



**ESPE**  
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**“Comparación de un sistema de pastoreo rotacional contra un sistema de  
estabulación en ganado de engorde”**

Jimenez Huerta, Fabricio Sebastian y Yáñez Palacios, Gloria Lissette

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniería  
Agropecuaria

Ing. Lucero Borja, Jorge Omar Mgs

27 de febrero del 2023

## Reporte de verificación de contenido



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
magister

TESIS\_JIMENEZ- YANEZ

1%

Similitudes

0%

Texto entre comillas

0% similitudes entre comillas

1%

Idioma no reconocido

Nombre del documento: TESIS\_JIMENEZ- YANEZ.docx

ID del documento: 54bbf71afc04d8d42fc634ade105115811508aa

Tamaño del documento original: 1,09 Mo

Depositante: FREDDY GERMAN ENRIQUEZ JARAMILLO

Fecha de depósito: 17/2/2023

Tipo de carga: interface

fecha de fin de análisis: 17/2/2023

Número de palabras: 9049

Número de caracteres: 56.278

Ubicación de las similitudes en el documento:



### Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 <a href="http://repositorio.espe.edu.ec/8080/bitstream/21000/5109/3/T-ESPE-IASA-F-002396.pdf">repositorio.espe.edu.ec</a>   Inclusión del lodo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq... <a href="http://repositorio.espe.edu.ec/8080/bitstream/21000/5109/3/T-ESPE-IASA-F-002396.pdf">http://repositorio.espe.edu.ec/8080/bitstream/21000/5109/3/T-ESPE-IASA-F-002396.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (29 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 <a href="https://bdigital.zamorano.edu/tesis/968d235c-10c1-4f44-b0f6-43a8495cd3e5">bdigital.zamorano.edu</a>   Evaluación productiva y económica de un sistema rotaciona... <a href="https://bdigital.zamorano.edu/tesis/968d235c-10c1-4f44-b0f6-43a8495cd3e5">https://bdigital.zamorano.edu/tesis/968d235c-10c1-4f44-b0f6-43a8495cd3e5</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (19 palabras)
2	 <a href="http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4767/6/UPS-YT00151.pdf">dspace.ups.edu.ec</a>   Evaluación del contenido nutricional del silaje de maíz en forma... <a href="http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4767/6/UPS-YT00151.pdf">http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4767/6/UPS-YT00151.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (22 palabras)
3	 <a href="https://library.co/document/yd74oaf-comportamiento-ingestivo-y-consumo-de-bovinos-en-pastoreo...">library.co</a>   COMPORTAMIENTO INGESTIVO Y CONSUMO DE BOVINOS EN PASTOREO <a href="https://library.co/document/yd74oaf-comportamiento-ingestivo-y-consumo-de-bovinos-en-pastoreo...">https://library.co/document/yd74oaf-comportamiento-ingestivo-y-consumo-de-bovinos-en-pastoreo...</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (18 palabras)
4	 <a href="http://repositorio.espe.edu.ec/8080/bitstream/21000/6820/5/T-ESPE-002477.pdf">repositorio.espe.edu.ec</a>   Reemplazo parcial de la cáscara de maracuyá con mezclas... <a href="http://repositorio.espe.edu.ec/8080/bitstream/21000/6820/5/T-ESPE-002477.pdf">http://repositorio.espe.edu.ec/8080/bitstream/21000/6820/5/T-ESPE-002477.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (12 palabras)
5	 <a href="http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/10383/3/1711561.pdf">dspace.espech.edu.ec</a>   Evaluación económica de la Hacienda Cesitar... <a href="http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/10383/3/1711561.pdf">http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/10383/3/1711561.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (10 palabras)

Firma:



Firmado electrónicamente por:  
**JORGE OMAR  
LUCERO BORJA**

Ing. Lucero Borja, Jorge Omar

**DIRECTOR**



Departamento de Ciencias de la Vida y Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

### Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **"Comparación de un sistema de pastoreo rotacional contra un sistema de estabulación en ganado de engorde"** fue realizado por las señores: **Jimenez Huerta Fabricio Sebastian y Yáñez Palacios Gloria Lisette**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 27 de febrero de 2023

Firma:



JORGE OMAR  
LUCERO BORJA

---

Ing. Lucero Borja, Jorge Omar Mgs.

C. C.: 1711853190



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Departamento de Ciencias de la Vida y Agricultura**  
**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**Responsabilidad de Autoría**

Nosotros, **Jimenez Huerta Fabricio Sebastian y Yánez Palacios Gloria Lissette**, con cédulas de ciudadanía n° 2300375116 y 0804800159, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Comparación de un sistema de pastoreo rotacional contra un sistema de estabulación en ganado de engorde”**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Santo Domingo de los Tsáchilas, 27 de febrero de 2023.**

Firmas:

**Jimenez Huerta Fabricio Sebastian**

C.C.: 2300375116

**Yánez Palacios Gloria Lissette**

C.C.: 0804800159



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Departamento de Ciencias de la Vida y Agricultura**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**Autorización de Publicación**

Nosotras **Jimenez Huerta Fabricio Sebastian** y **Yáñez Palacios Gloria Lissette**, con cédulas de ciudadanía n° 2300375116 y 0804800159, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Comparación de un sistema de pastoreo rotacional contra un sistema de estabulación en ganado de engorde"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

**Santo Domingo de los Tsáchilas, 27 de febrero de 2023**

Firmas:

**Jimenez Huerta Fabricio Sebastian**

C.C.: 2300375116

**Yáñez Palacios Gloria Lissette**

C.C.: 0804800159

### **Dedicatoria**

Esta tesis va dedicada a mis padres, las personas más importantes en mi vida, Rolando y Blanca, quienes me enseñaron a lo largo de mi vida a ser una persona de provecho, quienes me inculcaron el amor al trabajo y tener responsabilidad y convicción con mis objetivos, ellos que fueron los pilares para que sea la persona que soy actualmente.

A mis queridos hermanos, Mari, Walter y Jostyn, por apoyarme y no dejar que me rinda, ellos que son otra de las razones más importantes para que se esté logrando todo esto.

A mis amigos más cercanos que siempre estuvieron ahí impulsándome a mejorar y a no desistir y nunca me dejaron de lado, que siempre me vieron logrando muchas cosas grandes.

***Fabricio Sebastian Jimenez Huerta***

Esta tesis la dedico con mucho cariño a mi padre Julio Cesar Yáñez, el hombre más importante en mi vida, sincero, honesto, trabajador, responsable y motivador quien me ha inculcado buenos valores que me han hecho una mujer de bien, por ese apoyo y amor incondicional para cumplir una de mis grandes metas, por ser el hombre que ha tomado mi mano desde niña acompañándome en esta trayectoria, te amo papito de mi vida.

A mi amada madre Gloria Isabel Palacios por estar siempre para mí, por sus valiosos consejos y enseñanzas, por ser una guía e impulsarme a ser cada día mejor, por consentirme, regañarme y acompañarme en cada una de mis decisiones, eres mi ejemplo a seguir mi reina.

A mis hermanos José, Rubén, Iván, David y Kassandra a quienes admiro y respeto mucho por sus consejos de superación profesional, social y espiritual que me han sabido llevar por el camino del bien.

A mis grandes amores, mis sobrinos Erick y Jamileth quienes son parte importante de mi vida y hacen que todos los obstáculos sean más fáciles de afrontar, mis pequeños espero ser un ejemplo para ustedes.

***Yáñez Palacios Gloria Lissette***

## **Agradecimiento**

A mi madre quien, a través de su esfuerzo, trabajo y dedicación, fue parte fundamental para lograr finalizar mi carrera, ella que siempre estuvo presente en cada paso que daba, que me brindó su confianza y apoyo moral, la que siempre tenía unas palabras para levantarme el ánimo y seguir adelante, y que a pesar de las adversidades presentes día, siempre mantenía una sonrisa que me impulsaba a ser mejor, te amo infinitamente.

A mi padre, por enseñarme lo que significa ser responsable, trabajador, honesto y, sobre todo, por inculcarme buenos valores, gracias por ser parte de uno de los tantos objetivos propuestos, muchas gracias por apoyarme en todo y sentirte orgulloso de la persona que soy.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sede Santo Domingo y de todas las personas que la componen, por brindarme ser parte de ellos y por el conocimiento adquirido a lo largo de la carrera para desarrollarme como profesional.

