



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

Carrera de Medicina Veterinaria

### **Tema:**

### **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE SUPLEMENTO ENERGÉTICO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN TERNERAS DE LEVANTE**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Médico Veterinario otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.

### **Autoras:**

Andrea Tatiana Asmal Zurita

Mercy Judith Tandapilco Llunitaxi

### **Tutor:**

Dr. Danilo Fabian Yáñez Silva MSc.

Guaranda – Ecuador

2024

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE SUPLEMENTO  
ENERGÉTICO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN  
TERNERAS DE LEVANTE**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Danilo Fabian Yáñez Silva', is written over a horizontal dashed line.

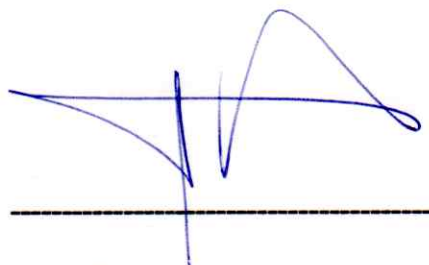
**Dr. Danilo Fabian Yáñez Silva MSc.**

**TUTOR**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edison Riviño Ramón Curay', is written over a horizontal dashed line.

**Dr. Edison Riviño Ramón Curay MSc.**

**PAR LECTOR**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Franco Bolívar Cordero Salazar', is written over a horizontal dashed line.

**Dr. Franco Bolívar Cordero Salazar MSc.**

**PAR LECTOR**


## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Asmal Zurita Andrea Tatiana, con CI 0605112580 y Tandapilco Llumitaxi Mercy Judith con CI 0202483806, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamento y la Normativa Institucional vigente.

  
Asmal Zurita Andrea Tatiana

CI: 0605112580

  
Tandapilco Llumitaxi Mercy Judith

CI: 0202483806

  
Dr. Danilo Fabian Yáñez Silva MSc.

CI: 0201168754



CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

ESCRITURA N° 20250201004P00326

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

**OTORGAN:**

MERCY JUDITH TANDAPILCO LLUMITAXI Y

ANDREA TATIANA ASMAL ZURITA

CUANTÍA: INDETERMINADA

Di 2 COPIAS

**P.A.**

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy martes a los quince días del mes de abril del año dos mil veinticinco, ante mi **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, las señoritas **MERCY JUDITH TANDAPILCO LLUMITAXI Y ANDREA TATIANA ASMAL ZURITA**, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Las comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianas, mayores de edad, de estado civil solteras, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliada la primera en la parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla, cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con celular número cero nueve seis nueve uno cuatro cero seis cinco dos y con correo electrónico [mercytandapilco@gmail.com](mailto:mercytandapilco@gmail.com); y la segunda en la parroquia Veloz, cantón Riobamba, Provincia Chimborazo y de paso por este cantón Guaranda. provincia Bolívar, con celular número cero nueve nueve cinco seis cuatro tres ocho tres tres; y, con correo electrónico [andreaasmal28@gmail.com](mailto:andreaasmal28@gmail.com), hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a los cuales obtengo las certificaciones biométricas del Registro Civil, además por petición expresa de las partes se adjuntan sus documentos personales como son sus cédulas de ciudadanía y certificados de votación, mismos que agregó a esta escritura como documentos habilitantes. Advertidas las comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidas por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidas sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotras: **MERCY JUDITH TANDAPILCO LLUMITAXI Y ANDREA TATIANA ASMAL ZURITA**, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE SUPLEMENTO ENERGÉTICO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN TERNERAS DE LEVANTE”**. Autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o parte de lo que contiene la obra, con fines estrictamente académicos o de investigación expuestos en el mismo. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Médicos Veterinarias, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellas se afirman y ratifican en la aceptación de todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy fe. -----

  
SRTA. MERCY JUDITH TANDAPILCO LLUMITAXI.

C.C. 02024833806

SRTA. ANDREA TATIANA ASMAL ZURITA.



C.C. 0605112580

  
DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION.  
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA.



# Andrea Tatiana Asmal Zurita Mercy Judith Tandapil...

## Tesis Final.docx

 juan Gaibor  
 juan Gaibor  
 Universidad Estatal de Bolívar

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:438807474

Fecha de entrega

12 mar 2025, 11:33 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

12 mar 2025, 11:40 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

Tesis Final.docx

Tamaño de archivo

55.9 MB

133 Páginas

19,279 Palabras

109,632 Caracteres



---

**Dr. Danilo Fabian Yáñez Silva MSc.**  
**TUTOR**




## 6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe


- Trabajos entregados
- Fuentes de Internet

### Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**  
61 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



**Dr. Danilo Fabian Yáñez Silva MSc.**  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

*Tengo derecho de agradecer a Dios, María Auxiliadora, Don Bosco, seres que me han inspirado espiritualmente, en ellos reconozco la presencia de mis Padres, sus tiernos cuidados y protección, mi apoyo y auxilio en el momento apropiado, su disciplina, su deber, su autoridad han ido forjando mi vida y alcanzando mis metas personales y profesionales.*

*A mis “hermanos menores” como decía San Francisco de Asís al referirse a los animales, mis pequeñas Cielito, Preciosa, Cuquita, Lu, Caramelo, Balto, Lía, Peko, Nena... gracias por enseñarme el significado del verdadero amor puro y desinteresado y sobre todo por mostrarme su lealtad, por ser mis compañeras fieles y recordarme la razón de mi vocación sanadora a todas las especies y respeto por la todas las vidas existentes en la naturaleza.*

*Una dedicación especial merece, el ser que emanó de mis entrañas, mi pequeña hija Dannita Emilia mi mayor inspiración, la lucecita que ilumina mi camino, gracias por acompañarme en esta travesía, todo el esfuerzo va para ti.*

***Con cariño***

***Andrea Tatiana Asmal Zurita.***

## **DEDICATORIA**

*A Dios, fuente inagotable de fortaleza y sabiduría. A Él, que ha iluminado mi camino en los momentos de incertidumbre, me ha dado fuerzas cuando he sentido desfallecer y ha puesto en mi vida personas maravillosas que me han acompañado en este proceso. A mis padres; Rosario y José, pilares fundamentales de mi vida, cuyo amor incondicional, sacrificios y apoyo incansable han sido el motor que me impulsó a seguir adelante. A mis abuelitas; María y Laura allá en el cielo, por ser ese impulso de fuerza y luz para no perderme en el camino. A mi abuelito Miguel. Y a toda mi familia; que han estado presente; apoyándome y aplaudiendo cada pequeño avance de este camino.*

*Con todo mi corazón, les dedico este trabajo como un pequeño reflejo de todo lo que han significado para mí en esta hermosa y desafiante travesía.*

***Con Gratitud infinita Mercy Tandapilco.***

## **AGRADECIMIENTO**

El eco de nuestra gratitud va a nuestro Creador y Dador de Vida, a cada una de nuestras queridas familias por guiarnos con amor y disciplina desde pequeñas y no soltar nunca nuestras manos.

Gracias Papitos queridos por darnos la vida, por ser nuestros primeros maestros, y hacer de nosotras unas mujeres de bien y serviciales para la vida y para la sociedad.

Agradecemos a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, a la Escuela de Medicina Veterinaria por abrirnos independientemente las puertas, contribuyendo así a nuestra enseñanza.

De manera muy especial queremos agradecer a nuestro tutor Dr. Danilo Yáñez, quien nos supo guiar con sus conocimientos, su paciencia y apoyo constante durante este proceso de investigación, de igual manera, a nuestros pares lectores Dr. Rivelino Ramón y Dr. Franco Cordero quienes con su generosidad, paciencia y dedicación nos han sabido guiar.

Agradecemos infinitamente y nuestro reconocimiento de gratitud va para todo el personal de la Estación Experimental Tunshi – Riobamba en especial para el Ing. Carlos Santos Mgs CP, Ing. Sandra Yambay Mgs, Ing. Brayan Aldaz, MV. Mishel Dillon, quienes han sido parte de nuestra formación intelectual y realización de esta investigación.

Gracias, muchas gracias; y como nos enseñaron nuestros queridos abuelitos un sentido de corazón ¡Dios les pague!

*Andrea Tatiana Asmal Zurita.*

*Mercy Judith Tandapilco Llunitaxi.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. PROBLEMA .....	3
1.3. OBJETIVOS .....	4
1.3.1. Objetivo General .....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de la actividad ganadera en Ecuador .....	6
2.2. Bovino.....	6
2.3. Tipos de explotación ganadera.....	7
2.3.1. Manejo del Ganado bovino .....	8
2.3.2. Razas de Bovinos .....	9
2.3.3. Crianza de terneras en etapa de levante .....	11
2.3.4. Requerimientos nutricionales.....	12
2.4. Fisiología ruminal de la ternera.....	12
2.4.1. Fases del Desarrollo Ruminal .....	13
2.4.2. Funciones Fisiológicas del Rumen .....	14
2.5. Parámetros productivos.....	15
2.5.1. Peso Inicial .....	15
2.5.2. Ganancia de peso y condición corporal .....	15
2.5.3. Medición de la altura a la cruz .....	16
2.5.4. Perímetro torácico .....	16

2.5.5. Perímetro abdominal .....	16
2.5.6. Longitud Corporal.....	17
2.6. Perfil Hepático .....	17
2.6.1. Principales Parámetros del Perfil Hepático.....	17
2.7. Suplemento energético .....	19
2.7.1. Composición .....	20
2.7.2. Beneficios.....	20
2.7.3. Dosificación .....	21
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>22</b>
3. MARCO METODOLÓGICO.....	22
3.1. Ubicación y características de la investigación.....	22
3.2. Metodología.....	23
3.2.1. Material en estudio.....	23
3.2.2. Factores en estudio.....	23
3.2.3. Tratamientos.....	24
3.2.4. Descripción de la unidad experimental.....	24
3.2.5. Tipo de diseño experimental o estadístico .....	25
3.2.6. Manejo de la Investigación .....	25
3.2.7. Métodos de evaluación.....	27
3.2.8. Análisis de datos .....	31
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>32</b>
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Interpretación de Resultados.....	32
4.2. Discusión.....	74
4.3. Comprobación de la Hipótesis .....	77
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>78</b>

5.1. CONCLUSIONES .....	78
5.2. RECOMENDACIONES .....	79
BIBLIOGRAFÍA .....	80
ANEXOS .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág.</b>
1	Localización	22
2	Situación geográfica	22
3	Situación climática	23
4	Descripción del cada tratamiento	24
5	Descripción de la unidad experimental	24
6	Análisis de Varianza de la Variable Peso Inicial	32
7	Análisis de Varianza de la Variable Peso final	33
8	Análisis de varianza para la Variable Ganancia de peso	35
9	Análisis de Varianza de la Variable Altura de la Cruz Inicial	36
10	Análisis de Varianza de la Variable Altura de la Cruz Final	36
11	Prueba de rangos múltiples para la Variable Altura de la Cruz Final	38
12	Análisis de Varianza de la Variable Perímetro Torácico Inicial	38
13	Análisis de Varianza de la Variable Perímetro Torácico Final	39
14	Prueba de rangos múltiples para la Variable Perímetro Torácico Final	41
15	Análisis de Varianza de la Variable Perímetro Abdominal Inicial	41
16	Análisis de Varianza de la Variable Perímetro Abdominal Final	42
17	Prueba de rangos múltiples para la Variable Perímetro Abdominal Final	44
18	Análisis de Varianza de la Variable Longitud Corporal Inicial	44
19	Análisis de Varianza de la variable Longitud Corporal Final	46
20	Prueba de múltiples rangos para la Variable Longitud Corporal Final	47
21	Análisis de Varianza para la Variable Conversión Alimenticia	48
22	Prueba de rangos múltiples para la Variable Conversión Alimenticia	49
23	Relación Beneficio/Costo de la utilización del Suplemento Energético	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág.</b>
1	Media por tratamiento de la Variable Peso Inicial	33
2	Media por tratamiento de la Variable Peso final	34
3	Media por tratamiento de la Variable Ganancia de Peso	35
4	Media por tratamiento de la Variable Altura de la Cruz Final	37
5	Media por tratamiento de la Variable Perímetro Torácico Inicial	39
6	Media por tratamiento de la Variable Perímetro Torácico Final	40
7	Media por tratamiento de la Variable Perímetro Abdominal Inicial	42
8	Media por tratamiento de la Variable Perímetro Abdominal Final	43
9	Medía por tratamiento de la Variable Longitud Corporal Inicial	45
10	Media por tratamiento de la Variable Longitud Corporal Final	46
11	Media por tratamiento de la Variable Conversión Alimenticia	48
12	Variable: Proteínas Totales (g/L). (TB)	49
13	Variable: Albúmina (g/L). (ALB)	51
14	Variable: Globulina (g/L). (GLO)	53
15	Variable: Relación Albúmina/Globulina. (A/G)	55
16	Variable: Bilirrubina Total (umol/L). (TBIL)	57
17	Variable: Alanina aminotransferasa (U/L). (ALT)	59
18	Variable: Aspartato aminotransferasa (U/L). (AST)	61
19	Variable: AST/ALT	63
20	Variable: GGT (U/L). (GGT)	64
21	Variable: Glucosa (mmol/L). (GLU)	66
22	Variable: Creatinina (mmol/L). (CRE)	67
23	Variable: Nitrógeno Ureico (mmol/L). (BUN)	69
24	Variable: Relación Bun/Creatinina. (BUN/CRE)	70

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág.</b>
1	Mapa de ubicación de la investigación .....	85
2	Resultados del Perfil Hepático .....	86
3	Base de Datos .....	87
4	Fichas de recolección de datos .....	88
5	Fotografías .....	96
6	Glosario de términos .....	102

## RESUMEN

La ganadería bovina representa una de las actividades agropecuarias de mayor rentabilidad a nivel mundial. No obstante, estos sistemas han enfrentado diversas limitaciones; una gestión inadecuada, escasez de forrajes y deficiencias en la calidad de la dieta suministrada al ganado. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de tres niveles de suplemento energético sobre los parámetros productivos en terneras de levante. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) de un factor con 4 niveles, correspondiente a la mezcla del balanceado con el suplemento energético, distribuidos en (T1, T2, T3 y T4). El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Tunshi de la ESPOCH con 12 semovientes en etapa de levante durante 104 días, se evaluó: peso, altura a la cruz, perímetro torácico, PAB, longitud corporal, conversión alimenticia, perfil hepático y relación Beneficio/Costo. Los resultados obtenidos mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) y una prueba de variabilidad utilizando el método de Fisher LD, con un nivel de confianza del 95% y Valor – P ( $< 0,05$ ) estimaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas en cada variable bajo estudio, demostrando que el uso del producto influye positivamente en el desarrollo de las terneras en tratamiento. Por consiguiente, los valores obtenidos de (AST/ALT, GGT, PT) se mantuvieron dentro del rango referencial, es decir que, no hubo alteraciones hepáticas en los animales. Además, la relación Beneficio/Costo del T4 con (\$ 0.68), evidenció una mayor rentabilidad. En conclusión, la inclusión de suplementos energéticos durante la etapa de levante mejora significativamente los parámetros productivos y representa una alternativa eficiente desde el punto de vista zootécnico y económico.

**Palabras clave:** Suplemento Energético, Parámetros Productivos, Conversión Alimenticia, Relación Beneficio/costo, AST, GGT, PT, Terneras.

## SUMMARY

Bovine livestock production is one of the most profitable agricultural activities worldwide. However, these systems have faced several limitations, including poor management, limited forage availability, and deficiencies in the nutritional quality of the diet provided to the animals. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of three levels of energy supplementation on productive parameters in growing heifers. A Completely Randomized Design (CRD) with one factor and four levels was applied, corresponding to mixtures of balanced feed with an energy supplement, distributed as T1, T2, T3, and T4. The study was conducted at the Tunshi Experimental Station of ESPOCH using 12 growing heifers over a 104-day period. The evaluated variables included body weight, withers height, thoracic girth, abdominal girth (PAB), body length, feed conversion ratio, liver profile, and benefit/cost ratio. Results obtained through Analysis of Variance (ANOVA) and Fisher's Least Significant Difference (LSD) test at a 95% confidence level ( $p < 0.05$ ) revealed statistically significant differences in all evaluated variables, demonstrating that the supplementation positively influenced the development of the treated heifers. Furthermore, the biochemical values for AST/ALT, GGT, and TP remained within reference ranges, indicating no hepatic alterations in the animals. Additionally, treatment T4 exhibited the highest benefit/cost ratio (\$0.68), reflecting greater profitability. In conclusion, the inclusion of energy supplements during the growing phase significantly improves productive parameters and represents an efficient alternative from both zootechnical and economic perspectives.

**Keywords:** Energy Supplement, Productive Parameters, Feed Conversion, Benefit/cost Ratio, AST, GGT, TP, Heifers.

# **CAPÍTULO I**

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

La ganadería bovina es una de las actividades económicas con más rentabilidad a nivel global en la que los indicadores productivos se han mantenido constantes, sin embargo, ha existido ciertos inconvenientes en los sistemas ganaderos desde el mal manejo, escasas de forraje de calidad, degradación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo y, por ende, una mala alimentación de los animales (Saquicaray, 2024).

Según el último censo agropecuario del año 2023 el ganado vacuno registró un decrecimiento de 3.6% con relación al año 2022, convirtiéndose en un indicativo que muestra un declive en la economía a nivel nacional. Esto puede argumentarse en que las actuales condiciones de producción ganadera no están siendo manejadas correctamente (INEC, 2023).

Por lo tanto, el deficiente manejo del hato puede ocasionar bajos índices productivos; la natalidad y producción de leche son bajas, así como los incrementos diarios de peso, el crecimiento se ve afectado e incluso puede existir la probabilidad de mortalidad en un mismo tiempo, argumentan (León, Lituma, & Veintimilla, 2022).

De acuerdo con Sánchez y otros (2019), la cría y el engorde de terneras de levante representan una parte significativa de la cadena de producción ganadera. La eficiencia en la conversión de alimentos, el crecimiento óptimo y la salud de las

terneras son factores clave para garantizar la sostenibilidad y competitividad de la industria ganadera (Sánchez et al., 2019).

Entonces, la alimentación en todo tipo de sistema de producción pecuario cumple un papel fundamental en el desarrollo sostenible. Actualmente, con ayuda de la tecnología se ha obtenido el mejoramiento de condiciones nutricionales, pero el desconocimiento de estos avances pone en duda el uso de dietas nutricionales o suplementos energéticos en las producciones ganaderas. Y siendo más específico, en la provincia de Chimborazo las variables morfológicas como el peso se ven afectados, ya que al suministrar únicamente pasto no cubre los requerimientos energéticos y proteicos necesarios para el levante del animal.

Por ello, la realización de esta investigación es oportuno, ya que, se evalúa el efecto de tres niveles de un suplemento energético sobre los parámetros productivos en terneras de levante añadiendo también el perfil hepático del animal, esto contribuirá al desarrollo de estrategias de alimentación y manejo más eficaces y sostenibles, promoviendo así el bienestar animal y la rentabilidad económica en la industria ganadera.

## **1.2. PROBLEMA**

Una de las problemáticas más notorias en la producción bovina, particularmente en sistemas intensivos de crianza, es la optimización de los índices productivos para garantizar la rentabilidad y sostenibilidad económica de las operaciones ganaderas. En este sentido, existe una carencia de estrategias nutricionales eficientes y específicas que permitan mejorar el crecimiento y desarrollo de las terneras durante la etapa de levante.

La falta de un enfoque preciso en la nutrición durante esta fase crítica puede resultar en un crecimiento deficiente, un aumento en los costos de producción y una menor eficiencia en la conversión alimenticia.

La necesidad de abordar las limitaciones y desafíos presentes en la producción bovina, especialmente en lo que concierne a la nutrición y el desarrollo de terneras de levante, justifica la realización de esta investigación. Los resultados obtenidos pueden contribuir al diseño de estrategias nutricionales más efectivas y sostenibles, que permitan mejorar la productividad y rentabilidad del sector ganadero.

Por lo tanto, esta investigación busca llenar un vacío de conocimiento identificado en la literatura científica y en la práctica ganadera, proporcionando evidencia empírica sobre la eficacia de este suplemento en la mejora del crecimiento, la conversión alimenticia y otros indicadores de desempeño productivo en terneras durante la etapa de levante.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Evaluar el efecto de tres niveles de suplemento energético sobre los parámetros productivos en terneras de levante.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el suplemento energético administrado en el crecimiento y desarrollo de terneras durante el período de levante.
- Determinar posibles alteraciones sobre el perfil hepático mediante el uso del suplemento energético.
- Establecer la relación beneficio/costo de la utilización del suplemento energético.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>:** No existe diferencias significativas en el efecto de tres niveles de suplemento energético sobre los parámetros productivos y el perfil hepático en el levante de terneras.

**H<sub>a</sub>:** Existe diferencias significativas en el efecto de tres niveles de suplemento energético sobre los parámetros productivos y el perfil hepático en el levante de terneras.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la actividad ganadera en Ecuador**

La cría de animales se inició en América con el segundo viaje de Colón, y desde entonces ha sido una gran compañera de los colonos. El año 1521 marcó la llegada del ganado vacuno al continente, inició un proceso evolutivo que dio como resultado varias razas conocidas como ganado criollo. En este contexto, la ganadería se ha convertido en una de las actividades de alto nivel, por lo que sus productos son considerados el alimento básico de las personas, y su desarrollo es bueno para la sociedad (Sánchez et al., 2019).

En Ecuador, la cría de ganado se inició en el siglo XVII, en aquella época la calidad del ganado era baja y el ordeño manual. En 1900 y por primera vez en EE. UU se importaron las Holstein. Este ganado era de las mejores razas lecheras y sigue siendo una de las razas más utilizadas.

#### **2.2. Bovino**

Desde la prehistoria el ser humano ha domesticado distintos tipos de especies animales para sus fines, siendo uno de ellos los bovinos, que es una de las especies más representativas a nivel mundial al ser una fuente de carne, leche y otros productos. En otras palabras, los bovinos son animales mamíferos que se alimentan de forraje que constituyen una subfamilia del grupo de los bóvidos que para su mejor estudio se los ha clasificado según su origen en *Bos Taurus* y *Bos indicus*, además se los puede estudiar según las razas existentes (Porto, 2022).

