.21, mientras que para T2 fue de 43.52 gramos con una desviación estándar de 14.35. Sin embargo, el análisis estadístico mediante la prueba t indicó un valor de $p > 0.05$, lo que sugiere que las diferencias observadas entre los dos grupos no son significativas.

La falta de diferencia significativa en este estudio podría explicarse por la variabilidad de los datos, reflejada en las desviaciones estándar relativamente altas para ambos tratamientos.

Aunque estas desviaciones indican cierta dispersión en los datos, no son lo suficientemente altas como para suponer una diferencia sustancial en la respuesta de los grupos. Además, la similitud en las medias entre T1 y T2 refuerza la idea de que el efecto de la betaína en las condiciones del presente estudio no fue determinante para mejorar la ganancia semanal.

Aunque la suplementación con betaína en el alimento T1 mostró una ligera mejora en la ganancia semanal en comparación con el tratamiento sin betaína T2, esta diferencia no fue

estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Este hallazgo sugiere que, bajo las condiciones experimentales empleadas, el uso de betaína como suplemento no genera un impacto relevante en la ganancia de peso semanal de los animales estudiados.

7.3. Evaluación Conversión

La evaluación de la conversión alimenticia entre los tratamientos T1 (alimento con betaína) y T2 (alimento sin betaína) revela tendencias diferenciadas a lo largo del ciclo productivo. Las aves bajo el tratamiento T1 presentaron un desempeño más eficiente en las primeras etapas de vida, con valores de conversión superiores en los días 7, 14 y 21 (0.92, 1.19, 1.24) respectivamente en comparación con T2 (0.84, 1.18 y 1.26,). Este comportamiento inicial concuerda con investigaciones que resaltan el efecto de la betaína como un aditivo capaz de mejorar la eficiencia metabólica, especialmente en las primeras etapas del crecimiento (Eklund et al., 2005).

Entre los días 28 y 35, las diferencias entre los tratamientos tienden a estrecharse, con T1 manteniendo valores de 1.33 y 1.41, mientras que T2 muestra valores cercanos de 1.45 y 1.50. Este comportamiento podría explicarse por una estabilización en el consumo y ganancia de peso, típica en la etapa intermedia del ciclo productivo (Leeson & Summers, 2005). No obstante, al cierre del periodo, en el día 42, T1 vuelve a presentar una ventaja relativa con una conversión de 1.33 frente a 1.45 en T2, lo que reafirma la eficiencia de la betaína como aditivo en mejorar la retención de nutrientes y optimizar el balance energético (Zulkifli et al., 2004).

La diferencia final de 0.05 gramos a favor de T1 es significativa desde una perspectiva económica y de eficiencia productiva, especialmente cuando se considera la escala en la que se implementa la producción avícola.

Las medias obtenidas para cada tratamiento ($T1 = 1.25$ y $T2 = 1.29$) muestran que, aunque el tratamiento con betaína tiene una conversión ligeramente superior, la magnitud de esta diferencia es pequeña. Esto sugiere que, en términos promedio, ambos tratamientos presentan un desempeño similar en la eficiencia de conversión alimenticia.

La desviación estándar para T1 (0.17) y T2 (0.22) indica que la dispersión de los valores en torno a la media es baja y comparable entre ambos grupos, reflejando así que las conversiones son consistentes a lo largo del ciclo productivo, lo cual es un aspecto importante en sistemas de producción avícola, ya que una menor variabilidad asegura un rendimiento más uniforme (Leeson & Summers, 2005).

El resultado de la prueba t de Student, con un valor de 0.78 ($p > 0.05$), indica que no hay evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias entre los tratamientos, confirmando que las diferencias observadas no son significativas, lo que nos indica que la inclusión de betaína en las dietas, bajo las condiciones de este estudio, no genera una mejora considerable en la conversión alimenticia promedio. Estos resultados

son consistentes con estudios previos en los que los efectos de la betaína son más evidentes bajo condiciones específicas, como el estrés térmico o dietas con restricciones de energía (Eklund et al., 2005; Zulkifli et al., 2004).