Al Ing. Jorge Lucero, por brindarnos su ayuda para que se logre finalizar este proyecto, pero por su dedicación a la misma, paciencia y enseñanza.

A todas las personas que fui conociendo a lo largo de la carrera, quienes me brindaron su apoyo y consejos en su momento, especialmente a mis amigos Jary, Adony, Liss y Anahí, que fueron parte importante de todo esto, personas que siempre estuvieron presente y no me dejaron solo en ningún momento.

***Fabricio Sebastian Jimenez Huerta***

En primer lugar, agradezco a Dios por prestarme salud, vida, fuerzas y por ayudarme en los momentos más difíciles de mi vida, para alcanzar mi objetivo.

A mis padres quienes me apoyaron moral y económicamente durante mis estudios para obtener mi título de ingeniera agropecuaria, todos mis triunfos son por ustedes y para ustedes.

Agradezco a la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE, sede Santo Domingo y a las personas que la componen por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como profesional y ser mi segundo hogar desde que me tocó migrar a otra ciudad.

Al Ing. Jorge Lucero, por aceptar ser nuestro tutor de la investigación para poderla llevar a cabo, gracias por su paciencia, enseñanza y apoyo en la realización y culminación de este trabajo.

A la hacienda Diana por abrirnos las puertas y permitirnos desarrollar nuestra investigación, adquiriendo nuevos conocimientos en campo y ejecutándose profesionalmente.

A mis grandes amigos Fabricio Jiménez y Adony Burgos con quienes llevamos una amistad desde el inicio de la carrera universitaria, extendiendo mis más sinceros agradecimientos por esas motivaciones y apoyo incondicional, por esas risas y tristezas compartidas, espero y nuestra amistad perdure.

***Yáñez Palacios Gloria Lissette***

## Índice de contenido

<b>Caratula</b> .....	1
<b>Reporte verificación de contenido</b> .....	2
<b>Certificación</b> .....	3
<b>Responsabilidad de Autoría</b> .....	4
<b>Autorización de publicación</b> .....	5
<b>Dedicatoria</b> .....	6
<b>Agradecimiento</b> .....	8
<b>Índice de contenido</b> .....	10
<b>Índice de Figuras</b> .....	14
<b>Índice de tablas</b> .....	15
<b>Abstract</b> .....	17
<b>Capítulo I</b> .....	18
<b>Introducción</b> .....	18
<b>Objetivos</b> .....	20
<b>Objetivo General</b> .....	20
<b>Objetivos Específicos</b> .....	20
<b>Hipótesis</b> .....	21
<b>Capítulo II</b> .....	22
<b>Revisión de Literatura</b> .....	22
<b>Sistemas de producción</b> .....	22
<b>Sistema de pastoreo rotacional</b> .....	22

Consumo de alimento.....	22
Sistema de estabulación .....	23
Engorde de toretes .....	23
Nutrición animal .....	24
<i>Pasto Brachiaria (Brachiaria decumbes)</i> .....	25
<i>Valor nutricional</i> .....	25
<i>Potencial de producción</i> .....	25
Cuba OM-22 ( <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach x <i>Pennisetum glaucum</i> L) .....	26
<i>Valor nutricional</i> .....	26
<i>Potencial de producción</i> .....	26
<i>Ensilaje de maíz</i> .....	27
Calidad de ensilaje de maíz.....	27
<i>Valor nutricional</i> .....	27
<i>Potencial de producción</i> .....	28
Concentrado .....	28
Capítulo III.....	32
Metodología.....	32
Ubicación de Área experimental .....	32
<i>Ubicación Política</i> .....	32
<i>Ubicación Geográfica</i> .....	32
<i>Ubicación Ecológica</i> .....	32
Materiales.....	33

	12
<b><i>Biológicos</i></b> .....	33
<b><i>Insumos alimenticios</i></b> .....	33
<b><i>Herramientas y equipos</i></b> .....	34
<b><i>Insumos veterinarios</i></b> .....	34
<b><i>Material de escritorio</i></b> .....	34
<b>Métodos</b> .....	35
<b><i>Diseño Experimental</i></b> .....	35
<b><i>Análisis estadístico</i></b> .....	36
<b><i>Análisis funcional</i></b> .....	36
<b><i>Variables evaluadas</i></b> .....	36
<b><i>Variables productivas</i></b> .....	39
<b><i>Variables económicas</i></b> .....	40
<b>Manejo del experimento</b> .....	41
<b>Capítulo IV</b> .....	45
<b>Resultados y Discusión</b> .....	45
<b>Análisis bromatológicos</b> .....	45
<b>Variables productivas</b> .....	46
<b><i>Peso vivo (kg)</i></b> .....	47
<b><i>Ganancia diaria de peso (GDP)</i></b> .....	49
<b><i>Índice de Conversión Alimenticia (ICA)</i></b> .....	50
<b><i>Consumo de materia seca en, % Peso Vivo (CMS, %PV)</i></b> .....	52
<b>Variables económicas</b> .....	53

<i>Costo por kilogramo producido</i> .....	54
<i>Ganancia neta</i> .....	56
<i>Ganancia por hectárea</i> .....	57
<i>Rentabilidad</i> .....	59
<i>Relación beneficio/ costo</i> .....	61
<b>Capítulo V</b> .....	65
<b>Conclusiones</b> .....	65
<b>Recomendaciones</b> .....	66
<b>Capítulo VI</b> .....	67
<b>Bibliografía</b> .....	67

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Ubicación del lugar de investigación .....	33
<b>Figura 2</b> Distribución de animales en pastoreo .....	41
<b>Figura 3</b> Distribución de animales en el establo.....	42
<b>Figura 4</b> Análisis del peso vivo (kg) en interacción con el periodo de alimentación de acuerdo al sistema de engorde .....	47
<b>Figura 5</b> ADEVA de la ganancia diaria de peso (GDP) en relación al efecto del periodo de alimentación de acuerdo al sistema de engorde.....	49
<b>Figura 6</b> Análisis de la conversión alimenticia (ICA) en interacción con el periodo de alimentación de acuerdo al sistema de engorde.....	50
<b>Figura 7</b> Análisis del consumo de materia seca en porcentaje del peso vivo (CMS, %PV) en relación al periodo de tiempo de alimentación, de acuerdo al sistema de engorde .....	52
<b>Figura 8</b> Análisis económico descriptivo del costo por kilogramo producto de acuerdo al sistema de producción y dietas .....	54
<b>Figura 9</b> Análisis económico descriptivo de la ganancia neta de acuerdo al sistema de producción y dietas.....	56
<b>Figura 10</b> Análisis económico descriptivo de la ganancia por hectárea de acuerdo al sistema de producción y dietas .....	57
<b>Figura 11</b> Análisis económico descriptivo de la rentabilidad de acuerdo al sistema de producción y dietas.....	59
<b>Figura 12</b> Análisis económico de la rentabilidad/diesta de acuerdo al sistema de producción... 59	59
<b>Figura 13</b> Análisis económico descriptivo de la relación beneficio costo de los tratamientos de acuerdo al sistema de producción y dietas .....	61
<b>Figura 14</b> Análisis económico descriptivo de la relación beneficio costo de los tratamientos de acuerdo al sistema de producción y dietas** .....	62

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Consumo diario de materia seca en ganado de engorde .....	23
<b>Tabla 2</b> Necesidades nutricionales para crecimiento y engorde del ganado de carne.....	24
<b>Tabla 3</b> Composición nutricional del Cuba OM-22 .....	26
<b>Tabla 4</b> Composición nutricional del ensilaje de maíz según la FEDNA.....	28
<b>Tabla 5</b> Análisis Bromatológico del concentrado comercial .....	29
<b>Tabla 6</b> Función de los minerales en el ganado bovino .....	30
<b>Tabla 7</b> Composición bromatológica de Melaza.....	31
<b>Tabla 8</b> Identificación y descripción de los tratamientos a evaluar .....	35
<b>Tabla 9</b> Esquema del análisis de varianza (ANAVA).....	36
<b>Tabla 10</b> Establecimiento de las dietas a evaluar en el sistema de pastoreo rotacional vs estabulado.....	37
<b>Tabla 11</b> Disponibilidad de forraje verde y materia seca (kg) de <i>Brachiaria decumbes</i> previo a pastoreo y Cuba 22 previo al corte mecanizado, en la Hacienda Diana.....	39
<b>Tabla 12</b> Análisis del consumo MV en el sistema de producción pastoreo rotativo T1 .....	41
<b>Tabla 13</b> Análisis del consumo MV en el sistema de producción estabulado T2 .....	42
<b>Tabla 14</b> Análisis del consumo MV en el sistema de producción estabulado T3 .....	43
<b>Tabla 15</b> Especificaciones del manejo del sistema de pastoreo .....	44
<b>Tabla 16</b> Especificaciones del manejo de sistema de estabulación.....	44
<b>Tabla 17</b> Composición bromatológica del pasto <i>Brachiaria decumbes</i> .....	45
<b>Tabla 18</b> Composición bromatológica del pasto de corte Cuba 22.....	45
<b>Tabla 19</b> Composición bromatológica del silo de maíz .....	46
<b>Tabla 20</b> Composición bromatológica del concentrado preparado .....	46
<b>Tabla 21</b> Resultados de p-valor en interacción tratamiento*día de las variables productivas....	46