### **2.3. Tipos de explotación ganadera**

La ganadería es una práctica que el ser humano ha llevado a cabo desde los inicios de las civilizaciones. Aunque su propósito fundamental, que es la cría y el aprovechamiento de los animales, se ha mantenido a lo largo del tiempo, la incorporación de avances tecnológicos ha optimizado la eficiencia de estos sistemas productivos. En la actualidad, en pleno siglo XXI, coexisten distintos modelos de producción ganadera, que varían desde enfoques tradicionales y ancestrales hasta sistemas altamente tecnificados e industrializados, dependiendo del nivel de intervención tecnológica y del contexto socioeconómico en el que operan, argumenta (Redondo, 2020).

- **Sistemas intensivos**

Son sistemas en los que el ganado está confinado y depende por completo del hombre para satisfacer las necesidades diarias básicas tales como alimento y agua. Este tipo de ganadería ubica al ganado en condiciones que permitan lograr un máximo beneficio en el menor tiempo posible (León, Lituma, & Veintimilla, 2022).

- **Sistemas extensivos**

Son sistemas en los que el ganado se desplaza libremente al aire libre y tiene cierta autonomía en la selección del alimento (mediante el pastoreo), el consumo de agua, además de, ser es un sistema de producción ganadera que aprovecha los recursos naturales del territorio, en sí, es la forma más ética de manejar el ganado (Escribano, 2021).

- **Sistemas semi-intensivos**

Son sistemas en los que el ganado está sometido a cualquier combinación de métodos de cría extensivo e intensivo, o bien simultáneamente o bien de forma

alternada, según cambien las condiciones climáticas y el estado fisiológico del ganado (Hernández, 2019).

### **2.3.1. Manejo del Ganado bovino**

- **Selección genética**

A la hora de elegir una raza o subespecie para un lugar o un sistema de producción determinados, además de la productividad, será preciso tener en cuenta consideraciones de bienestar y sanidad, implica la selección de los mejores animales, los cuales deben ser usados como los padres de la próxima generación, así, beneficiando satisfactoriamente la rentabilidad del sector ganadero (Silva & Pimentel , 2017).

- **Gestión reproductiva**

La distocia puede representar un riesgo para el bienestar del ganado vacuno. Las novillas no se deberán reproducir antes de que sean lo suficientemente maduras para garantizar la sanidad y el bienestar, tanto de la madre como del ternero al nacimiento (Zambrano, 2024).

- **Calostro**

Normalmente, el hecho de que el ternero reciba suficiente inmunidad del calostro depende del volumen y de la cantidad del calostro ingerido y de la prontitud con la que se le dé a la cría. En lo posible, los operarios cuidadores de animales deberán garantizar que las crías reciban suficiente calostro dentro de las veinticuatro horas posteriores al nacimiento (Lara , Villa , & Villafuerte , 2021).

- **Destete**

A efectos de este capítulo, el destete se define como el paso del ternero de una dieta basada en la leche a una dieta con fibras. En los sistemas de producción de ganado

de carne vacuno, el destete puede representar un momento estresante en la vida del ternero, menciona (Balbuena, 2019).

- **Levante**

Manifiesta Arzuaga (2020) que, durante esta etapa, el ternero experimenta un crecimiento rápido en tamaño y peso. La dieta debe ser balanceada para satisfacer las necesidades de energía, proteínas, vitaminas y minerales. Es crucial mantener un manejo sanitario adecuado para prevenir enfermedades y asegurar un crecimiento saludable.

- **Desarrollo**

Argumentan Bavera & Beguet (2018) que el ternero continúa creciendo en tamaño y empieza a ganar masa muscular y grasa, preparándose para la madurez reproductiva. La dieta debe ser ajustada para mantener un equilibrio entre energía y proteína, promoviendo un desarrollo óptimo sin excesiva deposición de grasa.

- **Maternidad Reproductiva**

Alrededor de los 24 meses, el ternero, ahora novillo o vaquilla, alcanza la madurez reproductiva. Las hembras pueden ser inseminadas o apareadas, y los machos pueden ser utilizados para reproducción o vendidos para engorde y sacrificio (Gómez, 2020).

### **2.3.2. Razas de Bovinos**

En Ecuador, existen varias razas de bovinos adaptadas a diferentes condiciones climáticas y geográficas del país. A continuación, se mencionan las razas más reconocidas.

- **Cebú**

Esta raza es conocida por su resistencia al calor y su adaptación a climas tropicales. En Ecuador, se crían varias variedades de cebú, como el Brahman y el Nelore. Tienen una buena capacidad de conversión de pasto en carne, son resistentes a enfermedades y tienen una piel suelta que les ayuda a regular su temperatura corporal, argumenta (Marín, 2017).

- **Holstein**

El origen de la raza Holstein se remonta a unos años antes del inicio de la era cristiana, y descendía del Ganado Negro de Baviera y del Ganado Blanco de Frisia, tribus que emigraron a Europa Occidental y se asentaron en el Delta del Rin, asegura (Equipo Ceva, 2022). Son famosos por su alta producción de leche. Tienen un pelaje blanco y negro distintivo y son criados principalmente en zonas de alta altitud y clima más fresco, como en la sierra ecuatoriana. Son grandes productores de leche, pueden requerir una alimentación más cuidadosa y un manejo más intensivo en comparación con otras razas.

- **Jersey**

Otra raza lechera, pero más adecuada para climas más cálidos. Son más pequeños en tamaño que los Holstein, pero producen leche con un alto contenido de grasa y proteínas. Son conocidos por su eficiencia alimentaria y su capacidad para prosperar en sistemas de pastoreo extensivo, comenta (Asojersey, 2023).

- **Pardo Suizo**

Según Rinderzucht (2024) esta raza se encuentra comúnmente en regiones montañosas y tiene una buena adaptación a climas variables. Son valorados por su

capacidad para producir tanto leche como carne, y son reconocidos por su robustez y longevidad.

- **Brahman**

Es una raza cebú que se destaca por su resistencia al calor, resistencia a enfermedades y habilidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales. Son grandes productores de carne y están bien adaptados a pastoreo extensivo, concluye (Osorio, 2024).

### **2.3.3. Crianza de terneras en etapa de levante**

Hoy en día, los sistemas lácteos avanzados en todo el mundo están ordeñando sin el uso de un ternero, en la mayoría de los casos retirando al ternero dentro de las 24 horas, en los casos más cortos toma de 5 a 7 días. Las terneras se crían con los siguientes fines: aumentar el rebaño, reemplazar a los animales adultos. Además, es clave mencionar que una mala alimentación o manejo de las terneras puede provocar un retraso en el crecimiento y posterior afectar su desarrollo productivo y reproductivo, menciona (Mejía et al., 2020).

De acuerdo con Arbeláez (2017), proporcionar alimentos sabrosos y nutritivos en los primeros días puede reducir el tiempo necesario para el desarrollo normal del rumen, el objetivo es mantener la mortalidad de las terneras por debajo del 5%. Por lo tanto, comprender las condiciones ambientales, posibles ventajas y desventajas en un momento dado y utilizarlas en beneficio de la explotación generar una buena rentabilidad a futuro. Para lograr este objetivo, es necesario abordar y desarrollar plenamente las cuestiones de salud, nutrición, gestión y medio ambiente.

#### **2.3.4. Requerimientos nutricionales**

Durante la fase de levantamiento se debe formar tejido magro y almacenar una pequeña cantidad de grasa, lo que se logra mediante suplementos minerales y proteicos. Una alimentación eficaz requiere buenas materias primas, es decir, un buen destete. Para ello, las terneras deben estar bien alimentadas, lo que requiere atención a todos los aspectos de la nutrición. Las terneras necesitan proteínas, energía, minerales y vitaminas. En esta fase los minerales comienzan a convertirse en una parte importante del desarrollo del animal (Nemocón, 2020).

#### **2.4. Fisiología ruminal de la ternera**

Como en todos los rumiantes, el estómago de la ternera se divide en cuatro compartimentos: el rumen, el retículo, el omaso y el abomaso. Cada uno de estos compartimentos tiene una función específica en el proceso de digestión. Es necesario recordar que la fisiología ruminal de los terneros en general se desarrolla progresivamente desde el nacimiento, dependiendo inicialmente de la leche y luego de alimentos sólidos que fomentan el crecimiento y funcionalidad del rumen (Flores & Salazar , 2022) .

Este desarrollo es crucial para transformar al ternero o ternera en un rumiante eficiente, capaz de digerir y utilizar los nutrientes de una dieta basada en forrajes y otros alimentos fibrosos. Es decir que, va pasando de una etapa rumiante no funcional a una etapa donde lo llaman rumiante funcional (Gracia, 2023). Dicho esto, las ventajas de satisfacer las necesidades nutricionales de los terneros en los comederos que no están disponibles para las vacas lecheras incluyen pesos mayores al destete, alimentación más eficiente de las terneras y un potencial de crecimiento significativo, menor incidencia de enfermedades parasitarias y una mejor calidad de la leche o carne.

### 2.4.1. Fases del Desarrollo Ruminal

#### 1. Fase Neonatal (0-3 semanas)

- **Alimentación:** Las terneras recién nacidas dependen principalmente de la leche materna o sustitutos lácteos. En esta fase, la ranura esofágica se cierra al tragar leche, desviándola directamente al abomaso, el compartimento glandular del estómago, evitando el rumen (Jiang & Pokhrel, 2024).
- **Rumen:** El rumen está presente pero no está funcionalmente desarrollado. Es pequeño y su superficie interna tiene pocas papilas.

#### 2. Iniciación del Consumo de Alimento Sólido (3-8 semanas)

- **Alimento Sólido:** La introducción gradual de alimentos sólidos como concentrados y forrajes es crucial.
- **Microorganismos:** El consumo de alimentos sólidos introduce microorganismos al rumen. Las bacterias, protozoos y hongos comienzan a colonizar el rumen, iniciando la fermentación microbiana (Schoell, 2022) .
- **Fermentación:** La fermentación produce ácidos grasos volátiles (AGV) como acetato, propionato y butirato. Estos AGV son absorbidos a través de la pared ruminal y son una fuente de energía para el ternero.
- **Papilas Ruminales:** Los AGV estimulan el desarrollo de las papilas ruminales, aumentando la superficie de absorción del rumen.

#### 3. Desarrollo Funcional del Rumen (8-12 semanas)

- **Rumiación:** Las terneras empiezan a rumiar (masticar regurgitando el alimento) lo que promueve una mayor mezcla del contenido ruminal y mejora la fermentación.

- **Capacidad Digestiva:** La capacidad del rumen para fermentar y digerir fibra vegetal aumenta significativamente. El tamaño y la funcionalidad del rumen mejoran y la cantidad de alimento consumido, manifiesta (Schoell, 2022).
- **Microbiota Ruminal:** La población microbiana se estabiliza y diversifica, permitiendo una fermentación más eficiente y completa de los alimentos.

#### 4. Rumiantes Plenamente Funcionales (12 semanas en adelante)

- **Dieta Completa:** Los terneros pueden depender completamente de una dieta de forrajes y concentrados. La fermentación microbiana en el rumen proporciona la mayoría de los nutrientes necesarios, describen (Jiang & Pokhrel, 2024).
- **Digestión de Fibra:** La fermentación de celulosa y hemicelulosa por los microorganismos ruminales produce AGV, que son la principal fuente de energía.
- **Síntesis de Proteínas:** Los microorganismos también sintetizan proteínas a partir de nitrógeno no proteico presente en la dieta, que luego son digeridas en el abomaso y el intestino delgado (Arbeláez, 2017).

#### 2.4.2. Funciones Fisiológicas del Rumen

- **Fermentación Microbiana:** Los microorganismos fermentan carbohidratos y producen AGV (acetato, propionato y butirato) que son absorbidos y utilizados como fuentes de energía.
- **Absorción de Nutrientes:** los AGV son absorbidos a través de la pared del rumen y transportados al hígado para ser metabolizados. El rumen también absorbe agua y electrolitos, ayudando a mantener el equilibrio hídrico del animal (Carrasco, 2021).

- **Motilidad Ruminal:** Las contracciones rítmicas del rumen y el retículo mezclan el contenido y promueven el movimiento de partículas hacia el omaso.

## **2.5. Parámetros productivos**

Son indicadores clave que se utilizan para evaluar el crecimiento, la salud y el rendimiento general de las terneras durante el periodo de levante. Estos parámetros ayudan a los productores a monitorear y optimizar el manejo, la alimentación y las condiciones de crecimiento para asegurar el desarrollo adecuado de las terneras (Nuques & Velásquez , 2020).

### **2.5.1. Peso Inicial**

El peso inicial de los terneros de levante puede variar dependiendo de diversos factores, como la raza, el manejo, la genética y la alimentación. Sin embargo, en términos generales, el peso inicial de los terneros al momento de ser destetados y entrar en la fase de levante suele estar en un rango de 80 a 250 kg, este peso puede variar significativamente según la edad y el sistema de producción, suscriben (Mille & Macay, 2021).

Por otra parte, algunos terneros pueden ser destetados a una edad temprana, mientras que otros pueden permanecer con sus madres durante un período más prolongado antes de ser destetados. Además, el tipo de alimentación y el manejo durante la fase de cría también pueden influir en el peso inicial de los terneros de levante, explican (Bustillos & Melo, 2020).

### **2.5.2. Ganancia de peso y condición corporal**

Según Nuques & Velásquez (2020), en los animales en crecimiento, la ganancia de peso puede ser un indicador de sanidad y bienestar animal. Una mala condición

corporal y una pérdida de peso significativa pueden ser indicadores de problemas de bienestar. Las correlaciones entre las variables zoológicas van a depender de la nutrición que demande el productor, así lo menciona en su método de estudio denominado “Armonía del modelo morfoestructural”.

### **2.5.3. Medición de la altura a la cruz**

Es un parámetro importante para evaluar el crecimiento y el desarrollo estructural de los bovinos, incluyendo las terneras de levante. La cruz es la parte más alta del cuerpo del animal, situada en la base del cuello y entre los hombros. La altura a la cruz se mide desde el suelo hasta esta parte del cuerpo (Manrique & Mahecha, 2019).

### **2.5.4. Perímetro torácico**

También conocido como circunferencia torácica, es una medida utilizada en la producción ganadera para evaluar el desarrollo y la condición corporal de las terneras de levante. Se mide alrededor del tórax del animal, justo detrás de las patas delanteras y sobre el punto más ancho del pecho. Esta medida es un buen indicador del peso corporal y del estado general de salud del animal (Machado, 2019).

### **2.5.5. Perímetro abdominal**

Es una medida importante que puede proporcionar información sobre el desarrollo y el estado de salud del animal. Se mide alrededor del abdomen del animal, generalmente en la parte más ancha del vientre. Las medidas promedio del perímetro abdominal pueden variar según la raza, la alimentación y las condiciones de manejo (Mille & Macay, 2021).

### **2.5.6. Longitud Corporal**

La longitud corporal es una medida importante en la producción ganadera, ya que puede ser un indicador del crecimiento y desarrollo del animal. La longitud corporal se mide generalmente desde el punto de la escápula hasta la base de la cola. El crecimiento y la longitud corporal pueden variar según la raza, la alimentación, las condiciones de manejo y el entorno. En promedio, las terneras de levante pueden tener las siguientes longitudes corporales a diferentes edades (Vergara et al., 2021).

### **2.6. Perfil Hepático**

El perfil hepático es una herramienta importante para evaluar la salud hepática del animal y puede ser útil en el diagnóstico y seguimiento de enfermedades hepáticas, así como en la monitorización de la respuesta al tratamiento (Schafer , Tapia , & Torrijos , 2022).

#### **2.6.1. Principales Parámetros del Perfil Hepático**

- **Aspartato Aminotransferasa (AST):** Enzima involucrada en el metabolismo de aminoácidos. Indicador de daño hepático, muscular y cardíaco. Niveles elevados pueden indicar daño en el hígado.
- **Alanina Aminotransferasa (ALT):** Enzima que cataliza la transferencia de grupos amino. En bovinos, su elevación no es tan específica del hígado como en otras especies.
- **Fosfatasa Alcalina (ALP):** Enzima asociada con el metabolismo óseo y la excreción biliar. Indicador de obstrucción biliar y enfermedades hepáticas. Puede estar elevada en animales jóvenes debido a la actividad osteoblástica (Feretti et al., 2024).

- **Gamma-Glutamil Transferasa (GGT):** Enzima involucrada en el metabolismo del glutatión. Indicador de colestasis y daño hepático. Elevaciones en GGT son más específicas del hígado en bovinos.
- **Lactato Deshidrogenasa (LDH):** Enzima que participa en la conversión de lactato a piruvato. Indicador de daño hepático, muscular y de otros tejidos. Elevaciones no son específicas del hígado.

### *Proteínas Plasmáticas*

- **Albúmina:** Principal proteína plasmática, contribuye a la presión oncótica y transporte de moléculas. Indicador de función hepática y estado nutricional. Niveles bajos pueden indicar insuficiencia hepática o malnutrición (Merine & García , 2021).
- **Globulinas:** Grupo de proteínas plasmáticas involucradas en la respuesta inmune. Indicador de estado inmunitario y enfermedades inflamatorias o infecciosas. Un desequilibrio entre albúmina y globulinas puede indicar enfermedad hepática.
- **Proteínas Totales:** Suma de todas las proteínas plasmáticas. Indicador del estado general de salud, función hepática y renal, y estado nutricional.

### *Bilirrubina*

- **Bilirrubina Total:** Producto de la degradación de la hemoglobina. Elevaciones pueden indicar ictericia prehepática (hemólisis), hepática (hepatitis) o posthepática (obstrucción biliar).
- **Bilirrubina Directa (Conjugada):** Bilirrubina que ha sido procesada por el hígado.

- **Bilirrubina Indirecta (No Conjugada):** Bilirrubina no procesada por el hígado. Indicador de hemólisis o problemas de captación hepática.
- **Ácidos Biliares:** Compuestos sintetizados por el hígado a partir del colesterol que ayudan en la digestión de grasas. Indicador de función hepática y flujo biliar. Elevaciones pueden indicar insuficiencia hepática o colestasis.
- **Amoníaco:** Producto del metabolismo de las proteínas, convertido a urea por el hígado. Elevaciones indican falla hepática severa, dado que el hígado no puede convertir el amoníaco en urea eficientemente (Cremaschi, 2016).
- **Colesterol:** Componente importante de las membranas celulares y precursor de hormonas esteroides. Indicador de función hepática y nutricional. Niveles bajos pueden indicar insuficiencia hepática, mientras que niveles altos pueden estar asociados con enfermedades metabólicas o endocrinas.

## 2.7. Suplemento energético

Es una nueva tecnología diseñada para mejorar la vía de la gluconeogénesis y maximizar el uso de energía de los alimentos. Proporciona un aporte adicional de energía y puede sustituir total o parcialmente las grasas y aceites añadidos en alimentos que requieren 1 kg de este suplemento por cada 10 kg de grasa o aceite. Este suplemento ha sido formulado con una mezcla de ingredientes de alta digestibilidad y un perfil de nutrientes equilibrado, enfocado en maximizar el crecimiento en condiciones de producción intensiva (ALTVET, 2021).

### **2.7.1. Composición**

Kieselgur (Diatomita).....	11,5 % mínimo
1 – 2 propanodiol (propilenglicol).....	6,0 % mínimo GLICEROL
Propionato de calcio.....	5,8 % mínimo PROPIONICO
Excipiente Sepiolita CSP.....	100 %

- **Diatomita**

La diatomita es un mineral compuesto principalmente por los restos fosilizados de diatomeas, microorganismos unicelulares.

- **1-2 Propanodiol**

Es un compuesto orgánico que se utiliza en la industria agrícola como un humectante y agente humectante en productos alimenticios y de alimentación animal.

- **Propionato de calcio**

Es una sal del ácido propiónico y se utiliza como aditivo alimentario en la industria de alimentos y en la alimentación animal.

- **Sepiolita**

Es un mineral arcilloso fibroso que se utiliza en la agricultura como un agente mejorador del suelo y como aditivo en la alimentación animal. Se utiliza principalmente como un agente absorbente para mejorar la consistencia de las heces y reducir el olor en las instalaciones de cría (Ramírez, 2023).

### **2.7.2. Beneficios**

- Al ser un producto en polvo se mejora la mezcla con los alimentos.
- Mejore la calidad de la extrusión de alimentos y reduzca la tasa de rotura.
- Favorece el almacenamiento y procesamiento de grasas y aceites.

- Debido a los altos requerimientos energéticos de las dietas acuícolas, el uso del presente suplemento reduce la grasa como fuente de energía, facilitando así la preparación y el procesamiento del alimento, constata (Cardona, 2017).
- Se puede utilizar en una variedad de animales.

### **2.7.3. Dosificación**

- **Crecimiento:** En alimentos de inicio, suplementar 30 gr por animal y día.
- **Vacas en transición:** Tres semanas antes del parto, hasta 80 días después del parto, 50 gramos por animal y día.
- **Vacas en producción:** Hasta el día 200 de lactancia, 30 gramos por animal y día.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización de la investigación**

**Tabla 1**

*Localización*

<b>PAÍS</b>	<b>ECUADOR</b>
<b>Provincia</b>	Chimborazo
<b>Cantón</b>	Riobamba
<b>Parroquia</b>	Licto
<b>Sector</b>	Tunshi - Espoch, Km 12 Vía a Licto.

**Fuente:** GAD Riobamba (2023).

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Tunshi, ubicada en el kilómetro 12 vía a Riobamba, de la Parroquia Licto, Cantón Riobamba, provincia Chimborazo - Ecuador, perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, específicamente en la Unidad Académica de Investigación Bovina.

- **Situación geográfica y climática**

**Tabla 2**

*Situación geográfica*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>VALORES</b>
<b>Altitud</b>	2720 (m.s.n.m)
<b>Latitud</b>	1°44'54" Sur
<b>Longitud</b>	78°37'72" Oeste

**Fuente:** Estación meteorológica, ESPOCH. (2023).

**Tabla 3**

*Situación climática*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>PROMEDIO</b>
Temperatura °C	14°C
Humedad relativa %	73%
Precipitación, mm/año	558.60 mm/año

**Fuente:** Estación meteorológica, ESPOCH. (2023).

La Estación Experimental Tunshi es un lugar que geográficamente, se encuentra en un valle rodeado por montañas, con una altitud aproximada de 2,720 m.s.n.m. El clima es típicamente fresco y seco, con temperaturas promedio que oscilan entre los 14°C y los 20°C, humedad relativa del 73% y precipitaciones de 558.60 mm/año.