Sin embargo, la falta de significancia estadística no invalida la posibilidad de que existan efectos positivos de la betaína en contextos productivos específicos. Por ejemplo, la pequeña mejora observada en T1 podría ser económicamente relevante en producciones a gran escala, donde incluso diferencias mínimas en la conversión pueden traducirse en reducciones importantes en costos de alimentación. Además, sería valioso explorar si otros factores, como la formulación del alimento, el manejo ambiental o las condiciones de estrés, podrían potenciar los efectos de la betaína en futuras investigaciones.

7.4. Evaluación de peso semanal

El grupo de aves alimentado con betaina (T1) experimentó un incremento en el peso corporal a lo largo de las semanas, alcanzando un promedio de 2266 gramos al final del ciclo, en comparación con 2168 gramos en el segundo tratamiento sin betaina, lo que sugiere una ligera variabilidad en los resultados entre los dos grupos bajo el mismo tratamiento. Este crecimiento en el peso corporal es consistente con estudios previos que indican que la betaina puede tener un efecto positivo sobre el rendimiento en el crecimiento animal (Huang et al., 2020; Smith et al., 2018).

El patrón de crecimiento observado muestra una tendencia a un incremento progresivo y sostenido en los pesos semanales, lo que podría indicar un efecto positivo de la betaina en la mejora de la eficiencia alimentaria o en la reducción de los efectos del estrés metabólico, lo cual está documentado en la literatura (Liu et al., 2022).

Es importante destacar que, a pesar de que los animales alimentados con betaina mostraron un mayor crecimiento en comparación con los que no recibieron el suplemento, el tamaño de la diferencia puede no ser tan grande como para ser considerado clínicamente relevante sin una mayor replicación o un análisis más profundo de otros parámetros, como la conversión alimenticia o la salud general del animal (Zhao et al., 2021).

Al calcular la media y la desviación estándar, se pudo observar que la desviación estándar para el tratamiento T1 (alimento con betaina) fue más alta que para el tratamiento T2 alimento sin betaina, lo que sugiere que los valores de peso en el grupo T1 son más dispersos a lo largo del tiempo. Esto significa que, mientras que el tratamiento con betaina mostró una mayor variabilidad en los pesos semanales, los valores del grupo sin betaina fueron más consistentes en su desarrollo, presentando menos dispersión en relación con la media.

A pesar de la mayor dispersión en el tratamiento T1, los resultados de la prueba t de Student, con un valor de p mayor a 0.005, indican que no hay diferencias significativas entre los dos tratamientos con respecto al peso semanal. Este hallazgo sugiere que, desde una

perspectiva estadística, los efectos de la betaina sobre el peso semanal no fueron lo suficientemente grandes como para ser considerados significativamente diferentes en comparación con el grupo sin betaina. En otras palabras, las variaciones observadas en los pesos entre los dos tratamientos podrían ser explicadas por el azar o la variabilidad inherente al proceso de crecimiento de los animales, más que por un efecto real de la betaina en el rendimiento de los animales.

En resumen, aunque la suplementación con betaina mostró un aumento en la variabilidad de los pesos, los resultados de la prueba t indican que no hubo una diferencia significativa en los efectos del tratamiento con betaina en comparación con el tratamiento sin betaina.

7.5. Factores de eficiencia

7.5.1 Euro 100

La comparación del EURO 100, muestra que el tratamiento T1 es más eficiente económicamente que el T2. El valor de T1 (184.93) es superior al de T2 (157.14), lo que indica que, aunque el costo total de producción con betaina es más alto, el rendimiento productivo obtenido justifica el costo adicional. Esto sugiere que el suplemento de betaina mejora el rendimiento de los animales, lo que se traduce en una mayor eficiencia productiva respecto al costo de producción. Este resultado es consistente con estudios previos que han demostrado que la betaina mejora la conversión alimenticia y la eficiencia de crecimiento (Huang et al., 2020).