## Resumen

El presente trabajo se realizó con el propósito de comparar un sistema de pastoreo rotacional con suplementación contra sistema de estabulación en ganado de engorde. Se utilizaron 45 novillos en un Diseño Completamente al Azar y se compararon medias mediante la prueba de LSD Fisher al 5% de significancia. Los tratamientos fueron: T1= Pastoreo rotativo + silo; T2= Estabulado, pasto picado + silo; T3= Estabulado, pasto picado + silo + concentrado. Se pesaron los animales cada 21 días, durante 76 días de estudio. Las variables productivas evaluadas fueron peso vivo, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, consumo de materia seca y producción de materia seca; las económicas fueron costo por kilogramo producido, utilidad, utilidad por hectárea, rentabilidad y relación beneficio costo. En cuanto a los resultados hubo diferencia en todas las variables evaluadas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos con valores promedio de 438,93, 498,20 y 479,40 kg PV, para el T1, T2 y T3 respectivamente. Así mismo, una GDP de 0,86, 1,33 y 1,07 kg/día, ICA de 12,18, 8,53 y 10,72. A nivel económico, se obtuvo una mayor rentabilidad en el tratamiento T1 (Pastoreo rotacional con suplementación de ensilaje de maíz) puesto que; se generó un rédito de 83,66 por cada 100 de inversión.

*Palabras clave:* ganadería de carne, sistemas de producción, suplementación con ensilaje de maíz, análisis económico.

### **Abstract**

The present work was carried out with the purpose of comparing a rotational grazing system with supplementation against a stall system in beef cattle. Forty-five steers were used in a completely randomized design and means were compared using the LSD Fisher test at 5% significance. The treatments were: T1= Rotational grazing + silage; T2= Stall, chopped grass + silage; T3= Stall, chopped grass + silage + concentrate. The animals were weighed every 21 days, during 76 days of study. The productive variables evaluated were live weight, daily weight gain, feed conversion, dry matter intake and dry matter production; the economic variables were cost per kilogram produced, profit, profit per hectare, profitability and benefit-cost ratio. As for the results, there was a difference in all the variables evaluated ( $p < 0.05$ ) among the treatments with average values of 438.93, 498.20 and 479.40 kg BW, for T1, T2 and T3, respectively. Likewise, a GDP of 0.86, 1.33 and 1.07 kg/day, AQI of 12.18, 8.53 and 10.72. At the economic level, a higher profitability was obtained in the T1 treatment (rotational grazing with corn silage supplementation) since it generated a profit of 83.66 per 100 of investment.

*Key words:* beef cattle raising, production systems, production systems, corn silage supplementation, economic analysis.

## Capítulo I

### Introducción

(Arronis & Morales, 2021) menciona que, en los últimos años, la producción agropecuaria se ha visto intensificada en la búsqueda de alternativas, para incrementar la eficiencia en la utilización de recursos de la finca y la armonía con el ambiente, de tal forma que se logre una sostenibilidad técnica, social y económica.

Las deficiencias nutricionales de los bovinos, constituyen el principal factor limitante para la intensificación de la producción de carne, por lo tanto, la suplementación se convierte en una herramienta indispensable. El sistema de producción en estabulación es más eficiente en comparación a un pastoreo tradicional, ya sea en cuanto al consumo de materia seca, además el gasto de energía para mantenimiento en sistemas estabulados es menor, por lo tanto, el destino de energía para producción se maximiza y eso hace que la ganancia de peso se incremente de manera significativa (Castillo, 2015).

Debido al problema alimentario existente en las ganaderías dedicadas a la producción de carne en masa, optaron por usar el silo de maíz como una alternativa nutrimental para la época seca, además que actualmente se ha convertido en un suplemento importante en la dieta del animal (Oneal, 2017).

En el caso de ganaderías en pasturas tropicales, la suplementación de cualquier índole, ya sea mineral, proteica o energética, se convierte en la mejor opción que toman los productores para la mejora productiva de sus hatos, independientemente que sea de carne o leche. Por ello el tipo de pastoreo libre o extensivo y el rotativo es el más utilizado, debido a que constituyen una de las alternativas por su bajo costo con respecto a alimento concentrado, además de su manejo que es más sencillo (Arronis & Morales, 2021).

La suplementación en el sistema de producción en pastoreo es una de las principales herramientas para incrementar el crecimiento y engorde de los bovinos, ya que permite corregir dietas desbalanceadas en diferentes épocas del año, aumentar la eficiencia de conversión de

los alimentos, la ganancia de peso de los animales, capacidad de carga y la productividad por unidad de superficie.

Este trabajo, tuvo como objetivo realizar una comparación de un sistema de pastoreo rotativo con suplementación, frente a un sistema de estabulación en ganado de engorde, difiriendo en las dietas alimentarias de cada tratamiento, para así determinar qué sistema de producción genera mayor ganancia diaria de peso y rentabilidad para el productor.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Comparar un sistema de pastoreo rotacional con suplementación contra estabulación en ganado de engorde en Santo Domingo de los Tsáchilas.

### **Objetivos Específicos**

Plantear el ensayo en base a los tipos de producción ganadera (pastoreo y estabulado) en ganado de engorde.

Evaluar el efecto de las dietas suministradas en los diferentes sistemas de producción.

Analizar económicamente las dietas nutricionales.

### **Hipótesis**

**Ho:** La alimentación con suplementación en un sistema de estabulación en comparación a uno en pastoreo no mejora los resultados zootécnicos.

**Ha:** La alimentación con suplementación en un sistema de estabulación en comparación a uno en pastoreo mejora los resultados zootécnicos.

## Capítulo II

### Revisión de Literatura

#### Sistemas de producción

En general, los sistemas de producción en ganadería de carne pueden ser intensivo (estabulación) o pastoreo, el intensivo se diferencia del pastoreo rotacional por las características que se detallan a continuación:

#### Sistema de pastoreo rotacional

Consiste en el aprovechamiento de las condiciones naturales de las diversas zonas ecológicas, donde los animales permanecen en los potreros. Para establecer este sistema se debe tener pastizales, donde se debe practicar la rotación de las pasturas, previa determinación de carga animal que generalmente se estima para un animal/año de 0,5 a 1,5 Ha (Quezada, 2018).

A diferencia de los otros sistemas (estabulación y mixto), el pastoreo rotativo necesita más tiempo para lograr un buen engorde o alcanzar el peso final deseado, debido a que los incrementos son menores a los que se obtienen en el engorde intensivo (estabulación). Sin embargo, los costos de producción son inferiores (Quezada, 2018).

#### Consumo de alimento

La producción ganadera en pastoreo, depende en gran medida de la cantidad y calidad de pasto producido, de la capacidad del animal para comerlo y utilizarlo eficientemente, además del productor en saber manejar los recursos disponibles a la mano.

El consumo diario de materia seca, puede analizarse como el producto de tres variables: el pasto consumido en un bocado durante el pastoreo, el tiempo diario al pastoreo y la tasa de consumo. Además se debe considerar el gasto energético de los animales, debido a que si existe una alta tasa de bocado en el pastoreo, significa mayor costo energético y es el factor con mayor incidencia en el mantenimiento del animal en pastoreo, ya que es una actividad que los animales llevan durante varias horas al día (7-10 horas) (Cerdas, 2013).