- **Zona de vida**

La investigación se realizó en una zona andina del Ecuador, determinado lugar corresponde a la clasificación ecológica: Estepa – Espinosa Montano Bajo, donde existen pastos naturales; eucaliptos, pinos, los mismos que constituyen la mayor parte de la superficie del ecosistema.

### **3.2. Metodología**

#### **3.2.1. Material en estudio**

- Terneras en etapa de Levante – raza Holstein
- Suplemento energético

#### **3.2.2. Factores en estudio**

- **Componente evaluado:** Suplemento energético (Factor A)

### 3.2.3. Tratamientos

Este análisis se efectuó con 12 animales en etapa de levante, donde a 9 terneras seleccionadas aleatoriamente se les aplicó tres niveles de suplemento energético, se las dividió en 3 grupos de 3 animales y, un grupo adicional de 3 terneros machos asignados al grupo control o T1.

**Tabla 4**

*Descripción del cada tratamiento*

<b>FACTOR</b>	<b>NIVEL</b>
<b>Suplemento Energético</b>	<b>T1:</b> Balanceado + Pastoreo
	<b>T2:</b> 10 g + Balanceado + Pastoreo
	<b>T3:</b> 20 g + Balanceado + Pastoreo
	<b>T4:</b> 30 g + Balanceado + Pastoreo

**Fuente:** Elaborado por Asmal y Tandapilco (2025)

### 3.2.4. Descripción de la unidad experimental

En el siguiente cuadro se detallan las características del experimento:

**Tabla 5**

*Descripción de la unidad experimental*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>INDICADORES</b>
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Tamaño de la unidad experimental	1
Animales por tratamiento	3 animales
Número total de animales	12

**Fuente:** Elaborado por Asmal y Tandapilco (2024)

### 3.2.5. Tipo de diseño experimental o estadístico

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) de un factor con 4 niveles. El modelo matemático empleado se lo describe de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = es la respuesta observada para el tratamiento j en el bloque i

$\mu$  = es la media general del experimento.

$\tau_j$  = es el efecto del tratamiento j

$\epsilon_{ij}$  = es el error experimental

### 3.2.6. Manejo de la Investigación

El manejo de la investigación se estructuró en varias etapas clave, que incluyeron:

#### 1. Limpieza y desinfección del lugar de investigación

Día lunes 5 de agosto del año 2024 en la Estación Experimental Tunshi – ESPOCH, concretamente en la Unidad Académica de Investigación Bovina sección terneros se dio inició con la limpieza y desinfección del espacio de control de los tratamientos. Con escobas, palas, carretillas, rastrillo se procedió a la limpieza total y con ayuda de un rociador tipo bomba, utilizando amonio cuaternario en una dosis de 10 ml/lit de agua se fumigó todo el lugar.

## **2. Construcción de las unidades experimentales**

Para un mejor manejo y aplicación de los tratamientos se separó a los 12 animales mediante corrales hechos de madera y rejillas, puertas de fierro y con una cubierta, cada separación estuvo compuesto de comederos y un dispensador de agua fuera de los corrales para que al momento de salir los terneros puedan beber. Por añadidura, un dispensador de forraje para la alimentación vespertina de los terneros, es decir, posterior al pastoreo.

## **3. Selección y preparación de los sujetos experimentales**

Los terneros de entre 4 a 6 meses de edad aproximadamente fueron seleccionados según el sexo, por ejemplo, para el primer tratamiento (Bloque 1) se seleccionó tres machos y para los otros tres tratamientos (Bloque 2, 3 y 4) hembras para cada nivel, seguidamente, se procedió a la obtención de muestras de sangre de la vena coccígea/yugular de cada animal antes de iniciar con el tratamiento, desde luego, con todas las medidas sanitarias. Seguidamente, las muestras fueron enviadas al laboratorio para el análisis del perfil hepático.

En esta fase también se tomaron datos necesarios para la elaboración de las historias clínicas de cada ejemplar. Cabe señalar, que no hubo inconveniente alguno con ningún sujeto de estudio.

Además, es importante señalar que se aplicó un desparasitante (Ivermectina) y una vitamina (ADE) a cada ternero, ya que esto permitió optimizar el uso del suplemento e incluso promover un crecimiento saludable y asegurando también que los terneros estén en la mejor condición para responder al tratamiento y que aprovechen al máximo cada nutriente adicional.

#### **4. Proceso de Suplementación y Alimentación**

Inicialmente, se estimó una semana de adaptación dietética o nutricional con pequeñas proporciones de balanceado a cada uno de los terneros.

Culminada esta etapa se procedió a la transición alimentaria, donde se inició añadiendo al balanceado diferentes niveles del Suplemento energético; para el Bloque 1 (solo balanceado), Bloque 2 (10 g de Suplemento energético + balanceado), Bloque 3 (20 g de Suplemento energético + balanceado), Bloque 4 (30 g de Suplemento energético + balanceado), suministrado todos los días a la 7:30 a.m. durante tres meses (12 de agosto – 12 de noviembre).

#### **5. Medición y Evaluaciones**

Se monitorearon distintos parámetros productivos; peso, altura de la cruz, perímetro torácico, perímetro abdominal, longitud corporal. Los datos obtenidos fueron registrados en distintas fichas hasta la finalización de la investigación, mismos que se indican en la sección de anexos.

##### **3.2.7. Métodos de evaluación**

- **Peso Inicial (PI)**

Esta variable se refiere a la medición del peso vivo de las terneras al inicio del ensayo experimental. Desempeñó un papel fundamental como variable de control para garantizar la homogeneidad inicial entre los grupos y evaluar los cambios en peso a lo largo del experimento.

Se evaluó semanalmente a cada una de las terneras, temprano en la mañana, antes de ofrecer alimento o agua, para evitar fluctuaciones debida a la ingesta, asegurándose de que las terneras estén tranquilas y sin estrés antes del pesaje.

Esto se realizó con una cinta bovino-métrica de dos escalas una en cm para medir el perímetro torácico y otra en kilogramos que indica el peso estimado del animal. Se coloca la cinta detrás de los miembros anteriores rodeando el tórax y sobre la cruz. Esta área es donde se obtiene la medida más representativa tanto del perímetro torácico como del peso, desde luego, colocando la cinta en la escala indicada.

- **Peso Final (PF)**

Esta variable comprende el peso corporal de las terneras al concluir el período experimental. Es una variable clave para evaluar los efectos de los tratamientos (niveles de suplemento energético). El procedimiento de pesaje fue el mismo que se describe en el ítem del peso inicial.

Los datos obtenidos junto con el peso inicial fueron esenciales para evaluar el impacto real de los suplementos y respaldar recomendaciones prácticas en la ganadería. Es decir que, este facilitó determinar cuál de los niveles de suplemento energético permitió alcanzar el mayor peso final.

- **Ganancia de peso (GP)**

Es el peso corporal ganado por cada ternera desde el inicio hasta el final del experimento. Un indicador central para determinar la efectividad de los niveles de suplemento energético. Se calcula como la diferencia entre el Peso Final y el Peso inicial. El resultado se muestra en la base de datos.

- **Altura a la cruz (AC)**

La medición de la altura de la cruz es fundamental para evaluar el desarrollo estructural de las terneras y determinar si los diferentes niveles de suplemento energético tienen un impacto significativo en su crecimiento.

Esta variable se registró al inicio y final de la investigación. Con la ayuda de una cinta métrica rígida se posicionó al animal en una superficie plana y sólida para garantizar la estabilidad con las extremidades rectas y el peso distribuido de manera uniforme. El punto de referencia para la medición es la cruz, definida como la intersección de las espinas escapulares y las primeras vértebras torácicas, extendiendo verticalmente desde la cinta perpendicular al suelo hasta la cruz del animal.

- **Perímetro Torácico (PT)**

Esta variable se registró al inicio y final de la experimentación, los datos adquiridos han permitido estimar el desarrollo corporal. Las mediciones se realizaron utilizando una cinta métrica flexible y calibrada, se colocó alrededor de la región torácica del animal, pasando por detrás de las patas delanteras y justo por encima de la cruz. Esto permitió monitorear los cambios en el desarrollo torácico a lo largo del tiempo.

- **Perímetro Abdominal (PAB)**

Indicador morfométrico que proporciona información sobre el desarrollo del aparato digestivo y la capacidad ruminal. Las mediciones se realizaron utilizando una cinta métrica flexible y no elástica. Se colocó alrededor de la región más amplia del abdomen, generalmente por detrás de las últimas costillas y delante de los flancos. Para ello, Las terneras se mantuvieron de pie, en posición relajada, y se inmovilizaron ligeramente para evitar movimientos que pudieran alterar las mediciones. Es importante señalar, que esta variable se evaluó al inicio y al final del período experimental. Esto permitió observar los cambios en el desarrollo abdominal durante el tiempo de suplementación.

- **Longitud Corporal (LC)**

Se realizó una medición al inicio del experimento y otra al final del período experimental. Tomada con la cinta métrica desde el punto de la escápula hasta la base de la cola. Esta variable permitió una evaluación integral del impacto de los diferentes niveles de suplemento energético sobre el crecimiento de las terneras.

- **Conversión alimenticia (CA)**

Indicador que mide cómo un animal convierte el alimento consumido en peso corporal. Indica cuántos kilogramos de alimento fueron necesarios para que el animal gane 1 kilogramo de peso vivo.

Los resultados de esto ha permitido comparar los efectos de los tres niveles de suplemento energético para recomendar el tratamiento más eficiente y rentable.

- **Perfil hepático**

Al inicio y final del experimento se recolectaron muestras de sangre mediante venopunción coccígea para evaluar biomarcadores relacionados con la función hepática. Se utilizó jeringas estériles y tubos vacutainer, además de, otros implementos sanitarios. Las extracciones se realizaron en la mañana, previo a la alimentación, para evitar interferencias relacionadas con la digestión.

Las muestras de sangre se almacenaron en un cooler a una temperatura de 4°C y se transportaron inmediatamente al laboratorio para su procesamiento.

Se compararon los resultados obtenidos al inicio y final de la investigación, permitiendo evaluar si el suplemento energético tuvo un efecto positivo, neutro o perjudicial en la función hepática de las terneras.

- **Análisis económico en relación Beneficio /Costo**

La relación beneficio/costo (B/C) se utilizó para determinar la viabilidad económica de los diferentes niveles de suplemento energético en el manejo de terneras de levante, evaluando si los beneficios obtenidos (en términos de productividad) justifican los costos asociados al suplemento.

### **3.2.8. Análisis de datos**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con la finalidad de determinar la existencia de diferencias significativas entre los grupos de tratamientos, además, se empleó el método de Fisher LSD, para realizar comparaciones múltiples y determinar entre cuáles niveles de suplemento energético existen diferencias significativas, proporcionando una comprensión detallada de cómo cada nivel de suplemento afecta los parámetros productivos en comparación con los otros niveles.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Interpretación de Resultados

El presente estudio evaluó el efecto de tres niveles de suplemento energético sobre los parámetros productivos en terneras de levante. Los resultados obtenidos se basan en el análisis de las variables medidas a lo largo de 104 días de experimento. Estas variables fueron recolectadas de manera sistemática, siguiendo un diseño experimental detallado, como se describe a continuación.

**Tabla 6**

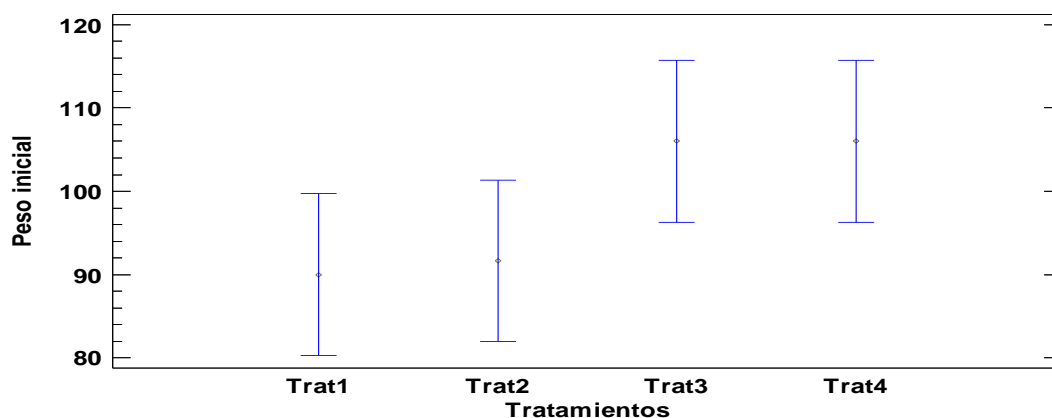
*Análisis de Varianza de la Variable Peso Inicial*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	694,25	3	231,417	2,18	0,1681
Error	848,667	8	106,083		
Total (Corr.)	1542,92	11			

La tabla da a conocer el análisis de varianza (ANOVA) de la variable Peso Inicial al inicio de la investigación. Descompone la varianza de la variable en dos componentes: un componente debido a los tratamientos y un componente debido al error. La Razón-F, que en este caso es igual a 2,18 es el cociente entre el estimado del tratamiento y el estimado del error. Puesto que el Valor-P de la razón-F es mayor que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la variable Peso Inicial, entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

**Figura 1**

*Media por tratamiento de la Variable Peso Inicial*



El gráfico muestra un análisis de medias con intervalos de confianza del 95% mediante el método Fisher LSD para cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) en relación con la Variable Peso Inicial. Los resultados indican que, aunque T3 y T4 tienen las medias más altas, la superposición de los intervalos de confianza sugiere que las diferencias entre los tratamientos no son estadísticamente significativas. Esto implica que no se puede afirmar con evidencia estadística que algún tratamiento sea superior o inferior en términos de la variable evaluada.

**Tabla 7**

*Análisis de Varianza de la Variable Peso final*

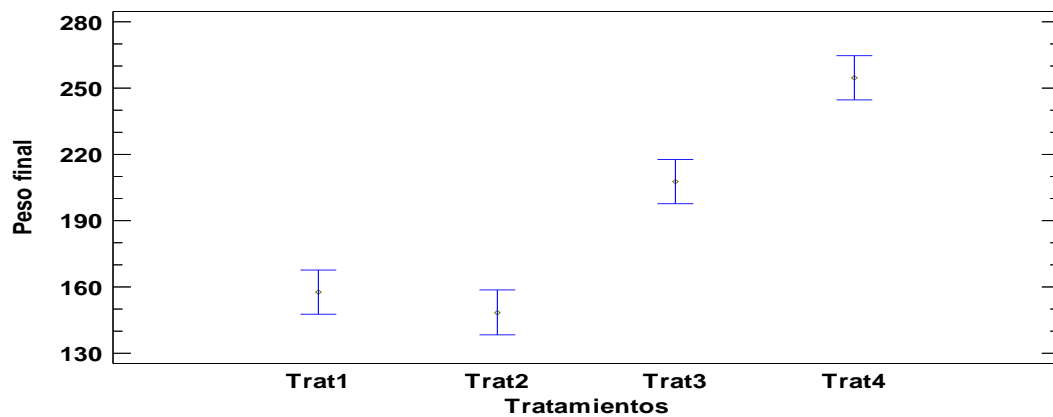
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	21730,6	3	7243,52	63,93	0,000
Error	906,5	8	113,312		
Total (Corr.)	22637,1	11			

La tabla presenta un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la Variable Peso Final, se descompone la variabilidad total en dos componentes: uno atribuido a los

tratamientos y otro al error. La Razón-F obtenida es 63,93, con un Valor-P asociado de 0,0000, que es menor a 0,05. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos en relación con la Variable Peso Final, con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente sobre la longitud corporal en comparación con los demás.

## Figura 2

*Media por tratamiento de la Variable Peso final*



La figura indica las medias por tratamiento de la Variable Peso final. La media del T1 es estadísticamente igual a la media del T2, y diferente a las medias del T3 y T4. La media del T2 es diferente a las medias del T3 y T4, y estadísticamente igual a la media del T1. La media del T3 es estadísticamente diferente a las medias del T1, T2 y T4. La media del T4 es diferente estadísticamente a las medias del T3, T2 y T1. La media del T4 presenta el mayor valor final.

**Tabla 8**

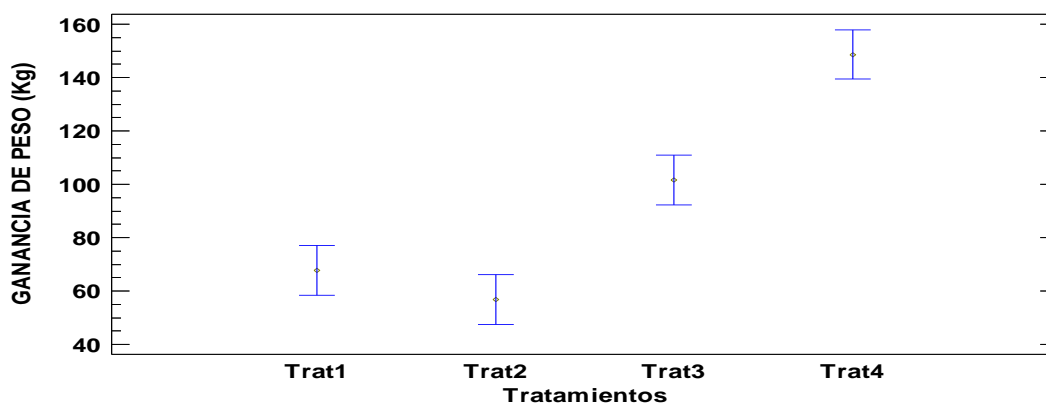
*Análisis de varianza para la Variable Ganancia de peso*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	15365,1	3	5121,69	52,32	0,0000
Error	783,167	8	97,8958		
Total (Corr.)	16148,2	11			

La tabla presenta un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable Conversión alimentaria, se descompone la variabilidad total en dos componentes: uno atribuido a los tratamientos y otro al error. La Razón-F obtenida es 52,32 con un Valor-P asociado de 0,0000, que es menor a 0,05. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos en relación con la variable Peso final, con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente.

**Figura 3**

*Media por tratamiento de la Variable Ganancia de Peso*



La figura indica las medias por tratamiento de la variable Ganancia de peso. La media del T1 es estadísticamente igual a la media del T2, y diferente a las medias del T3 y T4. La media del T2 es diferente a las medias del T3 y T4, y estadísticamente igual a la media del T1. La media del T3 es estadísticamente

diferente a las medias del T1, T2 y T4. La media del T4 es diferente estadísticamente y mayor valor final a los otros tratamientos.

**Tabla 9**

*Análisis de Varianza de la Variable Altura de la Cruz Inicial*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	8,66667	3	2,88889	0,26	0,8491
Error	87,3333	8	10,9167		
Total (Corr.)	96	11			

La tabla presenta un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable Altura de la Cruz Inicial, descomponiendo la variabilidad total en dos componentes: uno atribuido a los tratamientos y otro al error. La Razón-F obtenida es 0.26, con un Valor-P asociado de 0.8491, que es mayor a 0.05. Esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos en relación con la variable Altura de la Cruz Inicial, con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, los tratamientos tienen efectos estadísticamente similares sobre la altura de la cruz.

**Tabla 10**

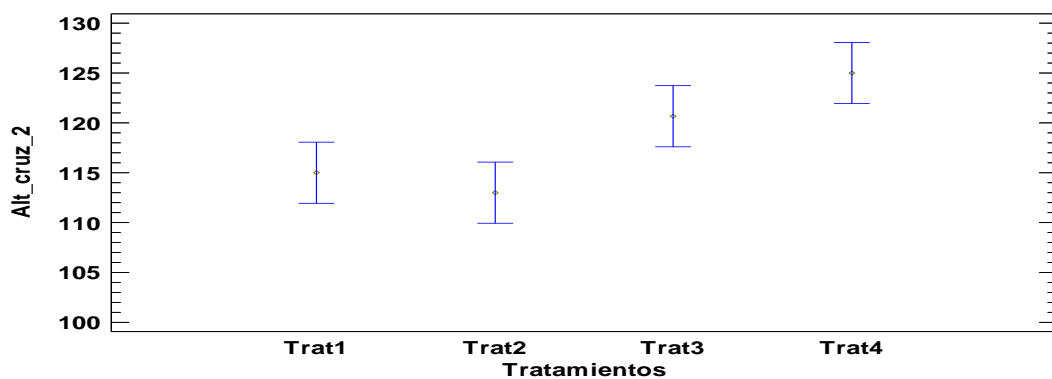
*Análisis de Varianza de la Variable Altura de la Cruz Final*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	268,25	3	89,4167	8,45	0,0073
Error	84,6667	8	10,5833		
Total (Corr.)	352,917	11			

La tabla presenta un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable Altura de la cruz 2. La Razón-F obtenida es 8.45, con un Valor-P de 0.0073 ( $< 0.05$ ), indicando diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos con un 95% de confianza. Por lo tanto, al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente sobre la altura de la cruz final.

#### Figura 4

*Media por tratamiento de la Variable Altura de la Cruz Final*



La figura indica las medias por tratamiento de la variable Altura de la Cruz final. La media del T1 es estadísticamente igual a la media del T2 y T3, y estadísticamente diferente a la media del T4. La media del T2 es estadísticamente igual a la media del T1, y diferente a las medias del T3 y T4.

La media del T3 es igual a la media del T2 y T4, y diferente a la media del T2. La media del T4 es estadísticamente igual a la media del T3 y estadísticamente diferente las medias del T2 y T3. Se observa que la media del T4 y T3 presentan valores mayores a las otras medias, por lo que existe una diferencia significativa.