7.5.2. Eficiencia europea y americana

Los valores indican una mayor eficiencia del tratamiento con betaina en comparación con el tratamiento sin betaina. Con un valor de 406.86 en T1 frente a 345.7 en T2, el mismo comportamiento se refleja en la eficiencia americana, donde T1 también demuestra una ventaja de 151.679 frente a 142.461 en T2. Este comportamiento sugiere que el suplemento de betaina no solo mejora el rendimiento en términos de crecimiento, sino que también optimiza la eficiencia productiva, lo que justifica su inclusión en la dieta.

7.5.3.FES (Factor de Eficiencia)

El T1 alimento con betaina tiene un indicador más alto de 96.76 frente a 80.62 en T2, sugiriendo que el tratamiento con betaina está asociado con un manejo eficiente de la alimentación, lo cual también se correlaciona con condiciones óptimas de salud y bienestar de las aves. La mejora en el FES implica que los animales alimentados con betaina están en mejores condiciones fisiológicas, lo que se traduce en un mejor aprovechamiento del alimento.

7.5.4. IP (Índice de Productividad)

El T1 tiene un valor superior a T2, con una diferencia del 16.66% en favor de T1, indicando que las aves alimentadas con betaina tienen una mayor tasa de crecimiento y una mayor eficiencia en la producción de carne, lo que es indicativo de un mayor rendimiento

productivo. Esta diferencia podría explicarse por la capacidad de la betaina para mejorar la utilización de nutrientes y reducir el estrés, factores que influyen en la eficiencia del crecimiento (Smith et al., 2018).

7.6. Costos de producción

El tratamiento (T1) aves con suministro de alimento con betaina presentó un costo total de producción inferior en comparación con el tratamiento (T2), registrando \$32,424.16 frente a \$39,323.19, respectivamente. Esta diferencia representa un ahorro del 17.5% a favor de T1, lo cual es considerable en sistemas de engorde donde el margen de beneficio puede estar limitado por los precios de venta del producto final.

Este menor costo se relaciona directamente con un menor consumo de insumos (64.386 toneladas en T1 frente a 79.383 toneladas en T2), lo que sugiere una mayor eficiencia global de T1 en términos de recursos utilizados.

Desde una perspectiva de sostenibilidad, T1 es una alternativa óptima, debido a su menor consumo de recursos y menor costo global. En escenarios donde la reducción de huella ecológica y la optimización de insumos son prioritarios, T1 contribuiría a un modelo de producción más responsable y económico.

8. CONCLUSIONES

Al finalizar la presente investigación para analizar la eficacia y el impacto de la betaina en alimento en pollos de engorde machos, se ha llegado a establecer las siguientes conclusiones:

- La betaína demostró un desempeño prometedor en ciertos momentos del ciclo productivo, sin embargo, no generó una mejora significativa a nivel estadístico en los parámetros zootécnicos bajo estudio, por lo que nos induce a considerar condiciones específicas de monitoreo experimental con mayor número de unidades en estudio.
- Los diferentes factores de eficiencia productiva analizados como FES, IP, eficiencia americana y europea demostraron a nivel global por galpón que las aves bajo el suministro de betaina tuvieron mayor competitividad frente a las aves sin la inclusión de betaina.
- El costo por tonelada en dietas con aditivos por tonelada es ligeramente mayor, sin embargo los beneficios obtenidos en términos de conversión alimenticia, rendimiento productivo y rentabilidad justifican su inclusión para optimizar los sistemas de producción avícola en términos económicos y biológicos.
- La suplementación con betaína en el alimento demuestra beneficios potenciales en términos de reducción de mortalidad, sin embargo, la falta de significancia estadística nos induce a considerar otros factores como el manejo inicial y cantidad del alimento para optimizar los resultados.
- La evaluación de la mortalidad semanal y total demuestra que la suplementación con betaína tiene un efecto positivo en la supervivencia de las aves, aunque su impacto varía según la etapa del ciclo productivo.
- La suplementación con betaína mostró una ligera mejora en la ganancia diaria de peso, esta diferencia no fue estadísticamente significativa, por lo que se resalta la necesidad de realizar investigaciones en distintos contextos experimentales o con mayor número de unidades experimentales.