**Tabla 1***Consumo diario de materia seca en ganado de engorde*

Peso kg	Ganancia kg	Consumo kg * día	Peso kg	Ganancia kg	Consumo kg * día
350	0,4	8,9	445	0,4	10,7
	1,0	9,4		1,0	11,3
	1,5	9,2		1,5	11,0
	1,9	8,7		1,9	10,4
381	0,4	9,5	476	0,4	11,2
	1,0	10,0		1,0	11,8
	1,5	9,8		1,5	11,6
	1,9	9,3		1,9	11,0
413	0,4	10,0	508	0,4	11,8
	1,0	10,7		1,0	12,4
	1,5	10,4		1,5	12,2
	1,9	9,8		1,9	11,5

Nota: La tabla 1, indica el consumo diario de materia seca en novillos de engorde en diferentes pesos vivos y ganancias (Cerdas, 2013).

### **Sistema de estabulación**

Un sistema de ganado de engorde intensivo, logra reducir el tiempo de engorde, además de aprovechar los subproductos de bajo costos, con el fin de conseguir un grado de uniformidad en los bovinos, además de liberar superficie. El mayor gasto en este tipo de sistema es la alimentación, ya que ocupa aproximadamente entre un 50 y 70 % de los costos de producción, pero el emplear las buenas prácticas de alimentación, permite evitar el desperdicio de alimento, contaminación y deterioro, por ende proporciona mayor ganancia de peso a menos costo (Ramírez, 2015).

### **Engorde de toretes**

Existen factores que determinan esta etapa de finalización como lo son, el origen de los animales que entran al sistema, edad al destete, raza, condiciones de manejo de pasturas, circunstancias socioeconómicas o culturales. Sin embargo, el factor más relevante es la alimentación, que puede representar hasta el 90% de los costos totales (Coca, 2012).

La carne bovina se caracteriza por su valor proteico que se encuentra entre los más altos, comparado con el de la carne de otros animales agro domésticos. Está constituida por agua (70%), proteína (21%) y grasa (6%) (Coca, 2012).

### Nutrición animal

En el manejo del ganado de engorde, sin tomar en cuenta del tipo de raciones que se empleen para el hato, es necesario cubrir cinco elementos fundamentales, los cuales son: agua, energía, proteína, vitaminas y minerales (Ramírez, 2015).

**Tabla 2**

*Necesidades nutricionales para crecimiento y engorde del ganado de carne*

<b>Peso, kg</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>300</b>	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>450</b>
Requisitos para mantenimiento						
ENm, Mcal.día <sup>-1</sup>	4,1	4,84	5,55	6,23	6,89	7,52
PM, g. día <sup>-1</sup>	202	239	274	307	340	371
PC, g. día <sup>-1</sup>	302	357	409	458	508	554
Ca, g. día <sup>-1</sup>	6	8	9	11	12	14
P, g. día <sup>-1</sup>	5	6	7	8	10	11
Requisitos de energía para ganancia ENg. Mcal.día <sup>-1</sup>						
Ganancia, kg.d <sup>-1</sup>						
0,50	1,27	1,50	1,72	1,93	2,14	2,33
1,00	2,72	3,21	3,68	4,13	4,57	4,99
1,50	4,24	5,01	5,74	6,45	7,13	7,79
2,00	5,81	6,87	7,88	8,84	9,77	10,68
Requisitos de proteína metabolizable para ganancia PM, g. día <sup>-1</sup>						
0,50	154	155	158	157	145	113
1,00	299	300	303	298	272	246
1,50	441	440	442	432	391	352
2,00	580	577	577	561	505	451
Requisitos de proteína cruda para ganancia PC, g. día <sup>-1</sup>						
0,50	230	231	236	234	216	199
1,00	446	448	352	349	406	367
1,50	658	657	660	645	384	525
2,00	866	861	861	837	754	673

Nota: La tabla 2 indica los requisitos nutricionales para crecimiento y engorde de ganado de carne a partir de diferentes pesos vivos del animal (Cerdas, 2013).

Para obtener un eficiente uso de los nutrientes, es necesario llegar a un balance en cuanto la proteína metabolizable y energía a nivel tisular, además, un balance entre la proteína degradable y la energía del rumen, debido a que si no existe una relación adecuada entre estos

cuatros puntos, el excedente de proteína verdadera en los tejidos será degradado y utilizado como energía, provocando un proceso ineficiente desde el punto energético y económico, ya que restringe el crecimiento del animal (Cerdas, 2013).

Además los bajos aportes de proteína cruda o proteína degradable en el rumen, en relación con la energía en el mismo, limitan el desarrollo de los microorganismos, por lo tanto disminuye la fermentación de la materia orgánica del alimento y el aporte de energía para el medio interno del animal (Cerdas, 2013).

### **Pasto *Brachiaria* (*Brachiaria decumbes*)**

La clasificación taxonómica del pasto brachiaria se detalla a continuación:

Familia: Poaceae

Tribu: Paniceae

Género: *Brachiaria*

Especie: *B. Decumbens*

Se caracteriza al ser una planta perenne, que alcanza una altura en rangos de 30-100 cm y con alta tolerancia al pastoreo (Muñoz, 2012).

### **Valor nutricional**

La *Brachiaria decumbens* contiene un valor nutricional moderadamente alto, sin embargo depende del estado de fertilidad del suelo, además tiene una digestibilidad que va de 50-80 % y una cantidad de proteína cruda de 9-20 %, la cual va disminuyendo en base a la edad de la hoja (Muñoz, 2012).

### **Potencial de producción**

La producción de materia puede llegar a ser muy alta, dependiendo de ciertos factores como el manejo que se le haya dado al suelo y el uso de fertilizantes. Con producciones de 10 t/ha/año de MS, pero en condiciones óptimas pueden ser mayores a 30 t/ha/año MS, cabe recalcar que la producción se reduce en el verano por la falta de lluvias (Muñoz, 2012).

### **Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L)**

Es una gramínea de alta producción vegetativa, con un alto contenido nutricional, el mismo que puede alcanzar hasta un 17% de proteína, además tiene una buena digestibilidad, es resistente a sequías y alto contenido de carbohidrato, lo que la hace apetecible para el ganado, debido a que no presente pubescencia (Morocho, 2020).

#### **Valor nutricional**

**Tabla 3**

*Composición nutricional del Cuba OM-22*

Período de corte	Materia seca (%)	Ceniza (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)
45 días	11,32	12,97	20,31	2,98	32,19
60 días	15,15	15,04	18,99	3,08	34,77
75 días	16,38	12,75	16,93	3,17	35,99
90 días	21,18	13,70	15,98	3,51	37,92

Nota: En la tabla se muestra la composición bromatológica del pasto Cuba-22 (Barén & Centeno, 2017)

#### **Potencial de producción**

(Morocho, 2020), menciona que la producción de forraje verde con respecto a *Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* (Cuba OM-22) puede llegar a los 102,46 t/ha de forraje verde a los 60 días de corte, en una localidad de 2850 msnm, aunque esto va condicionado al manejo que se le dé al cultivo (manejo de suelo, fertilización, factores climáticos, etc), por otro lado (Agronet, 2020) menciona que también puede llegar a producir de 70 a 180 t/MV/ha por corte de 90 a 120 días.

### ***Ensilaje de maíz***

El maíz reúne las mejores condiciones de valor nutritivo que se caracteriza por el contenido de azúcares y rendimiento por hectárea, lo que lo hace un cultivo idóneo para ensilar y suministrar al ganado de engorde sin embargo, la calidad se debe a cuanto sustrato degradable en el rumen aportan sus componentes, es decir la hoja, tallo y espiga (Gualoto, 2013).

### **Calidad de ensilaje de maíz**

La calidad nutricional del ensilaje de maíz va a depender mucho de la digestibilidad que tenga, que está determinado por factores genéticos y ambientales, además del estado de madurez en el que se realiza la cosecha. La calidad nutrimental del ensilaje es aprovechada por el animal en cuanto al rápido vaciado en el rumen que produce este, ya que las partículas del ensilaje no son retenidas en el rumen más de 20 a 24 horas y por ende aumenta un mayor consumo, cabe mencionar que es un material con doble o triple calidad en términos de degradabilidad, el cual se pierde por pasaje (Gualoto, 2013).