**Tabla 11***Prueba de rangos múltiples para la Variable Altura de la Cruz Final*

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Trat2	3	113	X
Trat1	3	115	XX
Trat3	3	120,667	XX
Trat4	3	125	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

**Tabla 12***Análisis de Varianza de la Variable Perímetro Torácico Inicial*

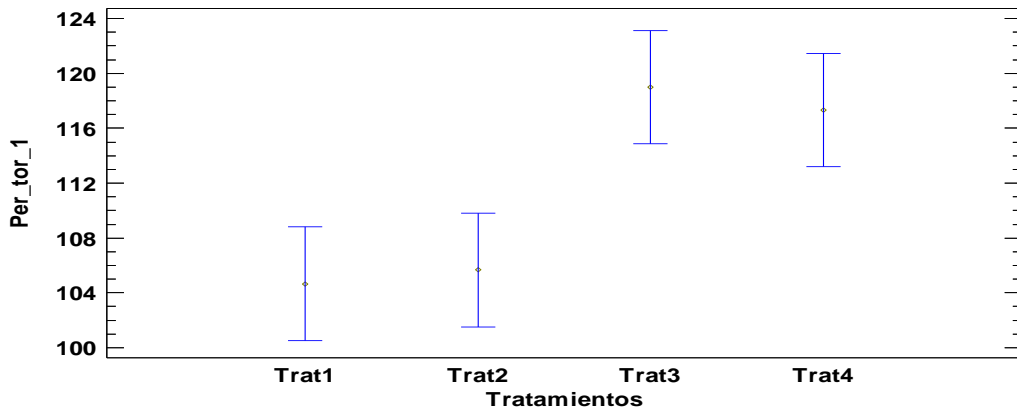
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	512,667	3	170,889	8,88	0,0063
Error	154	8	19,25		
Total (Corr.)	666,667	11			

La tabla presenta un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable Perímetro Torácico Inicial, descomponiendo la variabilidad total en dos componentes: uno atribuido a los tratamientos y otro al error. La Razón-F obtenida es 8,88, con un Valor-P asociado de 0,0063, que es menor a 0,05. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos en

relación con la variable Perímetro Torácico Inicial, con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente sobre el perímetro torácico en comparación con los demás.

**Figura 5**

*Media por tratamiento de la variable Perímetro Torácico Inicial*



La figura indica las medias de cada tratamiento de la variable Perímetro torácico Inicial. La media del T1 y T2, son estadísticamente iguales. Las medias del T3 y T4, son estadísticamente iguales, pero diferentes estadísticamente a las medias del T1 y T2.

**Tabla 13**

*Análisis de Varianza de la Variable Perímetro Torácico Final*

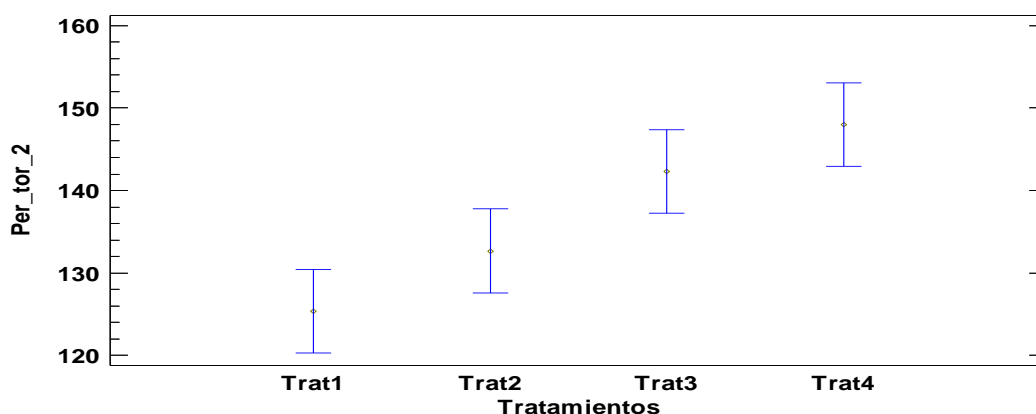
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	912,917	3	304,306	10,49	0,0038
Error	232	8	29		
Total (Corr.)	1144,92	11			

La tabla presenta un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable Perímetro Torácico Final, descomponiendo la variabilidad total en dos componentes: uno

atribuido a los tratamientos y otro al error. La Razón-F obtenida es 10,49, con un Valor-P asociado de 0,0038, que es menor a 0,05. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos en relación con la variable Perímetro Torácico Final, con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente sobre el perímetro torácico en comparación con los demás.

### Figura 6

*Media por tratamiento de la Variable Perímetro Torácico Final*



La figura indica las medias por cada tratamiento de la variable Perímetro torácico Final. La media del T1 es estadísticamente igual a la media del T2, y diferente a las medias del T3 y T4. La media del T2 es igual estadísticamente a la media del T3 y T1, pero diferente estadísticamente a la media del T4. La media del T3 es estadísticamente igual a las medias del T2 y T4, pero diferente estadísticamente a la media del T1. La media del T4 es estadísticamente igual a la media del T3, y diferente estadísticamente a las medias del T2 y T1. Los valores medios con intervalos de confianza para 4 tratamientos (T1 a T4).

Se observa una tendencia ascendente en los valores medios, comenzando en aproximadamente 125 unidades para T1 y aumentando progresivamente hasta cerca

de 145 unidades para T4. Los intervalos de confianza (barras de error) se solapan parcialmente entre tratamientos adyacentes, lo que sugiere que las diferencias entre tratamientos consecutivos podrían no ser estadísticamente significativas.

**Tabla 14**

*Prueba de rangos múltiples para la Variable Perímetro Torácico Final*

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Trat1	3	125,333	X
Trat2	3	132,667	XX
Trat3	3	142,333	XX
Trat4	3	148	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Donde no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles.

**Tabla 15**

*Análisis de Varianza de la Variable Perímetro Abdominal Inicial*

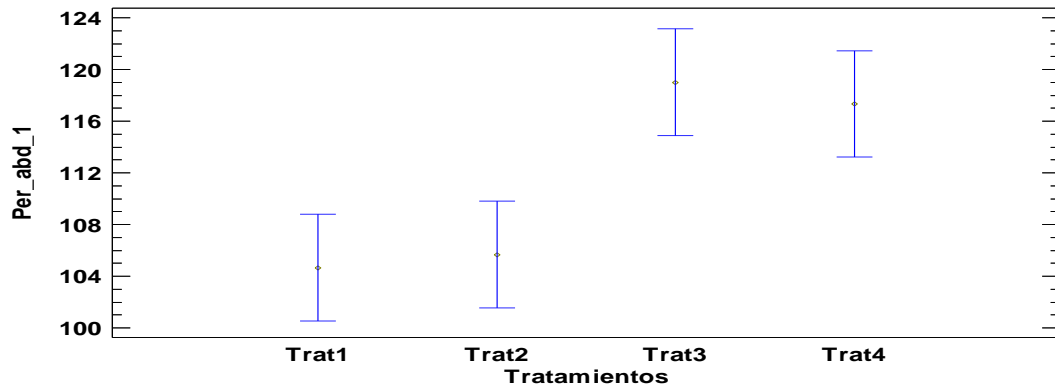
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	512,667	3	170,889	8,88	0,0063
Error	154	8	19,25		
Total (Corr.)	666,667	11			

La tabla presenta un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable Perímetro Abdominal Inicial, descomponiendo la variabilidad total en dos componentes: uno atribuido a los tratamientos y otro al error. La Razón-F obtenida es 8.88, con un Valor-P asociado de 0.0063, que es menor a 0.05. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos en

relación con la variable Perímetro Abdominal Inicial, con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente sobre el Perímetro Abdominal en comparación con los demás.

**Figura 7**

*Media por tratamiento de la Variable Perímetro Abdominal Inicial*



La figura indica las medias por tratamiento de la variable Perímetro Abdominal Inicial. La media del T1 es igual a la media del T2, y diferente a las medias del T3 y T4. La media del T2 es igual a la media del T1, y diferente a las medias del T3 y T4. La media del T3 es igual a la media del T4, y diferente a las medias del T1 y T2. La media del T4 es igual a la media del T3, y diferente a las medias del T1 y T2. Se observa que las medias del T3 y T4 presentan valores mayores a las otras medias, evidenciando una diferencia significativa.

**Tabla 16**

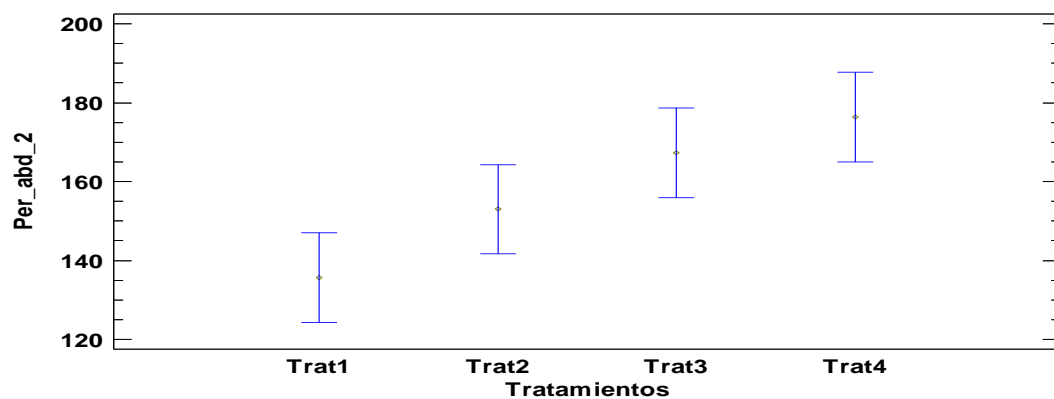
*Análisis de Varianza de la Variable Perímetro Abdominal Final*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	2840,92	3	946,972	6,52	0,0153
Error	1162	8	145,25		
Total (Corr.)	4002,92	11			

La tabla presenta un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable Perímetro Abdominal Final, descomponiendo la variabilidad total en dos componentes: uno atribuido a los tratamientos y otro al error. La Razón-F obtenida es 6,52, con un Valor-P asociado de 0.0153, que es menor a 0.05. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos en relación con la variable Perímetro abdominal Inicial, con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente sobre el perímetro abdominal en comparación con los demás.

### Figura 8

*Media por tratamiento de la Variable Perímetro Abdominal Final*



La figura indica las medias por cada tratamiento de la variable Perímetro Abdominal Final. La media del T1 es estadísticamente igual a la media del T2, y diferente a las medias del T3 y T4. La media del T2 es igual estadísticamente a la media del T3 y T1, pero diferente estadísticamente a la media del T4. La media del T3 es estadísticamente igual a las medias del T2 y T4, pero diferente estadísticamente a la media del T1.

La media del T4 es estadísticamente igual a la media del T3, y diferente estadísticamente a las medias del T2 y T1. Los valores medios con intervalos de confianza para 4 tratamientos (T1 a T4). Se observa una tendencia ascendente en

los valores medios, comenzando en aproximadamente 125 unidades para Trat1 y aumentando progresivamente hasta cerca de 165 unidades para Trat4. Los intervalos de confianza (barras de error) se solapan parcialmente entre tratamientos adyacentes, lo que sugiere que las diferencias entre tratamientos consecutivos podrían no ser estadísticamente significativas.

**Tabla 17**

*Prueba de rangos múltiples para la Variable Perímetro Abdominal Final*

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Trat1	3	135,667	X
Trat2	3	153	XX
Trat3	3	167,333	XX
Trat4	3	176,333	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias con un nivel del 95,0% de confianza. Se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

**Tabla 18**

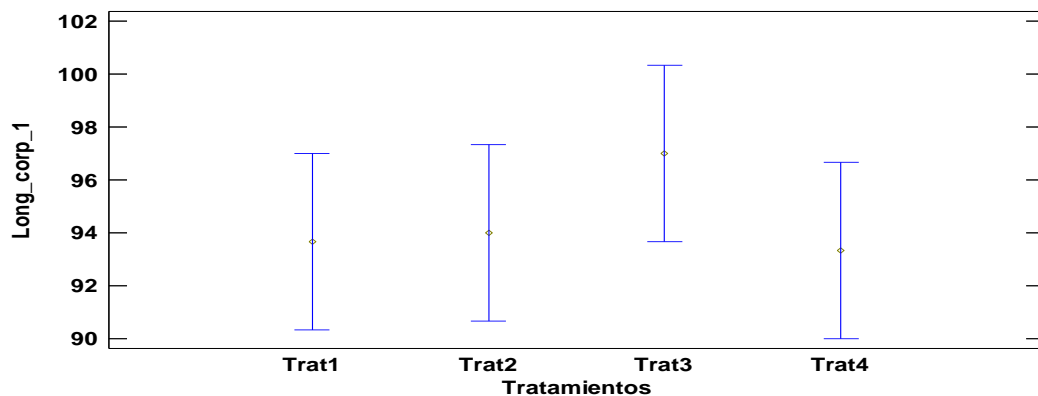
*Análisis de Varianza de la Variable Longitud Corporal Inicial*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	25,6667	3	8,55556	0,69	0,5837
Error	99,3333	8	12,4167		
Total (Corr.)	125	11			

La tabla da a conocer el análisis de varianza (ANOVA) de la variable Longitud Corporal al inicio de la investigación. El análisis descompone la varianza de la variable en dos componentes: un componente debido a los tratamientos y un componente debido al error. La Razón-F es igual a 0,689038 mayor a 0,05, lo que significa que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la variable de Longitud Corporal Inicial, entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95% de confianza.

### Figura 9

*Medía por tratamiento de la Variable Longitud Corporal Inicial*



El gráfico muestra un análisis de medias con intervalos de confianza del 95% mediante el método Fisher LSD para cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) en relación con la variable de respuesta Longitud Corporal inicial. Los resultados indican que, aunque T3 tiene la media más alta y T4 la más baja, la superposición de los intervalos de confianza sugiere que las diferencias entre los tratamientos no son estadísticamente significativas. Esto implica que no se puede afirmar con evidencia estadística que algún tratamiento sea superior o inferior en términos de la variable evaluada.

Es destacable que el T3 muestra la media más alta (aproximadamente 97) y la mayor variabilidad, mientras que el T4 presenta la media más baja (cerca de 93). El T1 y T2 tienen medias y variabilidades similares, ubicándose en valores intermedios.

**Tabla 19**

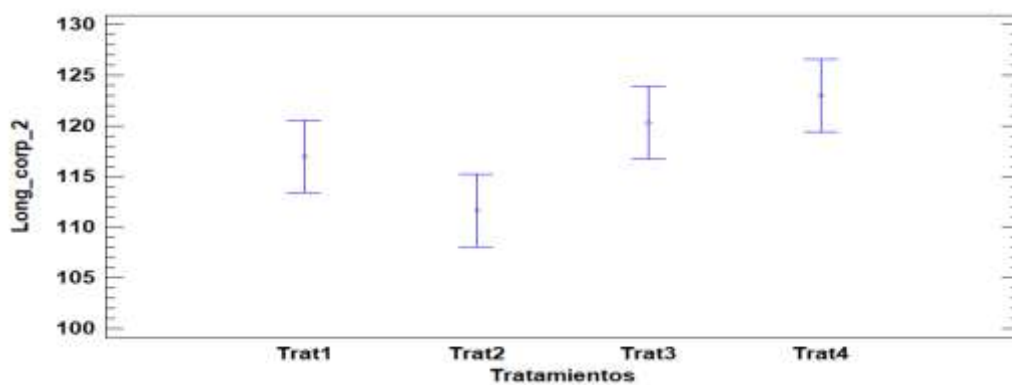
*Análisis de Varianza de la variable Longitud Corporal Final*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	214,667	3	71,5556	5,05	0,0298
Error	113,333	8	14,1667		
Total (Corr.)	328	11			

La tabla presenta un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable Longitud Corporal Final, se descompone la variabilidad total en dos componentes: uno atribuido a los tratamientos y otro al error. La Razón-F obtenida es 5,05, con un Valor-P asociado de 0,0298, que es menor a 0,05 con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, se manifiesta que al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente sobre la longitud corporal en comparación con los demás.

**Figura 10**

*Media por tratamiento de la Variable Longitud Corporal Final*



El gráfico indica el análisis de medias con intervalos de confianza del 95% mediante el método Fisher LSD para cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) en relación con la variable de respuesta Longitud Corporal Final.

El T4 presenta la media más alta (aproximadamente 123) y T2 la más baja (cerca de 112), con una tendencia ascendente desde T2 hasta T4; los intervalos de confianza no muestran traslape significativo entre T2 y T4, lo que sugiere diferencias estadísticamente significativas entre estos tratamientos específicos.

**Tabla 20**

*Prueba de múltiples rangos para la Variable Longitud Corporal Final*

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Trat2	3	111,667	X
Trat1	3	117	XX
Trat3	3	120,333	X
Trat4	3	123	X

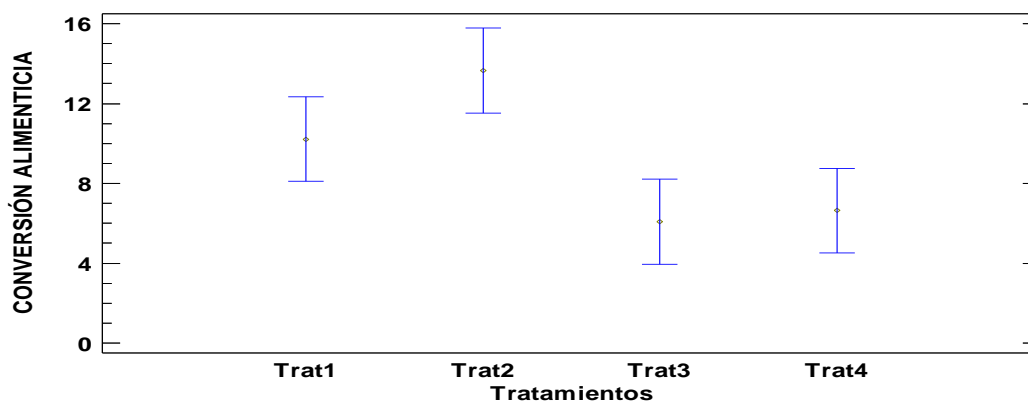
La tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. En la que, el T4 presenta el valor de media más alto.

En un estudio realizado por Cardona (2017), halló que, los terneros alimentados con leche y forrajes frescos, como único alimento sólido, las ganancias de peso, crecimiento de la cruz, la longitud corporal y todo el desarrollo del animal se reducían en más de un 30 %, en comparación a aquellos que recibían leche, forraje y concentrados. Esto demuestra que los terneros necesitan de alimentos secos por su limitada capacidad de ingestión y que el uso de voluminosos frescos como único alimento sólido, no garantiza los nutrientes necesarios para una eficiente actividad ruminal y condición corporal.

**Tabla 21***Análisis de Varianza para la Variable Conversión Alimenticia*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	111,619	3	37,2063	7,29	0,0112
Error	40,8044	8	5,10055		
Total (Corr.)	152,423	11			

La tabla presenta un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la variable Conversión alimentaria, se descompone la variabilidad total en dos componentes: uno atribuido a los tratamientos y otro al error. La Razón-F obtenida es 7,29 con un Valor-P asociado de 0,0112, que es menor a 0,05. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos.

**Figura 11***Media por tratamiento de la Variable Conversión Alimenticia*

La figura presenta las medias de cada tratamiento. La media del T1 es estadísticamente igual a las medias del T2, T3 y T4. La media del T2 es estadísticamente igual a la media del T1, y diferente a las medias del T3 y T4. Las medias del T3 y T4 son estadísticamente iguales, y diferentes a la media del T2. La media del T2 presenta el más alto valor de Conversión alimenticia.

**Tabla 22**

*Prueba de rangos múltiples para la Variable Conversión Alimenticia*

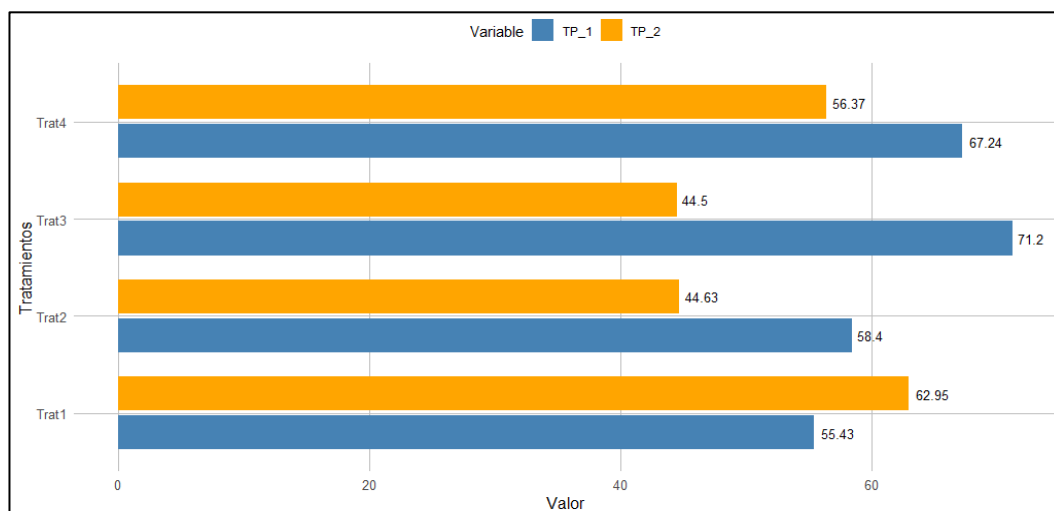
Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Trat3	3	6,08	X
Trat4	3	6,63333	X
Trat1	3	10,2167	XX
Trat2	3	13,6567	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. La conversión alimenticia (CA) fueron mayor en las terneras asignadas al T2.

- **Perfil Hepático**

**Figura 12**

*Variable: Proteínas Totales (g/L). (TP)*



La figura muestra la concentración de proteínas totales (TP) medidas en g/L en diferentes tratamientos (T1 a T4), con mediciones al inicio (TP\_1) y al final (TP\_2). Los hallazgos revelan patrones interesantes en la dinámica de las proteínas totales a lo largo del proceso productivo. En el T1, se observa una concentración inicial (TP\_1) de 65.43 g/L, con una ligera disminución al final del proceso (TP\_2) alcanzando 62.95 g/L, lo que representa una reducción del 3.79%.