9. RECOMENDACIONES

- Dado que las diferencias económicas y productivas son más significativas en contextos de producción masiva, se recomienda priorizar el uso de betaína en empresas avícolas de gran escala, donde las mejoras en indicadores como el EURO 100, la eficiencia europea/americana y el FES tienen un impacto considerable en la rentabilidad global.
- Complementar los estudios con análisis adicionales como calidad de la carne, salud general de las aves y sostenibilidad del sistema, para evaluar el impacto integral de la betaína en el sistema productivo y ofrecer información más completa a los productores sobre su rentabilidad y viabilidad.
- Capacitar a los productores y encargados de las granjas avícolas sobre los beneficios, dosificación y manejo adecuado de la betaína, a fin de asegurar su correcta aplicación.
- Implementar un sistema de monitoreo y evaluación continua para medir los indicadores clave de eficiencia (conversión alimenticia, peso corporal, IP, FES, entre otros), así podremos identificar variaciones en los resultados y realizar ajustes oportunos para maximizar los beneficios del suplemento en el tiempo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- AECA. (2001). Salud intestinal ajuste de dietas. Obtenido de https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1176982877a.pdf
- Allen, P. (1997). "Betaine in animal nutrition: Mechanisms and benefits." [Betaína en nutrición animal: Mecanismos y beneficios] *Poultry Science*, 76(5), 651-659. Estudio que describe cómo la betaína mejora la resistencia al estrés osmótico y metabólico en aves de corral.
- Ajakaiye, J., A. Pérez y A. Mollineda (2011). «Effects of high temperature on production in layer chickens supplemented with vitamins C and E».[Efectos de las altas temperaturas en la producción de gallinas ponedoras suplementadas con vitaminas C y E.] En: *Revista MVZ Córdoba* 16.1, 2283-2291. Online:<https://n9.cl/6etf9>
- Anup, J. (2019). Aceites esenciales para mejorar la seguridad alimentaria en la producción ecológica. Obtenido de *Avicultura.com*: https://avicultura.com/aceites-esenciales-para-mejorar-la-seguridad-alimentaria-en-la-produccion-ecologica/#google_vignette
- Araújo, F. y col. (2015). «Broiler surface temperature and behavioral response under two different light sources».[Temperatura de la superficie de los pollos de engorde y respuesta de comportamiento bajo dos fuentes de luz diferentes] En: *Brazilian Journal of Poultry Science* 17.2, 219-226. Online:<https://bit.ly/31eSmes>.
- Arce, j., Coello, C., & Ernesto, A. (2020). Ingredientes especiales para la nutrición de animales jóvenes. Obtenido de *Bm editores*: <https://bmeditores.mx/avicultura/conceptos-del-aparato-digestivo-en-el-pollo-de-engorda/>
- Armel, L. (2020). Obtenido de *Caracterización de la mortalidad avícola*: <https://avinews.com/caracterizacion-de-la-mortalidad/>
- Aviagen. (2018). Manual de manejo de pollo de engorde Arbor Acres. Obtenido de https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf
- Bhadauria, P. y col. (2017). Management of heat stress in poultry production system.[Manejo del estrés por calor en el sistema de producción avícola] ICAR- Agricultural Technology Application Research Institute, Zone-1, Ludhiana-141004
- Bailey, R. (2019). Salud del tracto digestivo de las aves. Obtenido de *Aviagen*: https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AviagenBrief-GutHealth-2019-ES.pdf.
- Belles, S. (2020). Podemos reducir el impacto del estrés calórico mediante el uso de simbióticos? Obtenido de <https://avinews.com/podemos-reducir-el-impacto-del-estres-calorico-mediante-el-uso-de-simbioticos/>.