Es recomendable que el porcentaje de materia seca este entre un 25 y 35%, debido a que la humedad del cultivo de maíz es la clave para la realización de un ensilaje de calidad y posteriormente para su almacenamiento, debido a que los cultivos con alto contenido en agua, es decir <25% de MS presentan dificultad para conservar y grandes pérdidas de nutrientes, mientras que los cultivos que tienen >35% de MS son difíciles de compactar y a su vez pierden calidad nutricional (Favre, 2012).

### ***Valor nutricional***

En el ensilaje de maíz, la fibra menos degradable es reemplazada por almidón, carbohidratos solubles y fibra con mayor degradabilidad, por ello se ha evidenciado en rumiantes un consumo de MS que va desde los 3 a 4% de su PV, cuando el consumo en

forrajes con la misma digestibilidad, raramente puede ser mayor al 2% de su PV, todo esto debido al efecto del llenado ocasionado por el lento pasaje del alimento por el rumen (Gualoto, 2013).

**Tabla 4**

*Composición nutricional del ensilaje de maíz según la FEDNA*

MS (%)	pH	Cenizas (%)	PB (%)	NH4	EE (%)	FB (%)
< 20	4,45	7,28	8,78	0,89	4,54	33,6
20-25	3,91	6,31	8,41	0,25	4,35	27
25-30	3,79	4,51	7,68	0,21	4,40	25,2
30-35	3,78	4,18	7,13	0,23	4,20	24,5
> 35	3,84	4,01	6,95	0,23	3,76	23,7

Nota: Análisis bromatológico del ensilaje de maíz por (FEDNA, 2019)

### **Potencial de producción**

Según (Pernia, 2015) para producir 1000 kg de ensilaje de maíz, es necesario un volumen semejante de cosecha, en donde las pérdidas no son relativamente significativas debido a que son por parte de lixiviados, pero (Imatzu, 2015) menciona que al momento de la cosecha, el maíz tiene un porcentaje del 70-80% de humedad mientras que el ensilaje termina teniendo un 65% de humedad, por lo que se habla de un 15% que se pierde por los lixiviados, en conclusión es necesario 10150 kg de forraje verde (maíz cosechado) para obtener una tonelada de ensilaje de maíz.

### **Concentrado**

Son una mezcla de ingredientes obtenidos de diferentes fuentes vegetales y animales. La composición nutricional de un concentrado varía de acuerdo con el tipo de animal y su etapa de

crecimiento, por ello se considera los siguientes criterios: precio, composición nutricional, digestibilidad de las materias primas y características del animal (Ramírez, 2015).

En la tabla 5 se detalla el análisis bromatológico realizado a un concentrado comercial para bovinos.

**Tabla 5**

*Análisis Bromatológico del concentrado comercial*

Parámetro	Resultado (TCO)	Método / Norma
Humedad total (%)	10,14	AOAC / Gravimétrico
Materia seca (%)	89,86	AOAC / Gravimétrico
Proteína (%)	12,2	AOAC / kjeldahl
Fibra (%)	13,02	AOAC / Gravimétrico
Grasa (%)	5,07	AOAC / Goldfish
Ceniza (%)	9,33	AOAC / Gravimétrico
Materia orgánica (%)	90,67	AOAC / Gravimétrico

Nota: Recuperado de investigación realizada por (Ramírez, 2015)

**Sal mineral**

Es un suplemento que brinda un aporte importante durante el crecimiento y desarrollo del ganado, por si mezcla de sal y minerales, está diseñado para suplir los requerimientos minerales del animal en las diferentes etapas del ganado, todo ello haciendo énfasis en la ganancia de peso (Salamanca, 2010).

**Tabla 6***Función de los minerales en el ganado bovino*

<b>Mineral</b>	<b>Función</b>	<b>Fuente</b>
<b>Macrominerales</b>		
Calcio	Formación ósea y dientes, función nerviosa y muscular	Pastos y forrajes
Fósforo	Reproducción, formación ósea y dientes	Granos
Magnesio	Crecimiento, reproducción y metabolismo	Suplemento mineral
Potasio	Metabolismo	Pastos y forrajes
Azufre	Metabolismo, formación de aminoácidos azufrados en el rumen	Pastos y forrajes
<b>Microminerales</b>		
Cromo	Sistema inmunológico, factor de tolerancia a la glucosa	Granos
Cobalto	Componente de la vitamina B12	Leguminosas
Cobre	Formación de hemoglobina y metabolismo tisular	Forrajes y granos
Yodo	Producción de hormonas tiroideas y metabolismo energético	Pastos y forrajes
Manganeso	Reproducción animal	Pastos y forrajes
Molibdeno	Actividad enzimática	Pastos y forrajes
Selenio	Glutation peroxidasa, antioxidante	Forrajes y granos
Zinc	Actividad enzimática	Leguminosas

Nota: Recuperado de (Rosero & Posada, 2016)

**Melaza**

Es un subproducto de la caña de azúcar y muy utilizado en las ganaderas de engorde y leche, debido a sus propiedades de palatabilidad y aroma que hace un alimento agradable a los bovinos, además ayuda a que los niveles de ingestión y flora ruminal del animal aumente,

haciendo que el ganado aproveche de manera más efectiva los alimentos fibrosos como el heno, la paja, el ensilaje (Conadesuca, 2016).

**Tabla 7**

*Composición bromatológica de Melaza*

<b>Elemento</b>	<b>(%)</b>	<b>Elemento</b>	<b>(%)</b>	<b>Elemento</b>	<b>(ppm)</b>
Materia seca	78,00	Mg	0,35	Colina	600
Proteínas	3,00	P	0,08	Niacina	48,86
Sacarosa	60-63	K	3,68	Pantotéico	42,90
Azúcares reductores	3-5	Glicina	0,10	Piridoxina	44,00
Otros azúcares	16,00	Leucina	0,01	Piófavlina	4,40
Agua	16,00	Lisina	0,01	Tiamina	0,88
Grasas	0,40	Treonina	0,06		
Cenizas	9,00	Valina	0,02		
Ca	0,74				

Nota: Recuperado de (Martín, 2004).

## Capítulo III

### Metodología

#### Ubicación de Área experimental

La presente investigación se llevó a cabo en la Hacienda Diana, Vía Quinindé km 22, provincia de Santo Domingo los Tsáchilas como se detalla a continuación:

#### ***Ubicación Política***

País : Ecuador  
Provincia : Santo Domingo de los Tsáchilas  
Cantón : Santo Domingo de los Colorados  
Parroquia : Valle Hermoso  
Sector : Hacienda Diana (Km 22 Vía Quinindé)

#### ***Ubicación Geográfica***

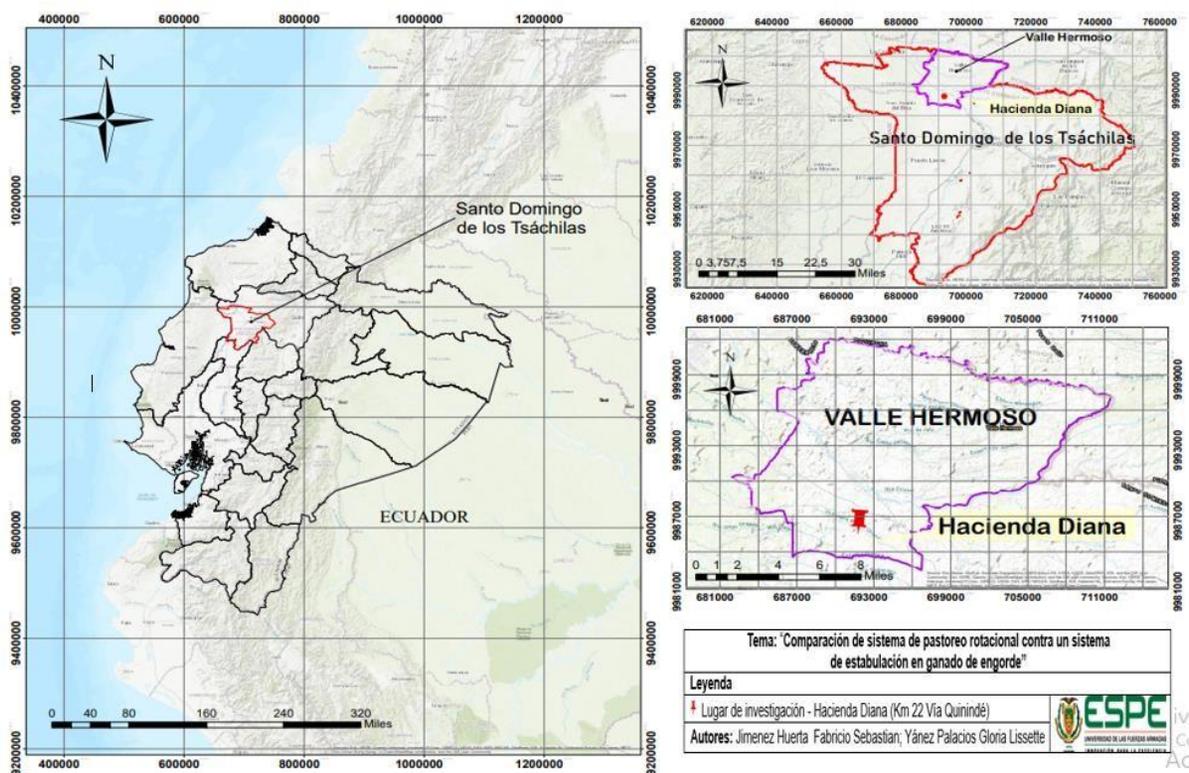
Latitud : 0° 06' 53.5" S  
Longitud : 79° 16' 10.4" O