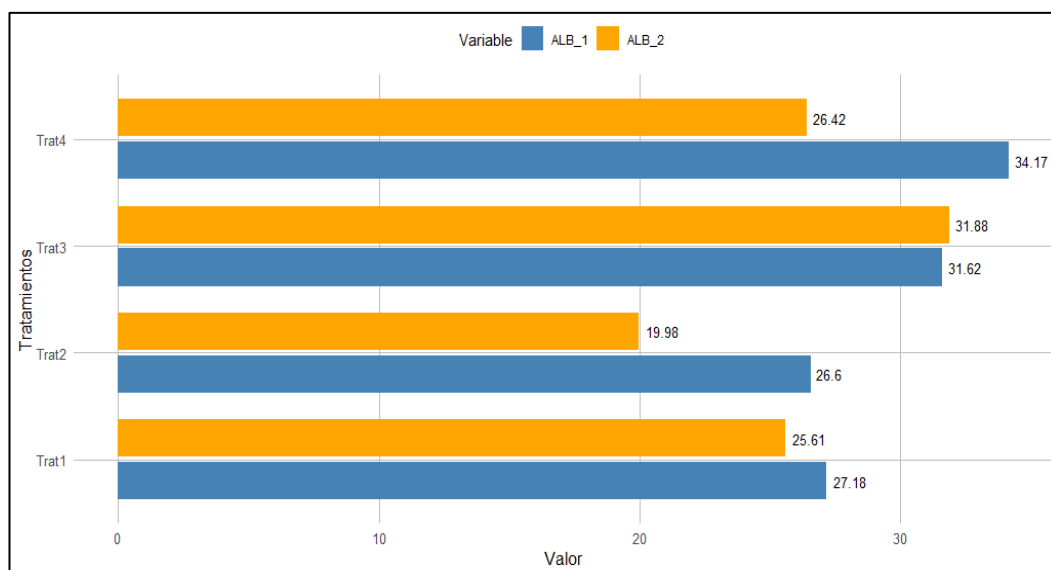
El T2 muestra un comportamiento diferente, iniciando con una concentración (TP\_1) de 58.4 g/L y disminuyendo notablemente al final (TP\_2) hasta 44.63 g/L, lo que representa una reducción más pronunciada del 23.58%. Esta disminución significativa podría indicar un posible desafío metabólico o nutricional durante el proceso productivo. En el T3, se observa la concentración inicial (TP\_1) más elevada de todos los tratamientos, con 71.2 g/L, seguida de una marcada reducción al final del proceso (TP\_2) hasta 44.5 g/L, representando la disminución más dramática observada, del 37.5%. Esta notable reducción merece especial atención desde el punto de vista fisiológico y nutricional.

El T4 exhibe un comportamiento particular, con una concentración inicial (TP\_1) de 67.24 g/L y una reducción más moderada al final (TP\_2) hasta 56.37 g/L, representando una disminución del 16.17%.

Es relevante notar que todos los tratamientos muestran una tendencia a la disminución en las concentraciones de proteínas totales al final del proceso productivo, aunque con diferentes magnitudes. Las variaciones observadas podrían atribuirse a diversos factores, incluyendo el manejo nutricional, el estado fisiológico de los animales, y las demandas metabólicas específicas de cada etapa productiva.

**Figura 13**

Variable: Albúmina (g/L). (ALB)



La figura presenta los niveles de albúmina sérica medidos en g/L de diferentes tratamientos (T1 a T4) en ganado vacuno, con mediciones realizadas al inicio (ALB\_1) y al final (ALB\_2). A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados:

En el T1, se observa una concentración inicial de albúmina (ALB\_1) de 27.18 g/L, que experimenta una ligera disminución al final del proceso (ALB\_2) hasta 25.61 g/L, representando una reducción del 5.78%. Esta variación moderada sugiere una relativa estabilidad en la función hepática y el estado nutricional proteico durante el proceso.

El T2 muestra una dinámica más pronunciada, iniciando con una concentración (ALB\_1) de 26.6 g/L y disminuyendo considerablemente al final (ALB\_2) hasta 19.98 g/L, lo que representa una reducción del 24.89%. Esta disminución significativa podría indicar una alteración en la capacidad de síntesis proteica hepática o un desbalance en el metabolismo proteico durante el proceso productivo.

En contraste, el T3 exhibe un comportamiento particular, con una concentración inicial (ALB\_1) de 31.62 g/L y manteniendo niveles similares al final del proceso (ALB\_2) con 31.88 g/L, mostrando incluso un ligero incremento del 0.82%. Este tratamiento destaca por mantener la mayor estabilidad en los niveles de albúmina, sugiriendo condiciones favorables para el mantenimiento de la función hepática y el balance proteico.

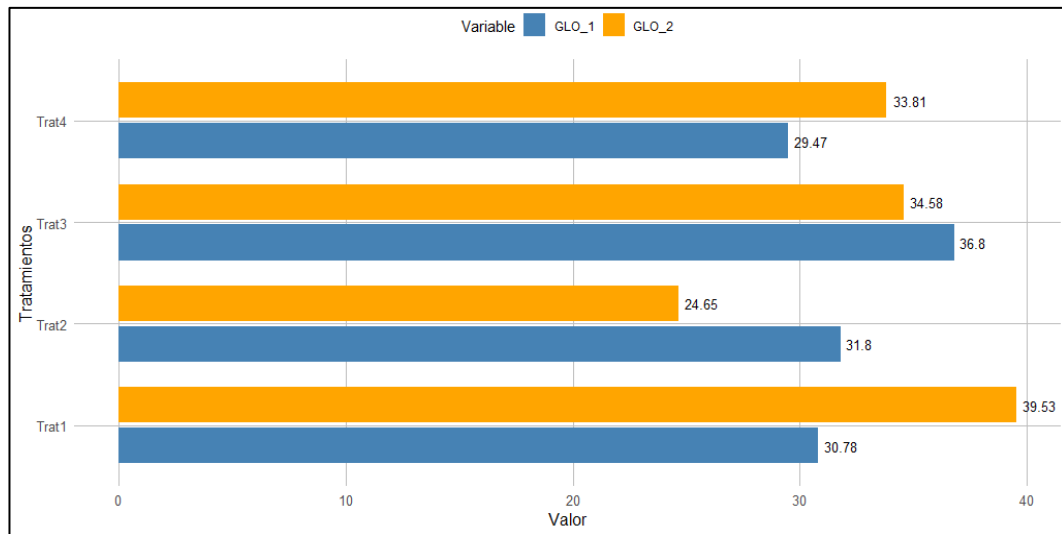
El T4 presenta la concentración inicial más elevada (ALB\_1) con 34.17 g/L, seguida de una marcada reducción al final del proceso (ALB\_2) hasta 26.42 g/L, representando una disminución del 22.68%. Esta notable reducción merece especial atención desde la perspectiva del manejo nutricional y la salud animal. Es importante señalar que, con excepción del T3, todos los tratamientos muestran una tendencia a la disminución en las concentraciones de albúmina al final del proceso productivo. Las variaciones observadas podrían atribuirse a múltiples factores, incluyendo:

1. Cambios en el estado nutricional
2. Variaciones en la función hepática
3. Demandas metabólicas específicas de cada etapa productiva
4. Posibles respuestas al estrés fisiológico

Estos hallazgos sugieren la necesidad de implementar estrategias de monitoreo y ajuste nutricional específicas para cada tratamiento, prestando especial atención a aquellos que mostraron las reducciones más significativas (T2 y T4). La estabilidad observada en el T3 podría servir como referencia para optimizar los protocolos de manejo en los demás tratamientos.

**Figura 14**

Variable: Globulina (g/L). (GLO)



La figura ilustra los niveles de globulina sérica medidos en g/L en diferentes tratamientos (T1 a T4), con mediciones realizadas al inicio (GLO\_1) y al final (GLO\_2) del proceso. A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados:

En el T1, se observa una concentración inicial de globulina (GLO\_1) de 30.78 g/L, que experimenta un incremento notable al final del proceso (GLO\_2) hasta alcanzar 39.53 g/L, representando un aumento del 28.43%. Este incremento significativo podría indicar una respuesta inmunológica activa o un proceso inflamatorio durante el período productivo.

El T2 muestra una dinámica contrastante, iniciando con una concentración (GLO\_1) de 31.8 g/L y disminuyendo considerablemente al final (GLO\_2) hasta 24.65 g/L, lo que representa una reducción del 22.48%. Esta disminución significativa podría sugerir una alteración en la respuesta inmune o en la síntesis de proteínas durante el proceso.

En el T3, se observa una concentración inicial (GLO\_1) de 36.8 g/L, la cual disminuye ligeramente al final del proceso (GLO\_2) hasta 34.58 g/L, mostrando una reducción moderada del 6.03%. Esta relativa estabilidad sugiere un mantenimiento más equilibrado de la función inmunológica en comparación con los otros tratamientos.

El T4 presenta una concentración inicial (GLO\_1) de 29.47 g/L, seguida de un incremento al final del proceso (GLO\_2) hasta 33.81 g/L, representando un aumento del 14.73%. Este incremento, aunque menor que el observado en el T1, también sugiere una activación de la respuesta inmunológica durante el período productivo.

Es notable observar que los tratamientos muestran patrones divergentes en la evolución de los niveles de globulina:

1. Dos tratamientos (T1 y T4) presentan incrementos en los niveles de globulina.
2. Dos tratamientos (T2 y T3) muestran reducciones, aunque de diferente magnitud.
3. Las variaciones más extremas se observan en el T1 (incremento) y T2 (reducción).

Estos patrones diferenciados podrían atribuirse a diversos factores, incluyendo:

- Variaciones en la respuesta inmunológica individual.
- Exposición a diferentes desafíos sanitarios.
- Condiciones ambientales específicas de cada tratamiento.
- Estado fisiológico de los animales.
- Manejo nutricional diferenciado.

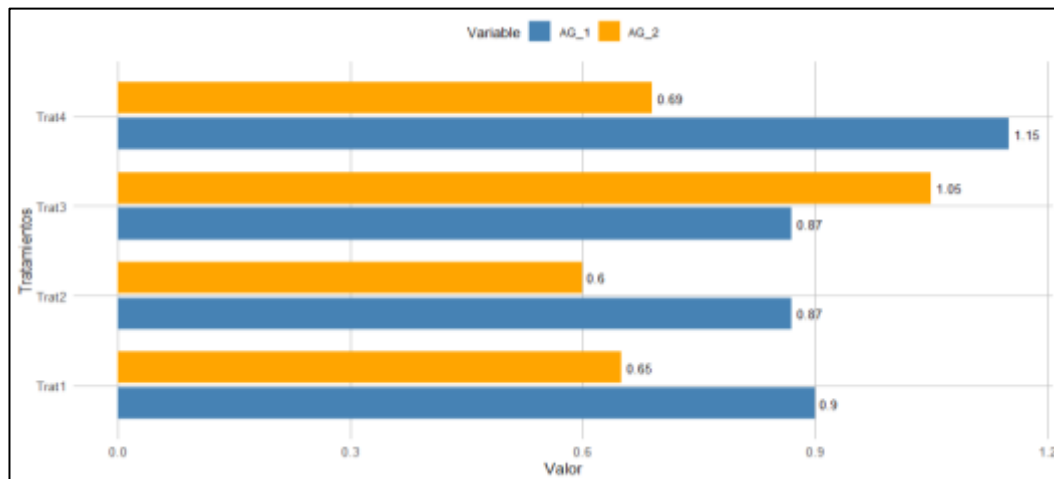
La heterogeneidad en las respuestas observadas sugiere la necesidad de implementar estrategias de monitoreo inmunológico más detalladas y específicas

para cada tratamiento. El entendimiento de estos patrones de variación en los niveles de globulina resulta crucial para:

- Optimizar protocolos sanitarios.
- Ajustar estrategias de manejo preventivo.
- Desarrollar programas nutricionales más específicos.
- Mejorar la eficiencia productiva general del ganado.

### Figura 15

Variable: Relación Albúmina/Globulina. (A/G)



La figura presenta la relación Albúmina/Globulina (A/G) en diferentes tratamientos (T1 a T4), con mediciones al inicio (A/G<sub>1</sub>) y al final (A/G<sub>2</sub>) del proceso. A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados:

En el T1, se observa una relación A/G inicial (A/G<sub>1</sub>) de 0.90, que disminuye al final del proceso (A/G<sub>2</sub>) hasta 0.65, representando una reducción del 27.78%. Esta disminución sugiere un cambio en el balance proteico, posiblemente debido a un incremento relativo en las globulinas respecto a la albúmina.

El T2 muestra una relación A/G inicial (A/G<sub>1</sub>) de 0.87, que experimenta una reducción al final del proceso (A/G<sub>2</sub>) hasta 0.60, representando una disminución

del 31.03%. Esta reducción significativa podría indicar una alteración más pronunciada en el equilibrio proteico sérico durante el período productivo.

En contraste, el T3 presenta un patrón diferente, iniciando con una relación A/G (A/G<sub>1</sub>) de 0.87 y aumentando al final del proceso (A/G<sub>2</sub>) hasta 1.05, lo que representa un incremento del 20.69%. Este aumento sugiere un cambio en la proporción de proteínas séricas favoreciendo relativamente los niveles de albúmina sobre las globulinas.

El T4 exhibe la relación A/G inicial más alta (A/G<sub>1</sub>) con 1.15, que disminuye considerablemente al final del proceso (A/G<sub>2</sub>) hasta 0.69, representando una reducción del 40%. Esta marcada disminución representa el cambio más dramático observado entre todos los tratamientos.

Es relevante destacar varios aspectos significativos:

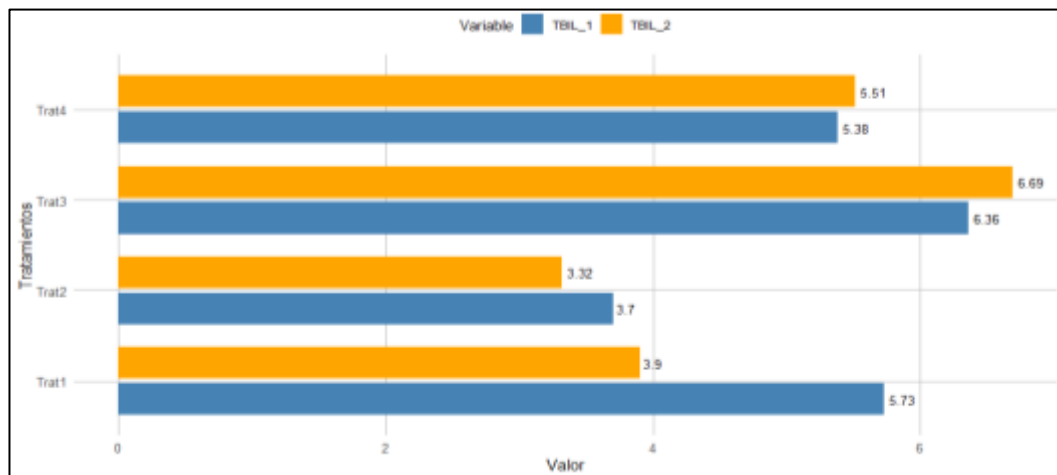
1. Tres de los cuatro tratamientos (T1, T2 y T4) muestran una tendencia a la disminución en la relación A/G.
2. Solo el T3 muestra un incremento en esta relación, sugiriendo un comportamiento metabólico diferenciado.
3. Las variaciones observadas podrían atribuirse a múltiples factores:
  - Cambios en la función hepática
  - Alteraciones en el estado inmunológico
  - Variaciones en el estado nutricional
  - Respuestas específicas al manejo productivo

La interpretación de estos resultados sugiere importantes implicaciones prácticas:

1. La necesidad de un monitoreo más detallado del perfil proteico en los tratamientos que mostraron las reducciones más significativas (T2 y T4).
2. La importancia de investigar los factores que contribuyeron al incremento favorable de la relación A/G en el T3, que podría servir como referencia para optimizar los otros tratamientos.
3. La conveniencia de establecer estrategias de manejo diferenciadas según el comportamiento observado en cada tratamiento.

**Figura 16**

*Variable: Bilirrubina Total (umol/L). (TBIL)*



La figura presenta los niveles de bilirrubina total (TBIL) medidos en  $\mu\text{mol/L}$  en diferentes tratamientos (T1 a T4), con mediciones realizadas al inicio (TBIL\_1) y al final (TBIL\_2) del proceso productivo. A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados:

En el T1, se observa una concentración inicial de bilirrubina total (TBIL\_1) de 5.73  $\mu\text{mol/L}$ , que experimenta una disminución significativa al final del proceso (TBIL\_2) hasta 3.90  $\mu\text{mol/L}$ , representando una reducción del 31.94%. Esta

disminución considerable sugiere una mejora en la función hepática y el metabolismo de la bilirrubina durante el proceso productivo.

El T2 muestra niveles iniciales (TBIL\_1) de 3.70  $\mu\text{mol/L}$ , con una ligera disminución al final del proceso (TBIL\_2) hasta 3.32  $\mu\text{mol/L}$ , representando una reducción del 10.27%. Esta variación moderada sugiere una relativa estabilidad en la función hepática durante el período de estudio.

En el T3, se observa la concentración inicial más alta (TBIL\_1) con 6.36  $\mu\text{mol/L}$ , que experimenta un ligero incremento al final del proceso (TBIL\_2) hasta 6.69  $\mu\text{mol/L}$ , representando un aumento del 5.19%. Este incremento, aunque pequeño, merece atención desde el punto de vista de la función hepática.

El T4 presenta una concentración inicial (TBIL\_1) de 5.38  $\mu\text{mol/L}$ , con una ligera variación al final del proceso (TBIL\_2) hasta 5.51  $\mu\text{mol/L}$ , mostrando un aumento marginal del 2.42%. Esta estabilidad relativa sugiere un mantenimiento consistente de la función hepática durante el período de estudio.

Es importante destacar varios aspectos significativos en los resultados:

1. Se observan patrones divergentes entre los tratamientos:
  - T1 y T2 muestran reducciones en los niveles de bilirrubina.
  - Dos tratamientos (T3 y T4) presentan ligeros incrementos.
2. Las variaciones observadas podrían atribuirse a diversos factores:
  - Diferencias en la función hepática.
  - Variaciones en el metabolismo de la hemoglobina.
  - Efectos del manejo nutricional.
  - Condiciones específicas de cada tratamiento.
3. Las implicaciones prácticas de estos hallazgos sugieren:

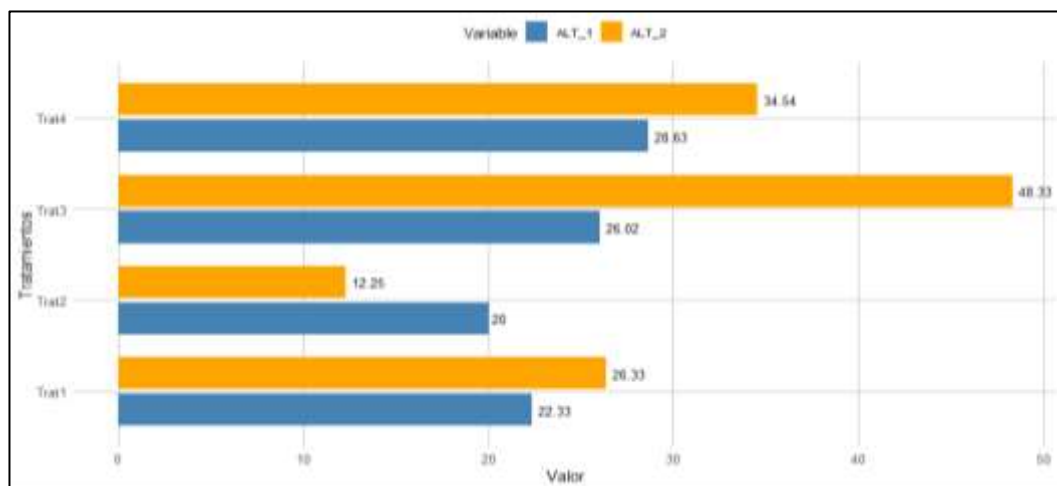
- La necesidad de monitoreo específico en el T3, que mantiene los niveles más altos.
- La evaluación de los factores que contribuyeron a la reducción significativa en el T1.
- La importancia de mantener un seguimiento continuo en los tratamientos que mostraron incrementos.

Estos resultados proporcionan información valiosa para:

- El desarrollo de protocolos de manejo hepático específicos.
- La optimización de estrategias nutricionales.
- El establecimiento de parámetros de monitoreo más precisos.
- La identificación temprana de posibles alteraciones hepáticas.

**Figura 17**

*Variable: Alanina aminotransferasa (U/L). (ALT)*



La figura ilustra los niveles de Alanina aminotransferasa (ALT) medidos en U/L en diferentes tratamientos (T1 a T4), con mediciones realizadas al inicio (ALT\_1) y al final (ALT\_2) del proceso. A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados:

En el T1, se observa una concentración inicial de ALT (ALT\_1) de 22.33 U/L, que experimenta un incremento moderado al final del proceso (ALT\_2) hasta 26.33 U/L, representando un aumento del 17.91%. Este incremento, aunque notable, se mantiene dentro de los rangos fisiológicos esperados para bovinos.

El T2 muestra una dinámica contrastante, iniciando con una concentración (ALT\_1) de 20.00 U/L y disminuyendo considerablemente al final (ALT\_2) hasta 12.25 U/L, lo que representa una reducción del 38.75%. Esta disminución significativa sugiere una posible adaptación en la función hepática durante el proceso productivo.

En el T3, se observa un patrón particular, con una concentración inicial (ALT\_1) de 26.02 U/L que aumenta significativamente al final del proceso (ALT\_2) hasta 48.33 U/L, representando un incremento del 85.74%. Este aumento considerable merece especial atención desde el punto de vista de la función hepática y el metabolismo.

El T4 presenta una concentración inicial (ALT\_1) de 28.63 U/L, con un incremento al final del proceso (ALT\_2) hasta 34.54 U/L, mostrando un aumento del 20.64%. Este incremento moderado sugiere una alteración en la función hepática, aunque menos pronunciada que en el T3.

Es relevante destacar varios aspectos significativos:

1. Tres de los cuatro tratamientos (T1, T3 y T4) muestran una tendencia al incremento en los niveles de ALT.
2. Las variaciones observadas podrían atribuirse a múltiples factores:
  - Cambios en la función hepática
  - Adaptaciones metabólicas al proceso productivo
  - Diferencias en el manejo nutricional.