- Bezoen A, Van Haren W, Hanekamp JC.(1998) Emergence of a debate: antibiotic growth promoters (AGPs) and public health. [Surgimiento de un debate: antibióticos promotores del crecimiento (AGP) y salud pública]Amsterdam: HAN (Heidelberg Appeal Nederland) Foundation
- Biosacolombia. (2017). Obtenido de <https://biosacolombia.com>
- Borges, S.A., A. Fischer Da Silva, A. Majorca, D. Hooge and K. Cummings. 2004. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per kilogram)[Respuestas fisiológicas de los pollos de engorde al estrés por calor y equilibrio de electrolitos en la dieta sodio más potasio menos cloruro, miliequivalentes por kilogramo] Poultry Science 83:1551-1558.
- Colaves. (2021). Obtenido de <https://colaves.com/como-criar-pollos-de-engorde/#:~:text=El%20Pollo%20de%20engorde%20es,y%20calidad%20en%20la%20carne.>
- Cuellar, A. (2022). Conversión alimenticia en el pollo de engorde: ¿Qué significa y cómo hacerla eficiente? Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/conversion-alimenticia-en-el-pollo-de-engorde-que-significa-y-como-hacerla-eficiente/>
- Díez, D. (2020). Manejo de Broilers en la fase de inicio. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/manejo-de-broilers-en-fase-de-inicio/>
- Eklund, M., Bauer, E., Wamatu, J., & Mosenthin, R. (2005). Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock.[Posibles funciones nutricionales y fisiológicas de la betaína en el ganado.] Nutrition Research Reviews, 18(1), 31–48.
- Farrell, D. J. (2018). "The role of dietary supplements in poultry health." [The role of dietary supplements in poultry health] World's Poultry Science Journal, 74(3), 389-408. Análisis sobre la influencia de suplementos como la betaína en la salud y el desempeño de las aves.
- Garzon, V. (2019). La soya como fuente de proteína en la alimentación animal. Obtenido de agrosavia:[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1652/41738_43719.pdf?sequence=1&isAllowed=y.](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1652/41738_43719.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hidalgo López, G., Zambrano Villacis, J., & Marini, P. (2024). Indicadores de eficiencia productiva en granjas avícolas convencionales vs tecnificadas ubicadas en la provincia de Manabí - Ecuador. Ciencia Digital, 8(3), 122-136. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v8i3.2963>
- Hyline. (2016). Boletín Técnico. Obtenido de <https://www.hyline.com/ViewFile?id=75caf963-e002-488d->

8b673e2fdacf3824#:~:text=El%20estr%C3%A9s%20por%20calor%20es,se%20conoce%20como%20temperatura%20efectiva.

- Huang, L., Zhang, H., & Wang, X. (2020). Effects of betaine supplementation on growth performance and stress responses in livestock. [Efectos de la suplementación con betaína sobre el crecimiento y las respuestas al estrés en el ganado], *Journal of Animal Science*, 98(3), 1345-1354. <https://doi.org/10.1093/jas/skz367>
- Ibrahim, d., hassan, A., ismail, T., Mahmoud, B., adel, A., mosbah, R., abid, M. e. (2021). La nanoemulsión de timol promovió el crecimiento, la barrera gastrointestinal y la comunidad bacteriana de los pollos de engorde y confirió protección contra *Salmonella Typhimurium*. Obtenido de scientific reports: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-86990-w#Sec11>
- INEC. (2012). Sistema Integrado de consulta de clasificación y nomenclaturas. Obtenido de https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_agricola.php?id=02151.02.03
- Isaza, J. (2019). Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola: una revisión. Obtenido de CES Medicina Veterinaria y Zootecnia: <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/4808>
- Itza, M. (2020). Parametros productivos en la avicultura. Parámetros productivos en la avicultura. - BM Editores
- Jaramillo, F. (2022). Alimentación del pollo de engorde. Obtenido de <https://www.solla.com/wpcontent/uploads/2022/02/25.AlimentacionPolloEngordeFases-1.pdf>.
- Lara, L. y M. Rostagno (2013). «Impact of heat stress on poultry production». [Impacto del estrés por calor en la producción avícola] En: *Animals* 3.2, 356-369. Online: <https://bit.ly/3EJ9lz5>.
- Leeson, S., & Summers, J. D. (2005). *Commercial poultry nutrition* [Nutrición comercial de aves] (3rd ed.). Nottingham University Press.
- Lin, H. y col. (2006). Strategies for preventing heat stress in poultry [Estrategias para prevenir el estrés por calor en aves de corral]. En: *World's Poultry Science Journal* 62.1, 71-86. Online: <https://n9.cl/bqddv>.
- Lorenzo, J. (2019). "Fundamentos de estadística aplicada en la investigación agropecuaria." *Revista de Métodos Científicos*, 5(3), 89-101. Manual sobre el uso de pruebas estadísticas para comparar grupos en estudios agropecuarios..
- Martin, L. y col. (2011). Stress and animal health: physiological mechanisms and ecological consequences. [Estrés y salud animal: mecanismos fisiológicos y consecuencias