#### ***Ubicación Ecológica***

Zona de Vida : Bosque Húmedo Tropical  
Altitud : 300 msnm  
Temperatura : 23 - 28 °C  
Precipitación : 3129 mm/añual  
Humedad relativa : 89 %  
Heliofanía : 803 Horas luz/añual

Figura 1

Ubicación del lugar de investigación



## Materiales

### Biológicos

Durante la realización del ensayo se utilizaron 45 novillos bovinos, de aproximadamente 361-409 kg de PV, mismos que fueron distribuidos en tres planes de alimentación.

### Insumos alimenticios

- Concentrado
- Pasto de corte Cuba 22
- Pasto *Brachiaria decumbens*
- Silo de maíz
- Sal mineral
- Melaza

***Herramientas y equipos***

- Tractor
- Establo
- Báscula para pesaje de animales
- Fierros para marcar ganado
- Balanza digital
- Cosechadora y picadora de pasto
- Baldes

***Insumos veterinarios***

- Ivermectina al 1 y 3,15 %.
- Vitaminas AD3E.
- Fórmula 62
- Fleanet (Pour on)

***Material de escritorio***

- Libreta de campo
- Esferográfico
- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Hojas de registro

## Métodos

Se utilizaron 45 novillos, los mismos que fueron divididos en tres grupos e identificados mediante la marcación con hierro caliente. Donde hubo diferencia en el peso inicial del lote de pastoreo rotacional en relación con los lotes de estabulación. El promedio fue de 368,47 kg/animal para el tratamiento de pastoreo más suplementación con ensilaje de maíz (T1), 404,20kg/animal para el tratamiento estabulado 1 (T2= ensilaje de maíz + pasto) y 406,67 kg/animal para el tratamiento estabulado 2 (T3= ensilaje de maíz + pasto + concentrado). Los animales fueron pesados cada 21 días luego de haber sido alimentado, durante 76 días de evaluación. ***Diseño Experimental***

En el presente trabajo de investigación, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con medida repetida en el tiempo, con tres tratamientos y 15 unidades experimentales por tratamiento, con un total de 45 animales, con efecto aleatorio dentro del tratamiento.

### ***Tratamientos a comparar.***

**Tabla 8**

*Identificación y descripción de los tratamientos a evaluar*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nº de Animales</b>
T1	Pastoreo rotativo (70%) + Silo de maíz (30%) + sal mineral	15
T2 (Estabulado 1)	Pasto de corte Cuba 22 (70%) + Silo de maíz (30%) + Sal Mineral + Melaza	15
T3 (Estabulado 2)	Pasto de corte Cuba 22 (50%)+ Silo de maíz (49%) + Balanceado (1%) + Sal Mineral + Melaza	15

Nota: Las dietas de cada uno de los ensayos experimentales, se basan a partir del consumo en MS.

### **Análisis estadístico**

Los resultados de las variables productivas fueron evaluados al análisis de varianza mediante el software estadístico Infostat.

#### **Esquema del análisis de varianza.**

**Tabla 9**

*Esquema del análisis de varianza (ANAVA)*

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamiento (Tratamiento>Animal)	t-1
Tratamiento>Animal (Error a)	ta-1
Día	d-1
Tratamiento*Día	(t-1)(d-1)
Error b	(n-1)(t-1)
Total	n-1

Nota: En la tabla 12 se detalla el ANAVA utilizado en la presente investigación acorde a los sistemas de producción y tratamientos (dietas). Utilizando el día como medida en el tiempo con un efecto aleatorio.

### **Análisis funcional**

Las comparaciones de las medias de las variables fueron analizadas mediante la prueba de LSD Fisher al 5% de significancia.

### **Variables evaluadas**

Las variables fueron evaluadas por un periodo de 76 días y un intervalo de cada 21 días. A continuación, se detallan las de variables evaluadas:

### **Variables de manejo**

**Consumo de alimento.** Se refiere a la cantidad de alimento suministrado en la dieta nutrimental del ganado, la misma que inicio con un consumo de 3% PV y se fijó a un 2,53% PV en base al desperdicio que se observó diariamente. La dieta se compuso de los siguientes:

#### **Consumo de forraje verde/animal.** CMS/MS (%)

CMS (Kg) = Consumo de materia seca de forraje

% MS= Materia seca del forraje

#### **Consumo de Silo/animal.** CMS/MS (%)

CMS (kg) = Consumo de materia seca de silo

% MS= Materia seca del silo

#### **Consumo de balanceado/animal.** CMS/MS (%)

CMS (kg) = Consumo de materia seca de balanceado

% MS= Materia seca del balanceado

**Tabla 10**

*Establecimiento de las dietas a evaluar en el sistema de pastoreo rotacional vs estabulado.*

<b>Tratamiento (Kg)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Peso vivo	368,47	404,20	406,67
CMS, 2.53%PV	11,05	12,13	12,20
%CMS, Pasto	0,70	0,70	0,50
%CMS, Silo	0,30	0,30	0,40
%CMS, Balanceado	-	-	0,10
Kg Pasto/animal/día	7,74	8,49	6,10
Kg Silo/animal/día	3,32	3,64	4,88
Kg Balanceado/animal/día	-	-	1,22

<b>Tratamiento (Kg)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
PB, Pasto	15	16,25	16,25
PB, Silo	15	15	15
PB, Balanceado	-	-	16,02
Aporte PB Pasto	11	11	8
Aporte PB Silo	5	5	6
Aporte PB Balanceado	-	-	1,60
<b>Aporte total de la dieta</b>	<b>15,00</b>	<b>15,88</b>	<b>15,73</b>

**Nota:** las relaciones del consumo de materia seca en los tratamientos fueron subdividido en pasto, silo y balanceado.

**Producción de forraje verde.** Indicativo de la producción de forraje disponible para el animal, el cual se evaluó mediante el método del cuadrante (1m<sup>2</sup>), en el que se tomó la muestra del pasto disponible dentro del área del cuadro y se efectuó el corte a una altura de 5 cm del suelo, posteriormente se pesó y se realizó una proyección en kg/ha entre la unidad cosechada y el área del terreno como se muestra en la tabla 11.

**Producción de materia seca.** Se determinó a partir de la diferencia de pesos por parte de la pérdida de humedad de la muestra del forraje verde y haciendo uso de la siguiente fórmula 1.

$$\mathbf{PMS= FV * (PS / PF)} \quad \text{[Fórmula 1]}$$

Donde:

FV=Producción de forraje verde

PS= Peso seco

PF= Peso fresco

**Tabla 11**

*Disponibilidad de forraje verde y materia seca (kg) de Brachiaria decumbes previo a pastoreo y Cuba 22 previo al corte mecanizado, en la Hacienda Diana*

Sistema	Kg MV/ha	%MS	Kg MS/ha	Área (ha)	Tn MS
T1 Pastoreo rotativo	24.000	29,13	6.991,2	2,4	30.248
T2 Estabulación	53.600	23,05	12.354,8	3	41,98
T3 Estabulación	53.600	23,05	12.354,8	2,1	30,17

Nota: Hubo diferencia en el área utilizada en cada tratamiento por la diferencia del periodo de descanso de los pastos y el porcentaje de inclusión en los tratamientos.