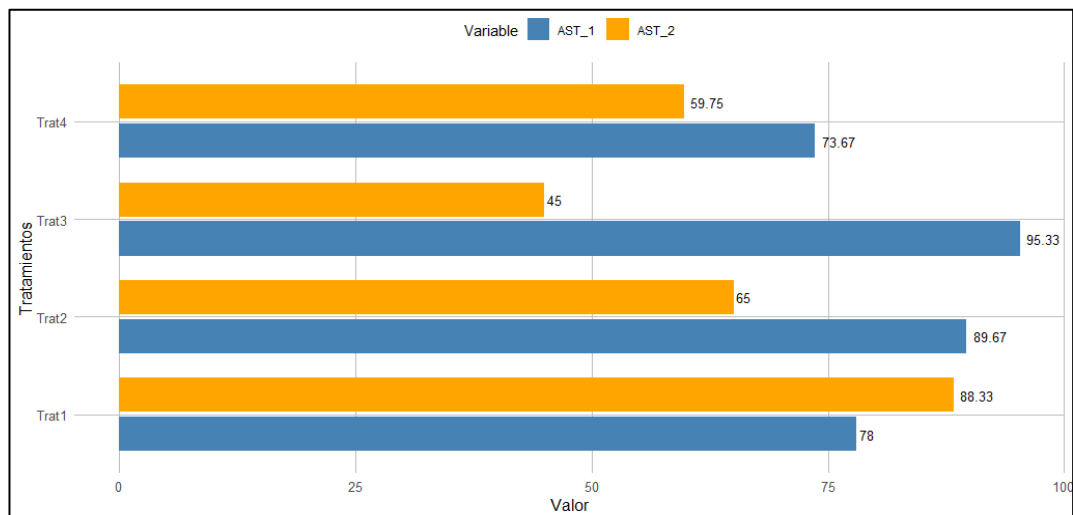
- Posibles desafíos fisiológicos específicos de cada tratamiento.
3. Implicaciones prácticas de estos hallazgos:
- Necesidad de monitoreo específico en el T3, que mostró el incremento más significativo.
  - Evaluación de los factores que contribuyeron a la reducción en el T2.
  - Importancia del seguimiento continuo en los tratamientos que mostraron incrementos moderados.

Los resultados sugieren la necesidad de:

- Implementar protocolos de monitoreo hepático más frecuentes.
- Desarrollar estrategias de manejo nutricional específicas.
- Establecer medidas preventivas para mantener la función hepática.
- Realizar evaluaciones complementarias en casos de variaciones significativas.

### Figura 18

Variable: Aspartato aminotransferasa (U/L). (AST)



La figura presenta un análisis comparativo de los niveles de Aspartato aminotransferasa (AST) medidos en unidades por litro (U/L) en cuatro tratamientos

diferentes, evaluando los valores al inicio (AST\_1) y al final (AST\_2) del proceso. Los resultados revelan patrones interesantes en la dinámica de esta enzima hepática. En el T1, se observa un valor inicial de AST\_1 de 78 U/L, que posteriormente se incrementó a 88.33 U/L (AST\_2), representando un aumento del 13.24%. Este incremento podría sugerir un posible estrés hepático durante el proceso productivo. Para el T2, el nivel inicial de AST\_1 fue de 89.67 U/L, experimentando una disminución notable hasta 65 U/L (AST\_2), lo que representa una reducción del 27.51%. Esta disminución significativa podría indicar una mejor adaptación metabólica o una reducción del estrés hepático en este tratamiento.

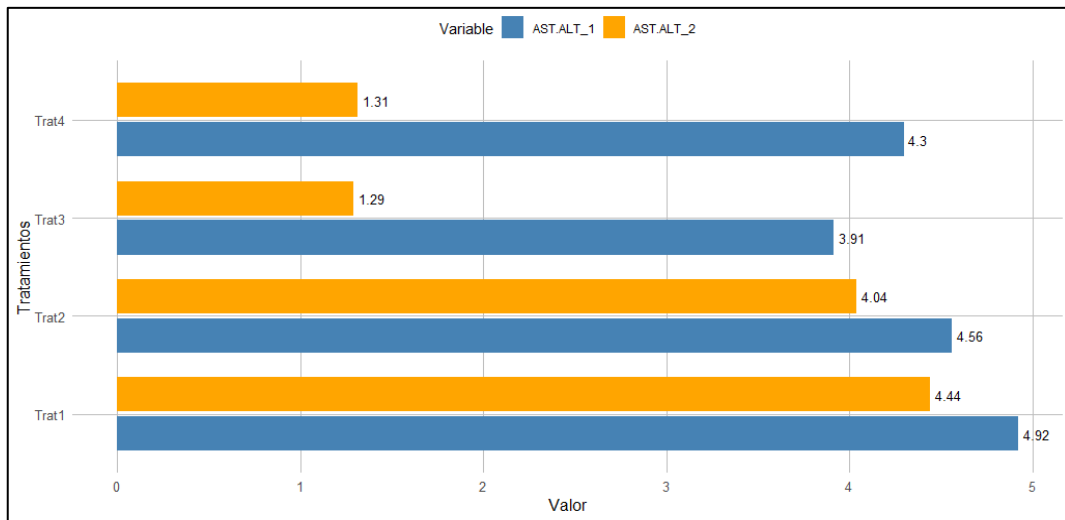
El T3 mostró el valor inicial más alto de AST\_1 con 95.33 U/L, que posteriormente descendió a 45 U/L (AST\_2), manifestando la reducción más pronunciada entre todos los tratamientos (52.79%). Este descenso tan marcado merece especial atención en la discusión de los resultados, ya que podría indicar una notable mejora en la función hepática o una adaptación metabólica particularmente exitosa.

Finalmente, el T4 presentó un valor inicial de AST\_1 de 73.67 U/L, que disminuyó a 59.75 U/L (AST\_2), mostrando una reducción del 18.89%. Esta disminución moderada sugiere una tendencia positiva en términos de función hepática, aunque menos pronunciada que en los T2 y T3.

Es importante destacar que los niveles de AST son indicadores cruciales de la función hepática y su variación puede estar influenciada por diversos factores fisiológicos y ambientales durante el proceso productivo.

**Figura 19**

*Variable: AST/ALT*



La figura presenta un análisis comparativo del AST/ALT al inicio (AST/ALT\_1) y al final (AST/ALT\_2) del proceso. Revela información valiosa sobre el estado metabólico y la función hepática en los diferentes tratamientos evaluados.

En el T1, se observó un valor inicial de AST/ALT\_1 de 4.92, que posteriormente disminuyó a 4.44 (AST/ALT\_2), representando una reducción del 9.76%. Esta disminución sugiere una tendencia hacia la normalización de la función hepática, aunque los valores permanecen relativamente elevados en comparación con los rangos típicamente considerados normales para esta relación.

Para el T2, el índice inicial fue de 4.56 (AST/ALT\_1), experimentando una ligera reducción hasta 4.04 (AST/ALT\_2), lo que representa una disminución del 11.40%. Esta tendencia decreciente es similar a la observada en el T1, sugiriendo un patrón consistente en la respuesta metabólica.

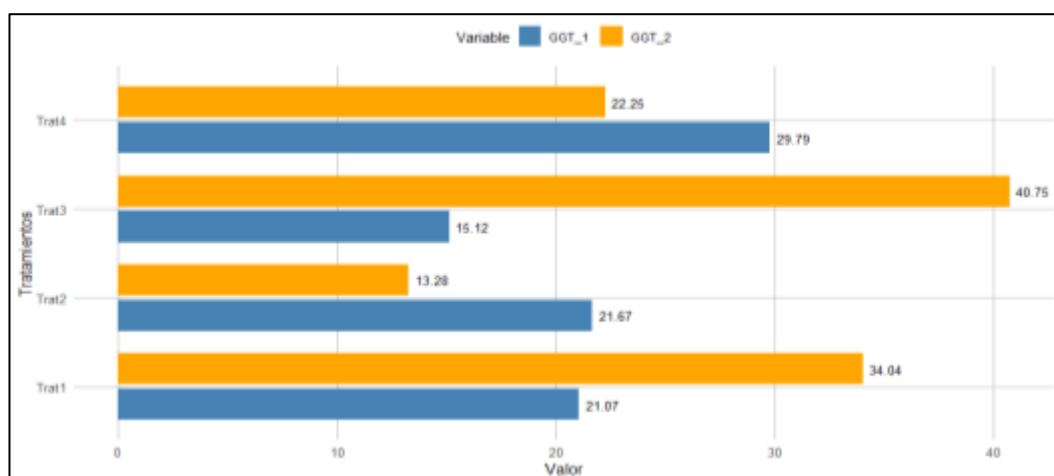
El T3 mostró una diferencia más pronunciada, con un valor inicial de 3.91 (AST/ALT\_1) que descendió significativamente a 1.29 (AST/ALT\_2), representando una reducción del 67.01%. Esta disminución sustancial es

particularmente notable y podría indicar una mejora significativa en la función hepática o una adaptación metabólica más efectiva en este tratamiento específico. En el T4, se observó un valor inicial de 4.3 (AST/ALT\_1) que disminuyó a 1.31 (AST/ALT\_2), mostrando una reducción del 69.53%. Esta notable disminución, similar a la observada en el T3, sugiere que ambos tratamientos podrían compartir mecanismos similares en su efecto sobre el metabolismo hepático.

Es relevante destacar que los valores iniciales de todos los tratamientos (AST/ALT\_1) fueron considerablemente elevados, desde 3.91 hasta 4.92, lo cual podría indicar un estado de estrés metabólico inicial. Sin embargo, la tendencia general hacia la disminución de esta relación al final del proceso productivo (AST/ALT\_2) sugiere una adaptación positiva o una mejora en la función hepática. Los T3 y T4 mostraron las reducciones más dramáticas en la relación AST/ALT, alcanzando valores finales más cercanos a los rangos considerados normales en la literatura científica. Esto podría indicar que estos tratamientos fueron más efectivos en la normalización de la función hepática durante el proceso productivo.

### Figura 20

Variable: GGT (U/L). (GGT)



La figura presenta un análisis comparativo de los niveles de Gamma-glutamilo transferasa (GGT) medidos en unidades por litro (U/L) en cuatro tratamientos diferentes, evaluando los valores al inicio (GGT\_1) y al final (GGT\_2) del proceso. Esta enzima es un indicador importante de la función hepática y del sistema biliar, por lo que su análisis proporciona información valiosa sobre el estado metabólico durante el proceso.

En el T1, se observa un valor inicial de GGT\_1 de 21.07 U/L, que posteriormente se incrementó a 34.04 U/L (GGT\_2), representando un aumento significativo del 61.56%. Este incremento sustancial podría indicar una respuesta adaptativa del sistema hepatobiliar a las condiciones del proceso productivo.

Para el T2, el nivel inicial de GGT\_1 fue de 21.67 U/L, experimentando una disminución notable hasta 13.28 U/L (GGT\_2), lo que representa una reducción del 38.72%. Esta disminución significativa podría sugerir una mejora en la función hepática o una adaptación más favorable a las condiciones del proceso.

El T3 mostró el valor inicial más bajo de GGT\_1 con 15.12 U/L, pero experimentó el incremento más dramático hasta alcanzar 40.75 U/L (GGT\_2), representando un aumento del 169.51%. Este incremento notable requiere especial atención en la evaluación del impacto del tratamiento sobre la función hepática.

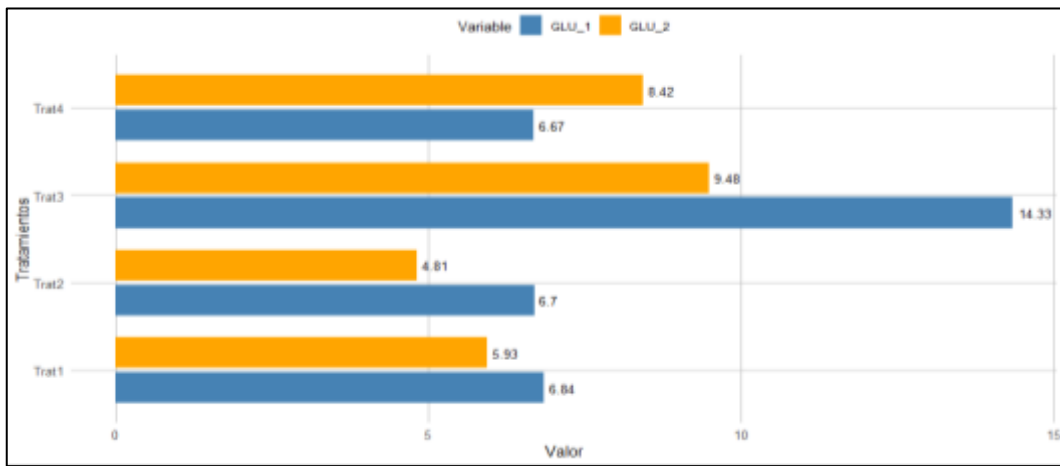
Finalmente, el T4 presentó el valor inicial más alto de GGT\_1 con 29.79 U/L, que disminuyó a 22.25 U/L (GGT\_2), mostrando una reducción del 25.31%. Esta disminución sugiere una tendencia positiva hacia la normalización de la función hepática durante el proceso productivo.

Es importante señalar que los patrones de variación en los niveles de GGT muestran respuestas divergentes entre los tratamientos. Mientras que los T2 y T4 mostraron

reducciones en los niveles de GGT, los T1 y T3 experimentaron incrementos significativos. Esta heterogeneidad en las respuestas sugiere que los diferentes tratamientos pueden estar afectando de manera distinta el metabolismo hepático y la función biliar.

### Figura 21

Variable: Glucosa (mmol/L). (GLU)



La figura presenta un análisis detallado de los niveles de glucosa en sangre, medidos en milimoles por litro (mmol/L), comparando los valores al inicio (GLU\_1) y al final (GLU\_2) del proceso en cuatro tratamientos diferentes.

En el T1 se observó un valor inicial de glucosa de 6.84 mmol/L (GLU\_1), que posteriormente disminuyó a 5.93 mmol/L (GLU\_2), representando una reducción del 13.30%. Esta disminución sugiere una potencial mejora en la regulación de la glucosa o una adaptación metabólica durante el proceso productivo.

Para el T2 el nivel inicial fue de 6.7 mmol/L (GLU\_1), experimentando una reducción más pronunciada hasta 4.81 mmol/L (GLU\_2), lo que representa una disminución del 28.21%. Esta reducción significativa podría indicar una mejor eficiencia en el metabolismo de la glucosa bajo las condiciones de este tratamiento.

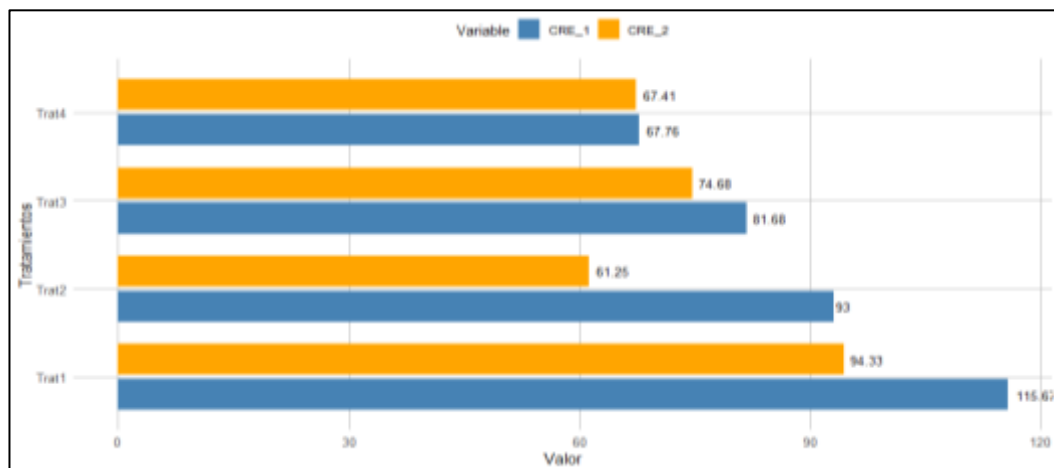
El T3 mostró el valor inicial más alto de 14.33 mmol/L (GLU\_1), que disminuyó considerablemente a 9.48 mmol/L (GLU\_2), evidenciando una reducción del 33.85%.

En el T4 se registró un valor inicial de 6.67 mmol/L (GLU\_1), que aumentó a 8.42 mmol/L (GLU\_2), siendo el único tratamiento que mostró un incremento (26.24%) en los niveles de glucosa. Esta heterogeneidad en las respuestas podría estar relacionada con diferentes mecanismos de adaptación metabólica o con la efectividad variable de los tratamientos en la regulación de la glucosa.

En el artículo publicado por Cremaschi (2016) sugiere que el suplemento energético mejora el glucógeno a nivel celular, y esta mejora se mantuvo con el tiempo en conjunción con el aumento de los niveles de ATP y la reducción del estrés oxidativo.

## Figura 22

Variable: Creatinina (mmol/L). (CRE)



La figura presenta un análisis detallado de los niveles de creatinina, medidos en milimoles por litro (mmol/L), comparando los valores al inicio (CRE\_1) y al final (CRE\_2) del proceso.

En el T1 se observó el valor inicial más alto de creatinina con 115.67 mmol/L (CRE\_1), que posteriormente disminuyó a 94.33 mmol/L (CRE\_2), representando una reducción del 18.45%. Esta disminución significativa podría indicar una mejora en la función renal o una adaptación metabólica positiva durante el proceso productivo.

Para el T2 el nivel inicial fue de 93 mmol/L (CRE\_1), experimentando una reducción considerable hasta 61.25 mmol/L (CRE\_2), lo que representa una disminución del 34.14%. Esta reducción marcada fue la más pronunciada entre todos los tratamientos, sugiriendo una posible optimización de la función renal bajo estas condiciones específicas.

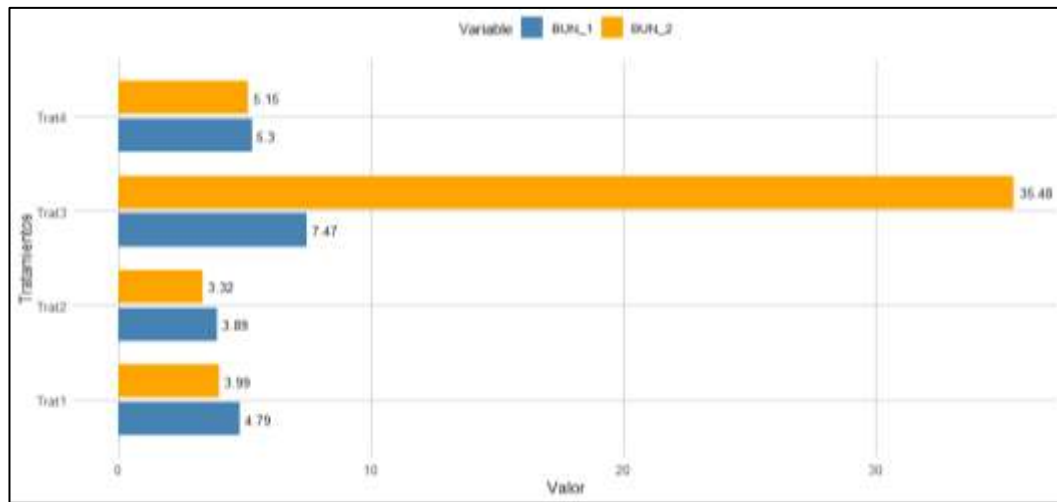
El T3 mostró un valor inicial de 81.68 mmol/L (CRE\_1), que disminuyó a 74.68 mmol/L (CRE\_2), evidenciando una reducción más moderada del 8.57%. Esta disminución menos pronunciada podría indicar una respuesta más estable o una menor influencia del tratamiento sobre el metabolismo de la creatinina.

En el T4 se registró el valor inicial más bajo con 67.76 mmol/L (CRE\_1), que se mantuvo relativamente estable con una ligera disminución a 67.41 mmol/L (CRE\_2), representando una reducción mínima del 0.52%. Esta estabilidad sugiere que este tratamiento tuvo el menor impacto sobre el metabolismo de la creatinina.

Es notable observar que todos los tratamientos mostraron una tendencia a la disminución en los niveles de creatinina, aunque con magnitudes variables. Esta consistencia en la dirección del cambio sugiere un patrón general de adaptación metabólica durante el proceso productivo, posiblemente relacionado con mejoras en la función renal o cambios en el metabolismo muscular.

**Figura 23**

Variable: Nitrógeno Ureico (mmol/L). (BUN)



La figura presenta un análisis detallado de los niveles de Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN), medidos en milimoles por litro (mmol/L), comparando los valores al inicio (BUN\_1) y al final (BUN\_2) del proceso.

En el T1 se observó un valor inicial de 4.79 mmol/L (BUN\_1), que posteriormente disminuyó a 3.99 mmol/L (BUN\_2), representando una reducción del 16.70%. Esta disminución moderada sugiere una potencial mejora en la eficiencia del metabolismo proteico o en la función renal durante el proceso.

Para el T2 el nivel inicial fue de 3.89 mmol/L (BUN\_1), experimentando una ligera reducción hasta 3.32 mmol/L (BUN\_2), lo que representa una disminución del 14.65%. Este cambio relativamente modesto sugiere una estabilidad en el metabolismo del nitrógeno bajo las condiciones de este tratamiento.