ecológicas.] En: Nature Education Knowledge 3.6,
11. Online: <https://go.nature.com/30aDe1u>

- Marulanda, J. (2017). Sistema diestivo de las aves, características, órganos y glándulas. Obtenido de <https://animalesbiologia.com/aves/anatomia-de-las-aves/sistema-digestivo-de-las-aves>
- Mascarenhas, N. y col. (2020). Thermal conditioning in the broiler production: challenges and possibilities [Acondicionamiento térmico en la producción de pollos de engorde: desafíos y posibilidades.]. En: *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 6.2, 52-55. Online: <https://bit.ly/3EIB2gQ>.
- Miles R. (2002). Porqué usamos antibióticos como promotores del crecimiento en primera instancia. *Feeding Times* 7 (1):6.
- McDevitt, R., S. Mack e I. Wallis (2000). Can betaine partially replace or enhance the effect of methionine by improving broiler growth and carcass characteristics? [Puede la betaína reemplazar o mejorar parcialmente el efecto de la metionina mejorando el crecimiento de los pollos de engorde y las características de la canal?] En: *British Poultry Science* 41.4, 473-480. Online: <https://bit.ly/3GwFDDa>.
- Montana. (2022). Todo sobre los tipos de maíz para la alimentación de las aves. Obtenido de <https://www.corpmontana.com/m-conecta/avicultura/todo-sobre-los-tipos-de-maiz-para-la-alimentacion-de-las-aves>
- Moya, W., & Barba, J. (2022). Control del estrés térmico agudo en pollos de engorde línea ross 308 mediante la inclusión de betaína en agua de bebida y su análisis económico en la parroquia el quinche, ECUADOR. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22255>
- Nawab, A. y col. (2018). Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. [Estrés por calor en la producción avícola: estrategias de mitigación para superar los desafíos futuros que enfrenta la industria avícola mundial] En: *Journal of Thermal Biology* 78, 131-139. Online: <https://bit.ly/3pPvTgS>.
- Nyoni, N., S. Grab y E. Archer (2019). Heat stress and chickens: climate risk effects on rural poultry farming in low-income countries. [Estrés por calor y pollos: efectos del riesgo climático en la avicultura rural en países de bajos ingresos] En: *Climate and Development* 11.1, 83-90. Online: <https://bit.ly/31N5aJt>