### **Variables productivas**

**Peso vivo.** Se refiere al peso en pie del animal, expresado en kilogramos (kg) y se pesó cada 21 días de forma individual a través del uso de una báscula.

**Ganancia diaria de peso (GDP).** Se refiere a la ganancia diaria de peso obtenida por los animales en cada tratamiento, se calculó con la fórmula 2:

$$\text{GDP (kg)} = ( Pf - Pi ) / \text{Días de estudio} \quad [\text{Fórmula 2}]$$

Donde:

Pi= Peso inicial (kg)

Pf= Peso final (kg)

**Índice de conversión alimenticia.** Es el indicador utilizado para evaluar el resultado de un ciclo de alimentación, es decir, se refiere a la cantidad de alimento necesaria para hacer una unidad de ganancia de peso (kg), se calculó con la fórmula 3:

$$\text{ICA} = \text{kg MS alimento consumido diario} / \text{GDP} \quad [\text{Fórmula 3}]$$

**Consumo de materia seca.** Se determinó a partir del peso promedio de los novillos de cada tratamiento, iniciando con un consumo de materia seca del 3% y reajustando su porcentaje hasta el consumo real en los primeros días de estudio fijando en un 2,53 % PV hasta el final del estudio.

### ***Variables económicas***

**Costo por kilogramo de carne producido.** Se determinó a partir de los costos totales por tratamiento entre los kilogramos de carne producidos (peso final de los animales) con la fórmula 5:

$$\text{\$ Costo/kg} = \text{Costo total del tratamiento/kg carne producidos} \quad [\text{Fórmula 5}]$$

**Ganancia neta.** Es la ganancia obtenida en cada tratamiento, y se calculó a partir de la diferencia de los ingresos totales con los costos totales con la fórmula 4:

$$\text{Ganancia neta} = \text{Ingresos totales} / \text{Costos totales} \quad [\text{Fórmula 4}]$$

**Ganancia por hectárea.** Es la ganancia que generó cada tratamiento por una unidad de área (ha) y se obtuvo a partir de la utilidad entre las unidades de áreas utilizadas en cada tratamiento con la fórmula 5:

$$\text{Ganancia/ha} = \text{Utilidad} / \text{Área utilizada} \quad [\text{Fórmula 5}]$$

**Rentabilidad.** Aquí se analizó la parte económica del proyecto y hace referencia a la tasa con la que se recupera la cantidad invertida en cada tratamiento en un determinado periodo. Indicativo si el proyecto es viable o no, y se obtuvo a partir de los ingresos entre los costos totales, representado en porcentaje con la fórmula 6:

$$\text{Rentabilidad} = (\text{Ingresos netos} / \text{Costos totales}) * 100 \quad [\text{Fórmula 6}]$$

**Relación beneficio costo.** Es la relación entre los costos y beneficios durante un periodo determinado, y representa el retorno por cada dólar invertido en cada tratamiento y se obtuvo a partir de los ingresos entre los costos totales con la fórmula 7:

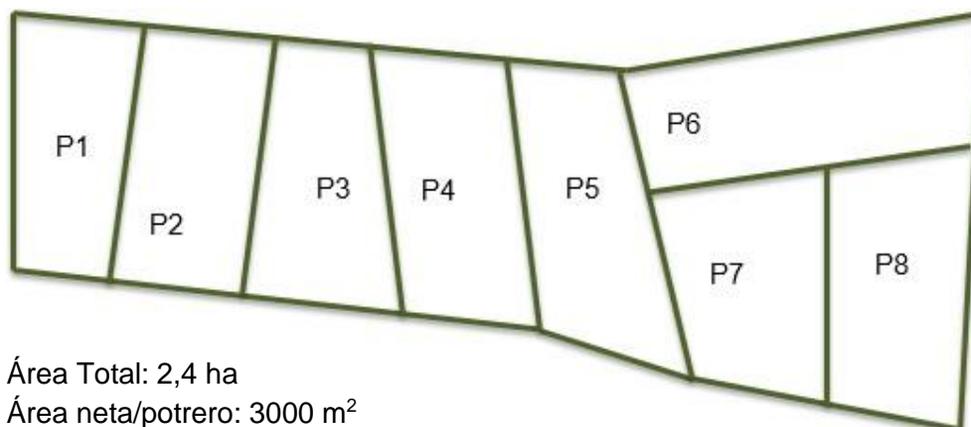
$$\text{Relación B/C} = \text{Ingresos totales} / \text{Costos totales} \quad [\text{Fórmula 7}]$$

## Manejo del experimento

Distribución de animales en pastoreo

### Figura 2

*Distribución de animales en pastoreo rotacional*



Nota: Potreros (P) establecidos para animales en pastoreo con suplementación de ensilaje de maíz

### Tabla 12

*Especificaciones del manejo del sistema de pastoreo*

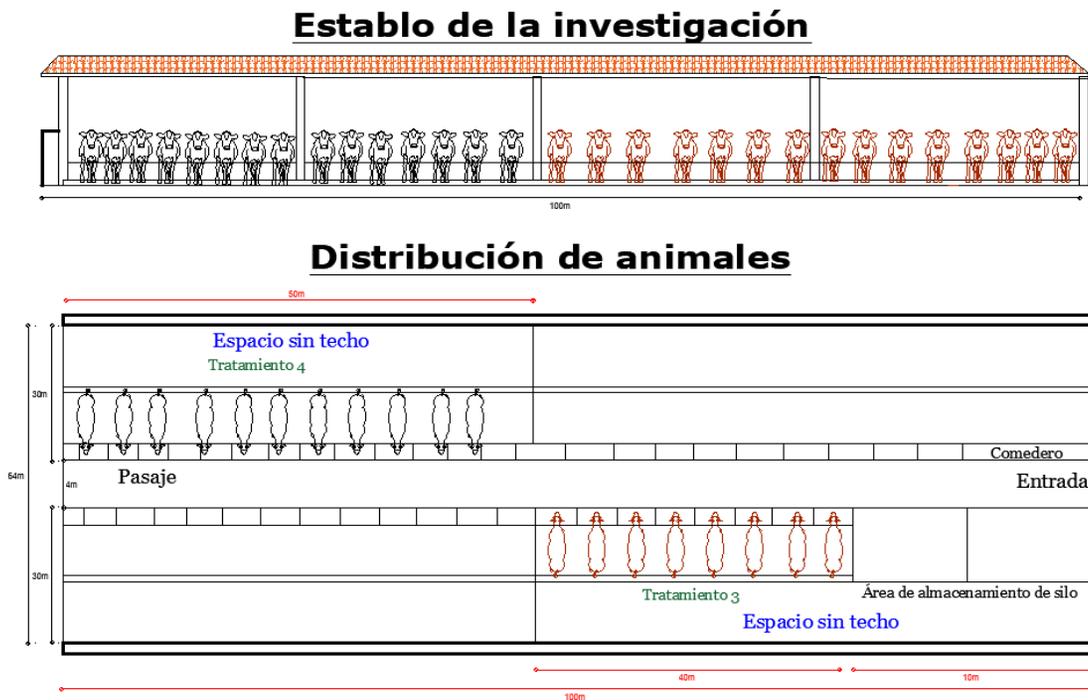
Sistema de engorde	PRS
Nº de animales	15
Área utilizada (ha)	2,4
Carga animal/ha	6
Peso inicial promedio (Kg)	368,47
Sistema de pastoreo	Rotativo
Desparasitante	Ivermectina
Vitamínicos	Crecedor
Suplementación	Silo de maíz

Nota: Pastoreo rotativo con suplementación (PRS)

### Distribución de animales en establo.

**Figura 3**

*Distribución de animales en el establo*



**Tabla 13**

*Especificaciones del manejo de sistema de estabulación*

Sistema de engorde	Estabulación sin concentrado	Estabulación con concentrado
Nº de animales	15	15
Área utilizada (ha)	3	2,1
Carga animal/ha	5	7
Peso inicial promedio (kg)	404,20	406,67
Sistema de pastoreo	Mecánico	Mecánico
Desparasitante	Ivermectina	Ivermectina
Vitamínicos	Crecedor	Crecedor
Suplementación	Silo de maíz	Silo de maíz + concentrado

### Manejo de los animales

Los dos grupos de sistemas de producción se desparasitaron con ivermectina al 3,15% con una dosis de 1ml/50 kg PV y vitaminados con crecedor con una dosis de 10 ml/animal. El manejo diario de los animales fue rutinario, para el grupo de estabulación a primera hora se suministró melaza, luego el alimento correspondiente a cada tratamiento iniciando con el pasto de corte más la sal mineral y posteriormente después de un lapso de cuatro horas para que los animales consumen su alimento, se procedió a alimentar nuevamente con el suplemento de silo de maíz (tabla 15 y tabla 16). Mientras que para el grupo de pastoreo se suministró el silo de maíz, melaza y sal mineral durante el mediodía (Tabla 14).