El T3 mostró un valor inicial de 7.47 mmol/L (BUN\_1), pero experimentó un incremento dramático hasta 35.48 mmol/L (BUN\_2), representando un aumento del 374.97%. Este incremento extraordinario merece especial atención, ya que podría

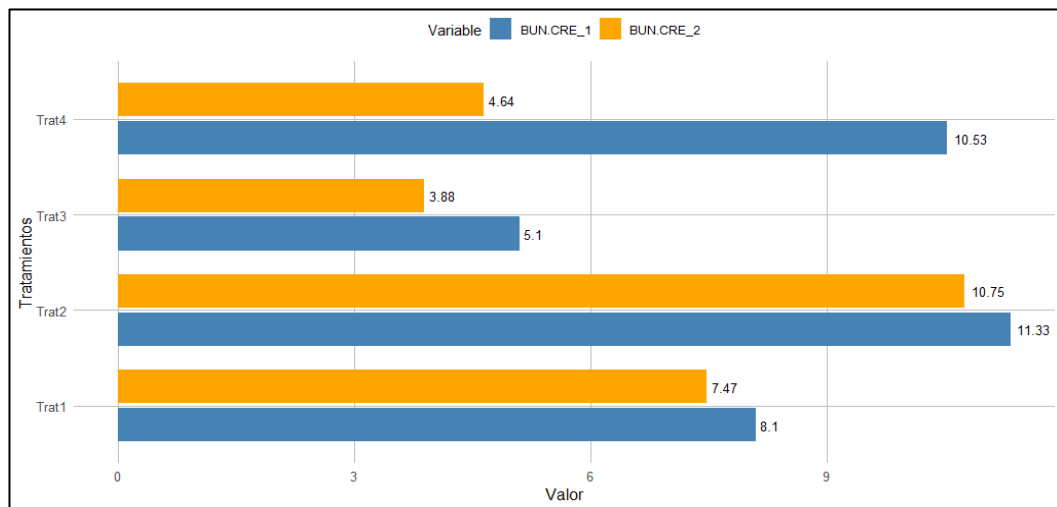
indicar alteraciones significativas en el metabolismo proteico o en la función renal durante el proceso productivo.

En el T4, se registró un valor inicial de 5.30 mmol/L (BUN\_1), que disminuyó ligeramente a 5.15 mmol/L (BUN\_2), mostrando una reducción mínima del 2.83%.

El comportamiento atípico observado en el T3 requiere una investigación más detallada para comprender los mecanismos subyacentes que conducen a tal incremento en los niveles de BUN. Este aumento podría estar relacionado con diversos factores, incluyendo cambios en el catabolismo proteico, alteraciones en la función renal, o respuestas específicas a las condiciones del tratamiento.

### Figura 24

Variable: Relación Bun/Creatinina. (BUN/CRE)



La figura presenta un análisis detallado de la relación BUN/Creatinina, un índice importante que permite evaluar el balance entre el metabolismo proteico y la función renal, comparando los valores al inicio (BUN/CRE\_1) y al final (BUN/CRE\_2) del proceso en cuatro tratamientos diferentes.

En el T1, se observó un valor inicial de 8.10 (BUN/CRE\_1), que posteriormente disminuyó a 7.47 (BUN/CRE\_2), representando una reducción del 7.78%. Esta

disminución moderada sugiere una ligera modificación en el balance entre el metabolismo del nitrógeno y la función renal durante el proceso productivo.

Para el T2, el nivel inicial fue de 11.33 (BUN/CRE\_1), experimentando una ligera reducción hasta 10.75 (BUN/CRE\_2), lo que representa una disminución del 5.12%. Esta variación relativamente pequeña indica una estabilidad en la relación entre estos dos parámetros metabólicos bajo las condiciones de este tratamiento.

El T3 mostró un valor inicial de 5.10 (BUN/CRE\_1), que disminuyó a 3.88 (BUN/CRE\_2), evidenciando una reducción del 23.92%. Esta disminución más pronunciada sugiere un cambio significativo en el balance metabólico, posiblemente indicando una mejora en la eficiencia del metabolismo proteico o en la función renal.

En el T4, se registró el segundo valor inicial más alto con 10.53 (BUN/CRE\_1), que disminuyó considerablemente a 4.64 (BUN/CRE\_2), mostrando la reducción más significativa entre todos los tratamientos con un 55.93%. Ésta marcada disminución sugiere una transformación sustancial en la relación entre el metabolismo del nitrógeno y la función renal.

Es notable observar que todos los tratamientos mostraron una tendencia a la disminución en la relación BUN/Creatinina, aunque con magnitudes variables. Esta consistencia en la dirección del cambio sugiere un patrón general de adaptación metabólica durante el proceso productivo, posiblemente relacionado con mejoras en la eficiencia del metabolismo proteico o cambios en la función renal.

**Tabla 23***Relación Beneficio/Costo de la utilización del Suplemento Energético*

Tratamiento	Costo total	Ganancia de Peso (kg/ternero)	Beneficio	Beneficio Neto	Relación	Beneficio escenario optimista	Relación Escenario optimista
	USD		(USD)	(USD)	B/C	(USD)	B/C
T1 (Control)	1868	67,67	507,53	-1360,47	0,27	710,54	0,38
T2 (10 g)	2180	101,67	762,53	-1417,47	0,35	1067,54	0,49
T3 (20 g)	2492	148,67	1115,03	-1376,97	0,45	1560,54	0,63
T4 (30 g)	2804	254,67	1910,03	-893,97	0,68	2674,04	0,95

**Descripción**

El Costo Total incluye el costo de alimentación (balanceado + pastoreo + costo del suplemento energético), costos operativos.

La Ganancia de Peso está expresada en kilogramos por ternero, de acuerdo con el promedio obtenido a lo largo de los 104 días, y el Beneficio (USD) corresponde al ingreso estimado considerando el precio de venta de la ganancia de peso a 2.50 USD/kg y 3 terneros por tratamiento.

El Beneficio Neto (USD) se obtiene restando del beneficio total todos los costos asociados al tratamiento. La Relación B/C (Beneficio/Costo) se calcula dividiendo el Beneficio Total entre el Costo Total. En el Escenario Optimista, el precio de venta por kilogramo de ganancia de peso aumenta a 3.50 USD/kg, variando por tanto el beneficio y la relación B/C.

## **Interpretación**

La Relación Beneficio-Costo (B/C) es menor que 1 en todos los tratamientos, lo que indica que los costos superan los beneficios en el corto plazo.

El T4 (30 g de Suplemento energético) muestra la relación B/C más alta (0.68), lo que sugiere que es el más eficiente en términos de costos y beneficios.

En un escenario optimista (precio de venta de ganancia de peso a \$3.50/kg), la relación B/C del T4 se acerca a 1 (0.95), lo que indica que podría ser viable económicamente si el precio de la ganancia de peso aumenta.

## 4.2. Discusión

- Según Merine y García (2021), en su publicación en la revista *Biológico Agropecuario*, el uso de suplementos proteicos o energéticos tiene un efecto positivo en el desarrollo y crecimiento de animales en etapas de levante. Los autores destacan que, desde las primeras 12 horas de consumo, estos suplementos comienzan a sustituir los componentes menos digestibles de la dieta, lo que contribuye a una mejor eficiencia alimenticia y a una mejora en la condición corporal de los animales.
- Por consiguiente, diversos investigadores han utilizado la ganancia diaria de peso como un indicador clave del crecimiento en terneros lactantes, ya que refleja la eficiencia con la que el animal aprovecha los nutrientes de la dieta. Mille y Macay (2021) señalan que esta variable productiva se ve influenciada por múltiples factores, los cuales han sido evaluados bajo distintas condiciones de manejo, evidenciando su impacto en el desempeño animal.
- Flores y Salazar (2022) reportaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la ganancia diaria de peso entre sexos en terneros mestizos, observando que los machos presentaron un incremento del 45.8 % en comparación con las hembras. Este hallazgo resalta la influencia del sexo sobre el rendimiento productivo en etapas tempranas de crecimiento.
- Investigaciones recientes han demostrado que la alimentación estratégica tiene un efecto significativo en el crecimiento de los terneros. Según Arzuaga (2020), se ha comprobado que, a partir de los cuatro meses de edad, la ganancia de peso y el crecimiento progresivo dependen en mayor medida de la cantidad y calidad del forraje, así como de los suplementos alimenticios ofrecidos. En este sentido,

los terneros que reciben suplementación adicional presentan un mejor desempeño productivo en comparación con aquellos que no la reciben.

- Se hace mención que la variable (Altura de la Cruz) alcanzado por las terneras al finalizar la investigación fue de 129 cm (T4), un valor que difiere del reportado por Bavera y Beguet (2018), quienes obtuvieron 123 cm en animales de características similares. Esta diferencia podría atribuirse a factores como el tipo de suplemento energético utilizado, el manejo nutricional y las condiciones ambientales del sistema de producción. Además, la genética de los animales podría haber influido en el crecimiento óseo y desarrollo corporal. Estos resultados sugieren que la inclusión del suplemento energético tuvo un efecto positivo en el desarrollo estructural de las terneras bajo las condiciones del presente estudio.
- La transición de lactante a rumiante implica una serie de procesos adaptativos para el ternero, que incluyen cambios en la morfología y funcionalidad del aparato digestivo, el desarrollo de la flora microbiana normal y alteraciones metabólicas. La variabilidad de estos procesos depende principalmente del tipo de dieta. En este contexto, Nuques y Velásquez (2020) reflexionan en su investigación que, al añadir un aditivo a la dieta, el perímetro abdominal de los terneros aumenta progresivamente.
- Al finalizar el período experimental, se observó un aumento significativo en la longitud corporal de las terneras que recibieron el suplemento energético, lo cual indica una mejora en el desarrollo estructural. Estos resultados difieren parcialmente de los obtenidos por Mejía et al. (2020), quienes reportaron valores menores bajo condiciones similares. Esta diferencia podría estar

asociada no solo al nivel del suplemento energético, sino también a factores como la calidad de la dieta base, la frecuencia de alimentación y la respuesta individual de los animales al tratamiento. En este sentido, el presente estudio proporciona evidencia de que el uso estratégico del suplemento energético durante la etapa de crecimiento puede optimizar el desarrollo morfométrico en sistemas de producción tecnificados.

- En un estudio realizado por Cardona (2017), se encontró que los terneros alimentados únicamente con leche y forrajes frescos, como único alimento sólido, experimentaron una reducción superior al 30 % en las ganancias de peso, el crecimiento de la cruz, la longitud corporal y el desarrollo general en comparación con aquellos que recibieron leche, forraje y concentrados. Estos resultados demuestran que los terneros requieren alimentos secos debido a su limitada capacidad de ingestión, y que el uso exclusivo de forrajes frescos como único alimento sólido no asegura el aporte de nutrientes suficientes para una adecuada actividad ruminal y condición corporal.
- Finalmente, Arbaláez (2017) hace un recordatorio de que el uso de concentrados tiene como objetivo aumentar la calidad energética de la dieta y el consumo de energía. Estos concentrados están formulados para cubrir los requerimientos nutricionales de otros nutrientes y tienen un efecto positivo sobre las variables productivas, especialmente en becerros de tempranas etapas.

### **4.3. Comprobación de la Hipótesis**

Para evaluar el efecto de tres niveles de suplemento energético sobre los parámetros productivos y el perfil hepático en el levante de terneras, se realizó un análisis estadístico mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA) de un factor con 4 niveles.

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar los efectos de 4 tratamientos sobre las variables productivos y hepáticos. Los resultados mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la ganancia de peso y en la actividad de ciertas enzimas hepáticas entre los distintos niveles de suplemento energético.

Dado que el análisis estadístico indicó diferencias significativas en al menos una de las variables evaluadas, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_a$ ). Esto confirma que el suplemento energético influye significativamente en el desempeño productivo y en el perfil hepático de las terneras en su etapa de levante.

Estos resultados indican que la optimización del nivel de suplementación puede mejorar tanto el crecimiento como la salud hepática de las terneras. Asimismo, proporcionan información valiosa para el desarrollo y ajuste de programas nutricionales en sistemas de levante, favoreciendo una gestión más eficiente y productiva.

## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos evidencian que la implementación de un suplemento energético tiene un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de las terneras durante su período de levante. Se pudo evidenciar mejoras en la ganancia diaria de peso, lo que sugiere que la inclusión del suplemento favorece el desempeño productivo de los animales. Estos hallazgos destacan la importancia de una adecuada formulación nutricional para optimizar el crecimiento y alcanzar pesos corporales adecuados en etapas tempranas del desarrollo.
- La valoración del perfil hepático permitió identificar cambios en la actividad de enzimas hepáticas y en la concentración de metabolitos sanguíneos asociados al metabolismo energético y proteico. No obstante, dichos valores se mantuvieron dentro de los rangos fisiológicos de referencia, lo que indica que el uso del suplemento no generó alteraciones adversas en la función hepática de las terneras. Este resultado sugiere que la suplementación energética utilizada en el estudio es segura y no compromete la salud hepática de los animales bajo las condiciones evaluadas.
- La evaluación económica del uso del suplemento energético permitió determinar que la suplementación energética contribuye a mejorar la eficiencia productiva, lo que puede traducirse en un mayor retorno económico para el productor. El incremento en la tasa de crecimiento y en la eficiencia alimenticia justifica la inversión en el suplemento, siempre que se utilice en niveles adecuados y dentro de un manejo nutricional óptimo. Estos resultados respaldan la implementación de estrategias de suplementación como una herramienta viable para mejorar la rentabilidad en sistemas de levante de terneras.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ajustar los niveles de suplemento energético en función de los requerimientos nutricionales específicos de las terneras en cada fase.
- Para garantizar la seguridad del suplemento energético, se sugiere implementar controles periódicos del perfil hepático de los animales. Esto permitirá identificar posibles alteraciones metabólicas de manera temprana y ajustar la estrategia nutricional en caso de ser necesario, asegurando así el bienestar y la salud de las terneras.
- Es recomendable realizar evaluaciones económicas constantes para determinar la viabilidad del uso del Suplemento energético en distintas condiciones productivas. Comparar el costo del suplemento con los beneficios obtenidos en términos de ganancia de peso y conversión alimenticia para optimizar su uso y mejorar la rentabilidad del sistema de levante.
- Además de la suplementación energética, se sugiere implementar buenas prácticas de manejo, como un programa de sanidad riguroso, acceso a agua de calidad y una adecuada rotación de potreros, estrategias que contribuirán a mejorar la eficiencia del sistema productivo.
- Se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar el impacto del suplemento energético en otras variables productivas y fisiológicas, así como su desempeño en diferentes condiciones climáticas y sistemas de producción. La ampliación de la base de conocimiento permitirá mejorar las estrategias de alimentación y garantizar una mayor eficiencia en el levante de terneras.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALTVET. (2021). *Solergy potenciador de la productividad* . Iguisol.
- Aparicio. (1986). Armonía del modelo morfoestructural.
- Arbeláez, J. O. (2017). *Cría y levante de terneras* . Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/22467>
- Arzuaga, T. (2020). Levante Bovino/Condición corporal. Colombia : Federación Colombiana de Gaderos .
- Asojersey. (2023). Bovinos Jersey: características y su papel en la industria lechera. Colombia .
- Balbuena, O. (2019). El destete en ganado bovino. *Revista Argentina de Producción Animal*, 9(6).
- Bavera, G., & Beguet, H. (2018). *Pubertad, peso vivo y desarrollo corporal en diferentes biotipos bovinos productores de leche: una actualización bibliográfica*.
- Bustillos, J., & Melo, J. (2020). *Parámetros y eficiencia reproductivos en ganado bovino*. Universidad Cooperativa de Colombia .
- Cardona, I. (2017). Evaluación de la eficiencia de un alimento iniciador en terneras de tres fincas del trópico alto de Antioquia. (C. U. Lasallista, Ed.)
- Carrasco, D. G. (2021). Aspectos generales sobre el rumen y su fisiología.
- Cremaschi, F. (2016). *Parámetros hematológicos y bioquímicos en bovinos naturalmente con fasciola hepática en Valle de Uco*. Universidad Juan Agustín Maza, Facultad de Ciencias Veterinarias y Ambientales, Argentina.
- Equipo Ceva. (18 de marzo de 2022). *Vaca Holstein: La raza lechera por excelencia*. Obtenido de <https://ruminants.ceva.pro/es/vaca-holstein>
- Escribano, A. (2021). *Los sistemas extensivos de producción animal y la intensificación sostenible. Definiciones y externalidades*.
- Feretti et al. (2024). Explorando el potencial metabólico y antioxidante de la solería: Implicaciones para la producción animal mejorada. *Revista de Investigación Elsevier*, 41, 28-30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.btre.2023.e00821>
- Flores , P., & Salazar , J. (2022). Growth and rumen development in calves fed starter submitted to different processing. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2). Obtenido de

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212012000200013](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212012000200013)

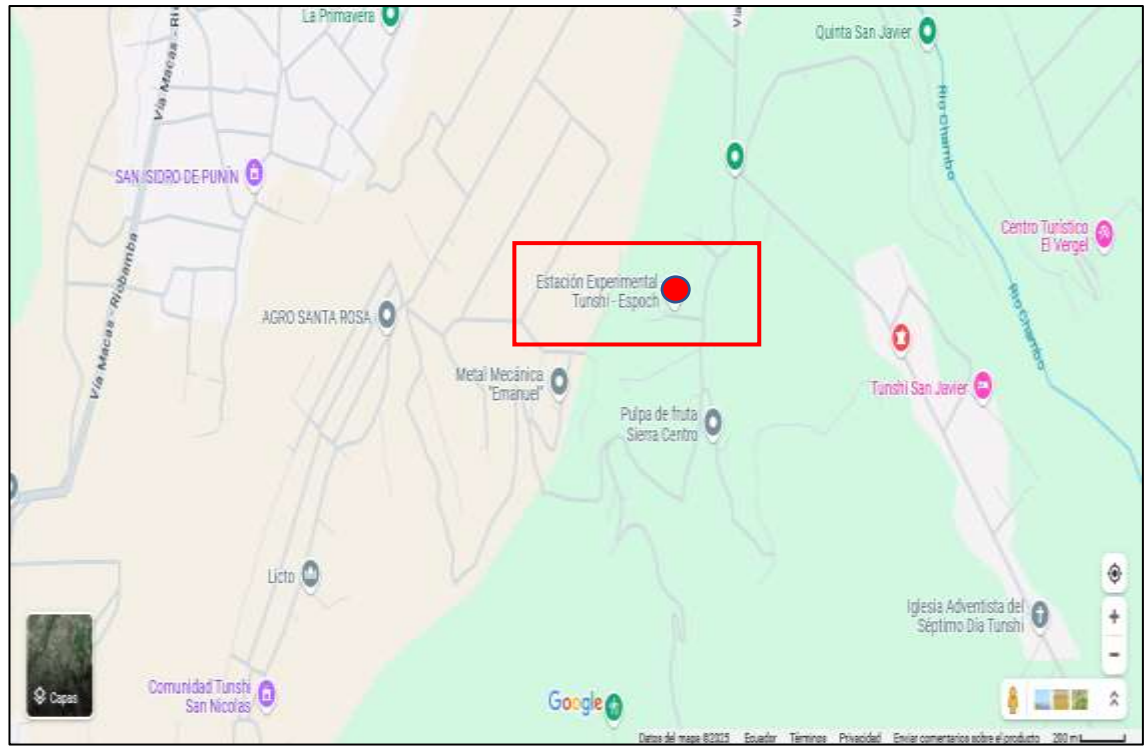
- Gómez, R. G. (2020). Reproducción Bovina. *Enciclopedia Bovina*. BM Editores.
- Gracia, W. A. (2023). *Respuesta a la suplementación de terneros lactantes del sistema de doble propósito en el Norte del Cesar*. UNIVERSIDAD DE LA SALLE, FACULTAD DE ZOOTECNIA.
- Hernández, M. (2019). *Sistemas de explotación ganadera y funcionalidades*. Obtenido de <https://masteragronomos.umh.es/2019/05/22/sistemas-de-explotacion-ganadera-y-funcionalidades/>
- INEC, I. N. (2023). Metodología de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. 16.
- Jiang, H., & Pokhrel, B. (2024). Postnatal Growth and Development of the Rumen: Integrating Physiological and Molecular Insights. *PubMed Central* , 13(4), 269. doi:10.3390/biology13040269
- Lara , J., Villa , D., & Villafuerte , A. (20 de junio de 2021). *Manejo Integral de los bovinos productores de leche*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Carrera de Zootecnia. Obtenido de <https://puertomaderoeditorial.com.ar/index.php/pmea/catalog/book/8>
- León, E. C., Lituma, N. N., & Veintimilla, G. E. (2022). Estudio situacional de la actividad ganadera en la parroquia Ayapamba, Cantón Atahualpa. *Revista científica Sociedad & Tecnología*, 5(S2), 443-457. doi:<https://doi.org/10.51247/st.v5iS2.311>
- León, I. C., Lituma, N. N., & Veintimilla, G. E. (01 de noviembre de 2022). Estudio situacional de la actividad ganadera en la parroquia Ayapamba, Cantón Atahualpa. *Revista científica Sociedad & Tecnología*, Vol. 5(52), 443-457. doi:<https://doi.org/10.51247/st.v5iS2.311>
- Machado, L. (2019). *Estimación del peso por medio del perímetro torácico en becerros doble propósito en crecimiento en función del sexo y la raza*. Universidad del Zulia, Departamento de Zootecnia. Maracaibo: Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.

- Manrique , L., & Mahecha , L. (2019). Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 10(8), 70-80.
- Marín, G. L. (2017). *Sistema de producción animal 1*. Obtenido de [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4782/sistemas\\_produccion\\_animal\\_i.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4782/sistemas_produccion_animal_i.pdf)
- Mejía et al. (2020). *Desempeño productivo de bovinos de levante en pastoreo rotacional de Bothriochloa pertusa (L) A*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/2691/269167438010/html/>
- Merine, & García . (2021). Evaluación del Suplemento proteico energético en vacas Siboney en sistema de pastoreo en el trópico. *Revista Biológico Agripecuario Tuxpan*, 9(1). doi:www.doi.org/10.47808/revistabioagro.v9i1.342
- Mille, M., & Macay, G. (2021). *Ganancia de peso en levante de terneros estabulados comparando Nutriplex® y Profosmin Vita® como sales minerales*.
- Nemocón, A. A. (2020). *Alimentación: factor estratégico durante la crianza artificial de terneros proveniente de lecherías*. doi:doi:10.15517/am.v31i3.40217
- Nuques , J., & Velásquez , J. (2020). Evaluación de los principales parámetros Productivos y Reproductivos de un hato de ganado Brahman del Litoral Ecuatoriano. *Tesis, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Agraria del Ecuador*, 256. Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V.
- Osorio, J. (2024). Ficha técnica de agricultura. *American Junior Brahman Association (AJBA)*. Breeders Association .
- Porto, J. P. (17 de Enero de 2022). *Bovino*.
- Ramírez, B. (2023). Suplementación con una mezcla alimenticia en terneras en Fase de levante.
- Redondo, P. G. (2020). *Sistemas ganaderos en el Siglo XXI*.
- Rinderzucht. (2024). *Pardo Suizo*. Obtenido de <https://www.genetic-austria.at/es/pardo-suizo/pardo-suizo-info-13577.html>

- Sánchez et al. (2019). *Sector Ganadero*.
- Saquicaray, Z. (2024). Reactivación económica a través de la ganadería bovina.
- Schafer , S., Tapia , G., & Torrijos , M. (2022). *PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS EN BOVINOS DE LECHE Y CRÍA EN PANAMÁ*. Obtenido de <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/593>
- Schoell, A. (2022). Desarrollo del rumen. *Journal of Dairy Science*, 10(7), 41-53. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.04.002>
- Silva, M., & Pimentel , L. (2017). Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 247 - 259.
- Vergara et al. . (2021). Crecimiento de terneras F1 y F2 Kiwi Cross x Holstein. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)*, 32(1). doi:<https://doi.org/10.15517/am.v32i1.41399>
- Zambrano, A. C. (2024). Principales países productores de ganado vacuno en Las Américas. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, 11(10).