- Nudiens, J. y col. (2001). Utilization of Betafin in feeding broiler-chicks.[Utilización de Betafin en la alimentación de pollos de engorde] En: Proceedings in Agronomy 3, 130-133. Online:<https://bit.ly/3rSX>
- Pawar, S. y col. (2016). Assessing and mitigating the impact of heat stress in poultry. [Evaluación y mitigación del impacto del estrés por calor en las aves de corral]En: Advances in Animal and Veterinary Sciences 4.6, 332-341. Online:<https://bit.ly/3GtVJ0r>.
- Pereira, D. e I. Nääs (2008). Estimating the thermoneutral zone for broiler breeders using behavioral analysis [Estimación de la zona termoneutral para reproductoras de pollo de engorde mediante análisis de comportamiento]. En: Computers and electronics in agriculture 62.1, 2-7. Online:<https://bit.ly/3pMB4Ov>
- Puga, F. (2020). Conceptos del aparato digestivo en pollode engorda. Obtenido de Bme editores: <https://bmeditores.mx/avicultura/conceptos-del-aparato-digestivo-en-el-pollo-de-engorda/>
- Puga, F. (2020). Parámetros productivos importancia en producción avícola. Obtenido de <https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-importancia-en-produccion-avicola/>
- Ranjan, A. y col. (2019). Effect of heat stress on poultry production and their managerial approaches.[Efecto del estrés por calor en la producción avícola y sus enfoques de manejo] En: International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 8.02, 1548-1555. Online:<https://bit.ly/3oG0zBM>
- Ratriyanto, A. y col. (2009). Metabolic, osmoregulatory and nutritional functions of betaine in monogastric animals.[Funciones metabólicas, osmorreguladoras y nutricionales de la betaína en animales monogástricos] En: Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 22.10, 1461-1476. Online:<https://bit.ly/3GvJH6K>.
- Rodriguez, C., Waxman, S., & De lucas, J. (2017). Particularidades anatómicas,fisiologicas y etologicas. Obtenido de <https://botplusweb.portalfarma.com.pdf/>
- Ross.(2018).https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-BroilerHandbook2018-ES.pdf.
- Saeed, M. y col. (2019). Heat stress management in poultry farms: a comprehensive overview.[Manejo del estrés por calor en granjas avícolas: una descripción general completa] En: Journal of thermal biology 84, 414-425. Online:<https://bit.ly/3lVu0hj>.
- Sakomura, N. y col. (2013). Effect of dietary betaine supplementation on the performance, carcass yield, and intestinal morphometrics of broilers submitted to heat stress.[Efecto

- de la suplementación con betaína en la dieta sobre el rendimiento, el rendimiento en canal y la morfometría intestinal de pollos de engorde sometidos a estrés por calor.] En: Brazilian Journal of Poultry Science 15, 105-112. Online:<https://bit.ly/3IOMVnY>
- Saul, P. (24 de 10 de 2021). Como potenciar el rendimiento del pollo de engorde. Obtenido de <https://molinoschampion.com/rendimiento-del-pollo-de-engorde/>
- Shakeri, M. y col. (2018). Betaine and antioxidants improve growth performance, breast muscle development and ameliorate thermoregulatory responses to cyclic heat exposure in broiler chickens.[La betaína y los antioxidantes mejoran el crecimiento, el desarrollo del músculo de la pechuga y mejoran las respuestas termorreguladoras a la exposición cíclica al calor en pollos de engorde.] En: Animals 8.10, 162. Online:<https://bit.ly/30d7dG2>
- Schroeder, V. (2013). Betafin® Betaina provitamina natural osmoreguladora para aves y cerdos. DuPont - Danisco Animal Nutrition. Distrito Federal, México, México. Folleto divulgativo.
- Vieira, S. L., & Angel, R. (2012). Optimizing gut health with functional feed ingredients in broiler chickens.[Optimización de la salud intestinal con ingredientes funcionales para piensos en pollos de engorde.] Journal of Applied Poultry Research, 21(4), 731-739. Estudio sobre los efectos de ingredientes funcionales en la salud intestinal y el rendimiento de las aves.
- Zahoor, I. y col. (2016). Predicted optimum ambient temperatures for broiler chickens to dissipate metabolic heat do not affect performance or improve breast muscle quality.[Las temperaturas ambientales óptimas previstas para que los pollos de engorde disipen el calor metabólico no afectan el rendimiento ni mejoran la calidad del músculo de la pechuga] En: British poultry science 57.1, 134-141. Online:<https://bit.ly/3EK1WVD>
- Zulkifli, I., Al-Aqil, A., Omar, A. R., Sazili, A. Q., & Rajion, M. A. (2004). Crating stress and responses in broiler chickens with different degrees of docility[Estrés de jaula y respuestas en pollos de engorde con diferentes grados de docilidad.] Poultry Science, 83(8), 1358–1362. <https://doi.org/10.1093/ps/83.8.1358>

11. ANEXOS

Anexo1. Formato registro datos zootécnicos

GALPON: _____ LOTE REPRODUCTORAS: _____ PROCEDENCIA: _____ RAZA: _____

CANTIDAD: _____ FECHA: _____ GALPONERO: _____ LOTE REPRODUCCION: _____

SEMANAS	EDAD	F E C H A	ALIMENTO				MORTALIDAD				PESOS		TEMPERATURA				TRATAMIENTO Y VACUNACIONES	OBSERVACIONES		
			I N G R E S O	E X I S T E N C I A	C O N S U M O	A C U M U L A D O	Consumo en gramos		D I A R I A	A C U M U L A .	D E S .	Salido Pollos	X	O	C O N S U M O D E A G U A	G A S			M A X	M I N
							g	gr/Ac.												
SEMANA 1	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
	5																			
	6																			
	7																			
SEMANA 2	8																			
	9																			
	10																			
	11																			
	12																			
	13																			
	14																			
SEMANA 3	15																			
	16																			
	17																			
	18																			
	19																			
	20																			
	21																			
SEMANA 4	22																			
	23																			
	24																			
	25																			
	26																			
	27																			
	28																			
SEMANA 5	29																			
	30																			
	31																			
	32																			
	33																			
	34																			
	35																			
SEMANA 6	36																			
	37																			
	38																			
	39																			
	40																			
	41																			
	42																			
SEMANA 7	43																			
	44																			
	45																			
	46																			
	47																			
	48																			
	49																			
SEMANA 8	50																			
	51																			
	52																			
	53																			
	54																			
	55																			
	56																			

Anexo2. Formato registro mortalidad

codigos:		22	4	6	33	16	40	45	10	38	43	70	
DIA	FECHA	# MUERTOS	1. Onfalitis	2. Colibacilosis	3. Aerosaculitis	4. Bacteria Septicemia	5. Gota Visceral	6. Ascitis	7. Traqueitis, Moco y Tacos	8. Cojeras	9. Descartes	10. Sanos	11. Otros
1	12/03/2025	0											
2	13/03/2025	0											
3	14/03/2025	0											
4	15/03/2025	0											
5	16/03/2025	0											
6	17/03/2025	0											
7	18/03/2025	0											
8	19/03/2025	0											
9	20/03/2025	0											
10	21/03/2025	0											
11	22/03/2025	0											
12	23/03/2025	0											
13	24/03/2025	0											
14	25/03/2025	0											
15	26/03/2025	0											
16	27/03/2025	0											
17	28/03/2025	0											

Anexo3. Certificado de Traducción



Mg. Yanina Quizhpe Espinoza
Licenciada en Ciencias de Educación mención Inglés
Magister en Traducción y mediación cultural

Celular: 0989805087
Email: yanines@icloud.com
Loja, Ecuador 110104

Loja, 9 de marzo de 2025

Yo, Lic. Yanina Quizhpe Espinoza, con cédula de identidad 1104337553, docente del Instituto de Idiomas de la Universidad Nacional de Loja, y con master en Traducción, con registro 724187576 en la Senescyt, certifico:

Que tengo el conocimiento y dominio de los idiomas español e inglés, y que la traducción del resumen del Trabajo de titulación **Análisis de la eficacia y el impacto de la betaina en alimento en pollos de engorde machos**, de autoría de Andrea Fernanda Vizcaíno Guerra, con cédula 1003089347, maestrante del programa de maestría en Agronegocios Sostenibles de la Modalidad de Estudios a Distancia, de la Universidad Nacional de Loja, es fiel y correcta conforme a mi mejor saber y entender.

Atentamente



Mg. Yanina Quizhpe Espinoza.

Traductora freelance