## ANEXOS

### Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



**Fuente:** (Google Maps,2025).

## Anexo 2. Resultados del Perfil Hepático

<p style="text-align: center;"><b>Help Vet</b> Informe de inspección bioquímica</p>						
Especie:	Bovino	ID	2406242	Mascota:	Isidro	
Propietario:	Mercy Tandapilo	Género:	Macho	Edad:	1 Meses	
Tipo de muestra:	serum	Diagnóstico:				
LOTE:	27454-1-0148-0302-60-230880-663			Muestra anormal: Hemólisis		
Test	Resultados	Unidad	Rangos	Indicador		
				Bajo	Normal	Alto
TP	50.10	g L	48-98			
ALB	25.60	g L	22-44			
GLO	24.50	g L	20-62			
A/G	1.00					
TBIL	3.18	umol L	0-15			
ALT	11	U L	0-90			
AST	60	U L	0-150			
AST/ALT	5.45					
GGT	24.30	U L	0-55			
BUN	3.44	mmol L	2.8-9.7			
CRE	120	umol L	50-195			
BUN/CRE	7					
GLU	6.38	mmol L	2.2-17.5			
Test	Clinical significance					
TP	[Visto comúnmente en casos de deshidratación e incrementode inmunoglobulinas; [Visto comúnmente en casos de malnutrición, inflamación crónica, enfermedades hepáticas, renales y gastrointestinales;					
ALB	[Visto comúnmente en casos de deshidratación; [Visto comúnmente en casos de malnutrición, enfermedades hepáticas, sangrado masivo, parásitos y otras enfermedades gastrointestinales;					
GLO	[Visto comúnmente en casos de inflamación crónica e infección; [Sin significado clínico;					
A/G	Valores bajos son comunes en enfermedades hepáticas (hepatitis crónica, cirrosis, cancer hepático, lesiones hepáticas, etc.) síndrome nefrótico, nefritis crónica y aguda, infección o malnutrición.					
TBIL	[Visto comúnmente en casos de función hepática y de la vesicular biliar alteradas [Commonly seen in anemia;					
ALT	[Visto comúnmente en enfermedad hepatocelular primaria, enfermedad hepática y del sistema biliar, desorden metabólico y enfermedad hepática secundaria; [Sin significado clínico;					
AST	[Visto comúnmente en enfermedades hepáticas y del Sistema biliar, enfermedades musculares u óseas, infarto de miocardio y desorden metabólico; [Visto comúnmente en deficiencia de Vitamina B6 y hepatocirrosis;					
AST/ALT	Para evaluar la evolución, severidad y prognosis de enfermedad hepática. Es un parámetro importante en la diagnosis, diagnóstico diferencial, evaluación de la evolución y cambios en hepatitis aguda y crónica					
GGT	[Visto comúnmente en enfermedades hepáticas y biliares, bloqueo de la vesícula biliar, ictericia y pancreatitis aguda; [Sin significado clínico;					
BUN	[Visto comúnmente en lesiones renales, descomposición excesiva, descomposición de proteínas y elevado consumo de proteínas; [Visto comúnmente en fallo hepático y deficiencia en la absorción proteica;					
CRE	[Visto comúnmente en enfermedades renales; [Visto comúnmente en casos de malnutrición y atrofia muscular.					
BUN/CRE	Ratio elevado es común en casos de fiebre, deshidratación, sangrado gastrointestinal, insuficiencia cardiaca, síndrome hepatorenal, obstrucción del tracto urinario, dieta alta en proteínas, etc.; Ratio bajo es común en casos de hambre, dieta baja en proteína, combinada con fallo hepático severo, uso de diuréticos, etc.					
GLU	[Visto comúnmente en hipoinsulinismo; [Visto comúnmente en malnutrición, desordenes de absorción y anemia crónica,					
Comentario: debido a la complejidad e individualidad de los resultados de los pruebas de casos específicos, la interpretación de la importancia clínica es para Solo de referencia y no puede servir como evidencia para diagnósticos de enfermedades específicas.						
Fecha de presentación:	2024-08-05 06:45	Fecha de analisis:	2024-08-06 18:15	Fecha de impresion:	2024-08-07 18:41	
Remitente:		Operador:		Revisor:		
Comentario:	Hemólisis			El resultado solo es responsable de esta muestra.		



**Anexo 3. Base de Datos**

TRATAMIENTOS	ARETES	Peso (kg)		ALIMENTO CONSUMIDO (kg)	DIAS	TOTAL DE ALIMENTO CONSUMIDO/DIA (104 días)	GANANCIA DE PESO (Kg)	CONVERSIÓN ALIMENTICIA
		Inicial	Final					
Tratamiento 1	A657	98	162	6,45	104	670,8	64	10,48125
	A658	76	160	6,45	104	670,8	84	7,98571428571428
	A659	96	151	6,45	104	670,8	55	12,1963636363636
Tratamiento 2	694	93	148,5	7,46	104	775,84	55,5	13,9790990990991
	698	105	162	7,46	104	775,84	57	13,6112280701754
	699	77	135	7,46	104	775,84	58	13,3765517241379
Tratamiento 3	693	112	204	8,47	104	880,88	92	9,57478260869565
	696	106	222	8,47	104	880,88	116	7,59379310344828
	697	100	197	8,47	104	880,88	97	9,08123711340206
Tratamiento 4	691	112	260	9,48	104	985,92	148	6,66162162162162
	692	99	245	9,48	104	985,92	146	6,75287671232877
	695	107	259	9,48	104	985,92	152	6,48631578947368

RESULTADOS FINALES DEL PERFIL HEPÁTICO														PROMEDIO OBSERVADO	RANGO DE REFERENCIA
TRATAMIENTOS															
PARÁMETROS	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2			TRATAMIENTO 3			TRATAMIENTO 4					
	A657	A658	A659	694	698	699	693	696	697	691	692	695			
Proteínas Totales (g/L)	79,90	73,40	60,30	51,00	46,3	36,15	78,18	50,5	65,04	69,17	82,25	74,06	64,53	48-98	
Albumina (g/L)	28,57	34,10	32,20	34	32,00	29,57	31,5	35,5	35,5	36	36,40	33,2	33,20	22-44	
Globulina (g/L)	30,04	39,3	41,05	34,5	42	27,25	33,4	25	30	30,12	47,1	50,01	36,40	20-62	
Relación Albumina/Globulina	0,80	0,90	0,90	1	1,00	1,08	1,05	1,5	1,1	1,2	0,77	0,8	1,00		
Bilirrubina Total (mmol/L)	6,50	5,50	7,08	8,00	6,7	5,5	6,13	4,78	5,22	7,2	8,33	6,5	6,45	0-15	
Alanina aminotransferasa (UL)	31	22,00	25	40	67	38	49,5	14	28	47,04	49	42,10	37,26	0-90	
Aspartato aminotransferasa (UL)	91	95	100	59	46	30	60	79	82	76	67	96	73,42	0-150	
AST/ALT	3,2	4,33	4,20	1,1	1,5	1,26	3,06	5,64	4,2	5,5	0,73	1	2,81		
GGT (UL)	17,00	13,2	15,07	34,9	44,04	43,32	41,1	16,2	32,06	25,03	27,07	36,9	28,83	0-55	
Glucosa (mmol/L)	17,00	12,00	14,00	11	10	7,45	8	5,0	6,2	7	17,69	9	10,43	2,1-7,5	
Creatinina (mmol/L)	12,0	17,00	78,0	83,1	68,0	73,0	73,1	69,0	61,2	93,2	92,0	84,3	78,50	50-195	
Nitrógeno Ureico (mmol/L)	9,00	5,70	8,90	6,05	93	7,40	5,1	5,49	7,5	6,1	9,18	5,3	13,70	2,8-9,7	
Relación BUN/ Creatinina	6,0	4,07	5,2	5,0	6,5	8,13	5,5	13,0	13,1	6,2	5,30	7,1	6,43		

## Anexo 4. Fichas de recolección de datos

- Ficha Clínica

 <b>UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b> FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA CLÍNICA VETERINARIA					
<b>FICHA CLÍNICA DE PACIENTE</b> FECHA: 05 de Agosto del 2024.			N° FICHA CLÍNICA: 11		
DATOS DEL PROPIETARIO					
Nombre y Apellido: Estación Experimental Tunshi, Espal			Dirección: Km 12. Vía a Licto		
Ciudad: Riobamba			Celular:		
Teléfono fijo:			E-mail:		
DATOS DEL PACIENTE					
Nombre: Kuqui		Fecha de nacimiento: 01/03/2024.		Edad: 5 meses	
Especie: Bovino		Raza: Holstein		Color: Crema, Blanco	
Sexo: Macho		Vacunas y desparasitación al día: Si			
Fecha última vacunación: 24/07/2024.		Contra que fue vacunado: • Brusela con cepa 19.  • Aftosa			
Fecha última desparasitación: 05/06/2024					
Desparasitante: Triclabendazol					
Fecha última desparasitación externa					
Producto:					
Habitad: Campo		Convive con otros animales: Si			
MOTIVO DE CONSULTA-ANAMNESIS					
Motivo de consulta: Inicio de proyecto de tesis, revisión general.					
Anamnesis: • Peso al nacer 48 kg.					
EXAMEN FISICO GENERAL					
EM: Alerta, Activo		TLLC: 2 segundos		RT: Reflejo Normal	
CC: 3/5		PULSO: 80 PPM		RD: Normal	
PESO: 76 kg		FR: 15 RPM		LN: Normal	
T°: 38.8°C		CP: Zonitas Pulmonares Normal		HIDRATACION: Normal	
FC: 80 LPM		PP: Sonido Claro		% DH: 0%	
MUCOSAS: Osadas		P. ABDOMINAL:			
Estado mental (EM), Condición corporal (CC), Temperatura (T°), Frecuencia cardíaca (FC), Mucosas (MM), Tiempo de llenado capilar (TLLC), Frecuencia respiratoria (FR), Campos pulmonares (CP), Palmo percusión (PP), Reflejo tusígeno (RT), Reflejo deglutorio (RD), Linfonodos (LN).					
Observaciones particulares: Realización de un examen complementario, perfil hepático.					
ELABORADO POR: J. GEOCONDA ULLOA U. MVZ. TÉCNICO DOCENTE			CAMPUS AGROPECUARIO LAGUACOTO II Km 1 1/2 VÍA GUARANDA-SAN SIMÓN Correo: jessica.ulloa@ueb.edu.ec		

- Ficha de control de ganancia de peso al mes

FICHA DE CONTROL DE GANANCIA DE PESO MENSUAL						
Nº	FECHA	TRATAMIENTO	ID DE TERNERA	GANANCIA DE PESO MENSUAL		
				MES 1	MES 2	MES 3
1	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Isidro	15 kg	25 kg	17 kg
2	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Pedro	20 kg	13 kg	16 kg
3	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Kuqui	37 kg	22 kg	10 kg
4	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	694	12 kg	16 kg	23,5 kg
5	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	698	8 kg	15 kg	22 kg
6	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	699	9 kg	10 kg	13 kg
7	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	693	19 kg	23 kg	44 kg
8	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	696	26 kg	33 kg	31 kg
9	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	697	29 kg	28 kg	35 kg
10	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	691	27 kg	44 kg	59 kg
11	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	692	35 kg	43 kg	50 kg
12	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	695	26 kg	40 kg	61 kg

- Ficha de control de peso

<b>FICHAS DE CONTROL DE PESO SEMANAL</b>				
<b>Nº</b>	<b>FECHA</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>ID DE LA TERNERA</b>	<b>PESO (KG)</b>
1	12-08-2024	Tratamiento 1	Isidro	103 Kg
2	12-08-2024	Tratamiento 1	Pedro	104 Kg
3	12-08-2024	Tratamiento 1	Luqui	88 Kg
4	12-08-2024	Tratamiento 2	G94	99 Kg
5	12-08-2024	Tratamiento 2	G93	109 Kg
6	12-08-2024	Tratamiento 2	G99	85 Kg
7	12-08-2024	Tratamiento 3	G93	122 Kg
8	12-08-2024	Tratamiento 3	G96	125 Kg
9	12-08-2024	Tratamiento 3	G97	124 Kg
10	12-08-2024	Tratamiento 4	G91	125 Kg
11	12-08-2024	Tratamiento 4	G92	121 Kg
12	12-08-2024	Tratamiento 4	G95	121 Kg

- Ficha de control de consumo de alimento/día

<b>FICHAS DE CONTROL DE CONSUMO DE ALIMENTO</b>			
<b>Nº</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>ID DE LA TERNERA</b>	<b>LUNES-DOMINGO</b>
1	Tratamiento 1	Isidro	Balancedo 1lb Pastoreo Sin suplemento
2	Tratamiento 1	Pedro	Balancedo 1lb Pastoreo Sin suplemento
3	Tratamiento 1	Kuqui	Balancedo 1lb Pastoreo Sin suplemento
4	Tratamiento 2	694	Balancedo 1lb Pastoreo Suplemento Solergy (10g)
5	Tratamiento 2	698	Balancedo 1lb Pastoreo Suplemento Solergy (10g)
6	Tratamiento 2	699	Balancedo 1lb Pastoreo Suplemento Solergy (10g)
7	Tratamiento 3	693	Balancedo 1lb Pastoreo Suplemento Solergy (20g)
8	Tratamiento 3	696	Balancedo 1lb Pastoreo Suplemento Solergy (20g)
9	Tratamiento 3	697	Balancedo 1lb Pastoreo Suplemento Solergy (20g)
10	Tratamiento 4	691	Balancedo 1lb Pastoreo Suplemento Solergy (30g)
11	Tratamiento 4	692	Balancedo 1lb Pastoreo Suplemento Solergy (30g)
12	Tratamiento 4	695	Balancedo 1lb Pastoreo Suplemento Solergy (30g)

- Ficha de control de la longitud corporal

FICHA DE CONTROL DE LA LONGITUD CORPORAL					
Nº	FECHA	TRATAMIENTO	ID DE TERNERA	INICIAL	FINAL
1	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Isidro	96cm	120cm
2	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Pedro	93cm	112cm
3	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Kaqui	92cm	119cm
4	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	694	90cm	115cm
5	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	698	93cm	110cm
6	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	699	99cm	110cm
7	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	693	93cm	125cm
8	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	696	99cm	118cm
9	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	697	99cm	118cm
10	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	691	93cm	127cm
11	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	692	97cm	120cm
12	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	695	90cm	122cm

- Ficha de control del perímetro torácico

FICHA DE CONTROL DEL PERÍMETRO TORÁCICO					
Nº	FECHA	TRATAMIENTO	ID DE TERNERA	INICIAL	FINAL
1	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Isidro	108cm	120cm
2	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Pebro	108cm	131cm
3	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Loqui	98cm	125cm
4	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	694	106cm	140cm
5	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	698	112cm	132cm
6	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	699	99cm	126cm
7	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	693	118cm	147cm
8	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	696	120cm	142cm
9	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	692	119cm	138cm
10	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	691	118cm	148cm
11	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	692	117cm	152cm
12	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	695	117cm	144cm

- Ficha de control del perímetro abdominal

FICHA DE CONTROL DEL PERÍMETRO ABDOMINAL					
Nº	FECHA	TRATAMIENTO	ID DE TERNERA	INICIAL	FINAL
1	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	1030	108cm	120cm
2	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Pedro	108cm	162cm
3	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Kuqi	98cm	125cm
4	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	694	106cm	152cm
5	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	698	112cm	152cm
6	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	699	99cm	155cm
7	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	693	118cm	172cm
8	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	696	120cm	162cm
9	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	697	119cm	168cm
10	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	691	118cm	172cm
11	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	692	117cm	182cm
12	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	695	117cm	175cm

- Ficha de control de altura de la cruz/cm

FICHA DE CONTROL DE ALTURA DE LA CRUZ							
Nº	FECHA	TRATAMIENTO	ID DE TERNERA	INICIAL		FINAL	
1	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Isidro	94 cm		119 cm	
2	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Pedro	94 cm		113 cm	
3	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 1	Koqui	98 cm		113 cm	
4	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	694	97 cm		112 cm	
5	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	697	96 cm		113 cm	
6	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 2	699	92 cm		114 cm	
7	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	693	97 cm		125 cm	
8	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	696	101 cm		120 cm	
9	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 3	697	92 cm		117 cm	
10	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	691	98 cm		129 cm	
11	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	692	99 cm		124 cm	
12	05-08-2024 05-11-2024	Tratamiento 4	695	93 cm		122 cm	

Tablas Elaboradas por: Andrea Asmal y Mercy Tandapilco.

**Anexo 5. Fotografías**

Defensa del perfil



Preparación del alimento para los sujetos de estudio.



Limpieza y desinfección del lugar donde estarán los sujetos de estudio



Construcción de unidades experimentales

Selección de los sujetos de estudio aleatoriamente



Aislamiento de cada sujeto de estudio



Recolección de muestras de sangre



Etiquetado de las muestras para su transporte al laboratorio



Inicio de mantenimiento de los terneros



Etiquetado de los alimentos:  
Balanceado + Suplemento energético



Alimentando a los terneros



Recolección de datos



Registro de datos en las fichas



Visita de campo



Pastoreo de los animales

Recolección de muestras previo a la culminación del trabajo de campo



Culminación del trabajo de campo



## **Anexo 6. Glosario de términos**

- **Albumina:** Proteína en la sangre que mantiene el equilibrio de líquidos.
- **ALT:** Enzima específica del hígado, usada para detectar daño hepático.
- **ANOVA:** Prueba estadística que compara medias entre varios grupos.
- **AST:** Enzima hepática que indica daño en el hígado o músculo.
- **Bilirrubina:** Pigmento de desecho de la sangre, para evaluar el hígado.
- **BUN:** Nitrógeno ureico en sangre; indica cómo funcionan los riñones.
- **Calostro:** Es la primera leche producida por las hembras de mamíferos después del parto. Es rica en nutrientes y contiene anticuerpos que ayudan a proteger al recién nacido contra enfermedades.
- **Conversión:** Se refiere a la eficiencia con la que un animal convierte el alimento que consume en producto final, como carne o leche.
- **Correlación:** Es una medida estadística que indica la relación entre dos variables. Una correlación positiva significa que las variables tienden a cambiar en la misma dirección, mientras que una correlación negativa indica que las variables cambian en direcciones opuestas.
- **Creatinina:** Sustancia de desecho del músculo, para evaluar la función renal.
- **Destete:** Es el proceso de separar gradualmente a los animales jóvenes de la leche materna o de la dieta líquida para introducir alimentos sólidos.
- **Diatomeas:** Microalgas con paredes de sílice, usadas como filtro o suplemento.
- **Dieta:** Se refiere al conjunto de alimentos consumidos por un animal en un período determinado.

- **Dietas acuícolas:** Son los regímenes alimenticios formulados específicamente para peces y otros organismos acuáticos cultivados en acuicultura.
- **Distocia:** Es una complicación durante el parto en la que el proceso de expulsión del feto se dificulta o se detiene. Puede deberse a diversos factores, como el tamaño del feto, la posición anormal del feto o problemas en la madre.
- **Efecto:** En el contexto agrícola y ganadero, el efecto se refiere al resultado o impacto de un determinado factor o tratamiento en los animales, cultivos o sistemas de producción. Puede ser positivo, negativo o neutro, dependiendo de las circunstancias.
- **Enzima:** Proteína que acelera reacciones químicas en el cuerpo.
- **Extrusión:** Es un proceso de fabricación utilizado en la producción de alimentos balanceados para animales. Consiste en pasar una mezcla de ingredientes a través de una matriz con forma de troquel a alta presión y temperatura para formar gránulos o pellets de alimento.
- **Fisher:** Prueba estadística usada tras ANOVA para comparar grupos.
- **GGT (Gamma-glutamil transferasa):** Enzima que indica posibles problemas en el hígado o vías biliares.
- **Gluconeogénesis:** Es el proceso mediante el cual el cuerpo sintetiza glucosa a partir de precursores no glucídicos, como aminoácidos y glicerol. Es importante en animales que requieren un suministro constante de glucosa, como rumiantes durante períodos de ayuno prolongado.
- **Glucosa:** Azúcar en sangre, principal fuente de energía del cuerpo.

- **Media por tratamiento:** Promedio de resultados obtenidos en un grupo con el mismo tratamiento.
- **Metabolismo:** Conjunto de procesos químicos del cuerpo para obtener energía.
- **Parámetros:** Son medidas o variables que se utilizan para describir o evaluar un fenómeno o sistema. En el contexto agrícola y ganadero, los parámetros pueden incluir el peso corporal, la tasa de crecimiento, la producción de leche, entre otros.
- **Probabilidad:** Medida de qué tan posible es que ocurra un evento.
- **Propanodiol:** Compuesto químico usado como solvente o ingrediente en productos.
- **Rentabilidad:** Es la medida de la eficiencia económica de un sistema agrícola o ganadero. Se calcula comparando los costos de producción con los ingresos generados por la venta de productos agrícolas o ganaderos.
- **Robusticidad:** Se refiere a la capacidad de un animal para adaptarse y prosperar en diversas condiciones ambientales y de manejo.
- **Sepiolita:** Arcilla porosa usada como absorbente o suplemento.
- **Suplemento:** producto que se añade a la dieta de los animales para proporcionar nutrientes adicionales que pueden ser deficientes en la alimentación básica.
- **Variable:** Cualquier característica que puede cambiar o medirse en un estudio.