**Tabla 14**

*Análisis del consumo MV en el sistema de producción pastoreo rotativo T1*

Descripción	Forraje Kg	Kg MSf*	Silo de maíz Kg	Kg MSs**	Sal mineral g	Melaza l
Consumo diario/animal	26,56	7,74	12,68	3,32	100	0,33
Consumo diario total	398	115,94	190	104,07	1,5	5
Consumo total (Kg)	30282	8821,15	14457	3780,51	114	380
Consumo total (quintales)	673	196	321	84	5,7	19

Nota: El cuadro está elaborado para 15 novillos de engorde durante un periodo de 76 días. Las fundas de sal mineral son de 20 Kg. Kg MSf\* (Kilogramo de Materia seca de forraje); Kg MSs\*\* (Kilogramo de Materia seca de silo).

**Tabla 15**

*Análisis del consumo MV en el sistema de producción estabulado T2*

Descripción	Pasto Kg	Kg MSf*	Silo de maíz Kg	Kg MSs**	Sal mineral g	Melaza l
Consumo diario/animal	36,83	8,49	13,91	3,64	100	0,66
Consumo diario total	552,38	127,32	208,67	54,56	1,5	10
Consumo total (Kg- l)	41.981	9.677	15.859	4.147	114	760
Consumo total (quintales, canecas)	933	215	352	92	5,7	38

Nota: El cuadro está elaborado para 15 novillos de engorde durante un periodo de 76 días. Las fundas de sal mineral son de 20 Kg y las canecas de 20 l. Kg MSf\* (Kilogramo de Materia seca de forraje); Kg MSs\*\* (Kilogramo de Materia seca de silo).

**Tabla 16**

*Análisis del consumo MV en el sistema de producción estabulado T3*

Descripción	Pasto kg	Kg MSf*	Silo de maíz Kg	Kg MSs**	Concentrado (mezcla) Kg	Sal mineral g	Melaza l
Consumo diario/animal	26,46	6,10	18,66	4,88	1,36	50	0,66
Consumo diario total (kg)	396,97	91,50	279,93	73,20	20,4	0,75	10
Consumo total (kg- l)	30.169	6.954	21.274	5.563	1.550	57	760
Consumo total (quintales, canecas)	670	155	473	124	34,45	2,85	38

Nota: El cuadro está elaborado para 15 novillos de engorde durante un periodo de 76 días. Las fundas de sal mineral son de 20 Kg y las canecas de 20 l. Kg MSf\* (Kilogramo de Materia seca de forraje); Kg MSs\*\* (Kilogramo de Materia seca de silo).

## Capítulo IV

### Resultados y Discusión

#### Análisis bromatológicos

La composición nutricional de los pastos *Brachiaria decumbes* y Cuba 22, silo de maíz y balanceado se obtuvo a través de un análisis bromatológico en el laboratorio de análisis químico agropecuario AGROLAB de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

**Tabla 17**

*Composición bromatológica del pasto Brachiaria decumbes*

Base	Humedad %	Proteína %	Extracto etéreo %	Ceniza %	Fibra %	E.L.N Otros %
Húmeda	70,87	4,37	0,92	2,38	10,26	11,20
Seca		15	3,15	8,18	35,22	38,45

Nota: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y seca.

**Tabla 18**

*Composición bromatológica del pasto de corte Cuba 22*

Base	Humedad %	Proteína %	Extracto etéreo %	Ceniza %	Fibra %	E.L.N Otros %
Húmeda	76,95	3,75	0,74	2,42	7,64	8,51
Seca		16,25	3,21	10,48	33,16	36,90

**Tabla 19***Composición bromatológica del silo de maíz*

	Humedad	Proteína	Extracto etéreo	Ceniza	Fibra	E.L.N Otros
Base	%	%	%	%	%	%
Húmeda	73,85	3,92	1,18	1,59	6,06	13,40
Seca		15	4,50	6,09	23,16	51,25

**Tabla 20***Composición bromatológica del concentrado preparado*

	Humedad	Proteína	Extracto etéreo	Ceniza	Fibra	E.L.N. Otros
Base	%	%	%	%	%	%
Húmeda	10,24	14,38	6,34	6,40	12,71	49,93
Seca		16,02	7,06	7,13	14,16	55,63

**Variables productivas****Tabla 21***Resultados de p-valor de la interacción Tratamiento\*día de las variables productivas (PV, GDP, ICA)*

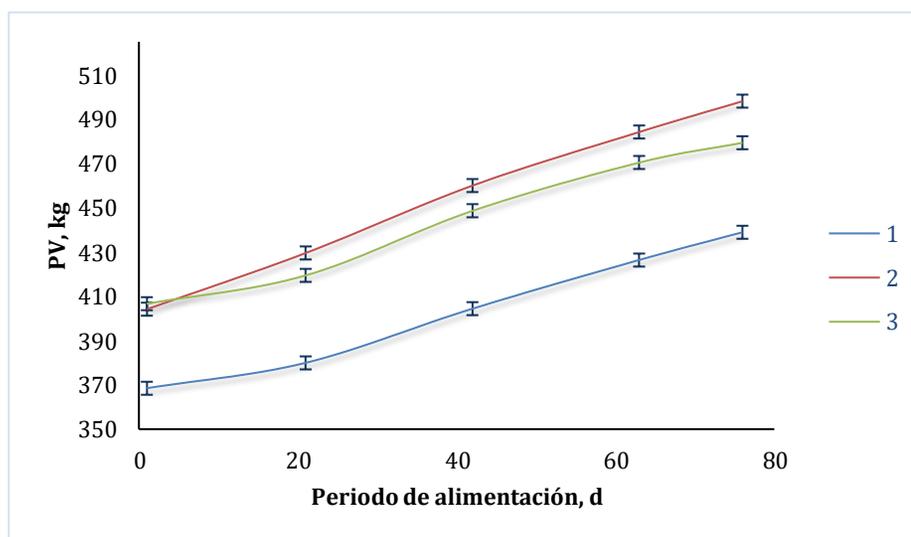
Variables	E.E	p-valor	R <sup>2</sup>	%CV
<b>PV</b>	2,95	<0,0001	0,98	1,79
<b>GDP</b>	0,06	<0,0001	0,91	11,12
<b>ICA</b>	0,73	<0,0001	0,87	13,80

**Nota:** La tabla muestra los resultados estadísticos de cada una de las variables productivas evaluadas en la investigación, PV (Peso vivo), Ganancia diaria de peso (GDP) y Conversión alimenticia (ICA), cada una con sus respectivos valores de, error estándar, p-valor,  $R^2$  y el porcentaje de coeficiente de variación.

### **Peso vivo (kg)**

#### **Figura 4**

*Análisis del peso vivo (kg) en relación al periodo de alimentación (días) de acuerdo al tratamiento.*



Nota: Comportamiento del PV en interacción del tratamiento del periodo de alimentación.

ADEVA: CV= 1,79; Interacción TxD ( $p < 0,0001$ );  $R^2 = 0,98$ ; e.e=  $\pm 2,95$ ; LSD Fisher Alfa=0,05

En base a los resultados obtenidos, se observa en la Figura 4 que al iniciar el estudio los tratamientos T2 y T3, empezaron con 9% peso mayor que el T1 lo que representa 37 kg de PV más, no obstante, el PV de los animales del T2 a partir del día 21 fue superior con 9,83 kg, finalizando con un peso del 18,87% superior de su peso vivo inicial (94 kg), representando 23,53 y 21,27 kg más en comparación al tratamiento T1 y tratamiento T3 de manera respectiva.

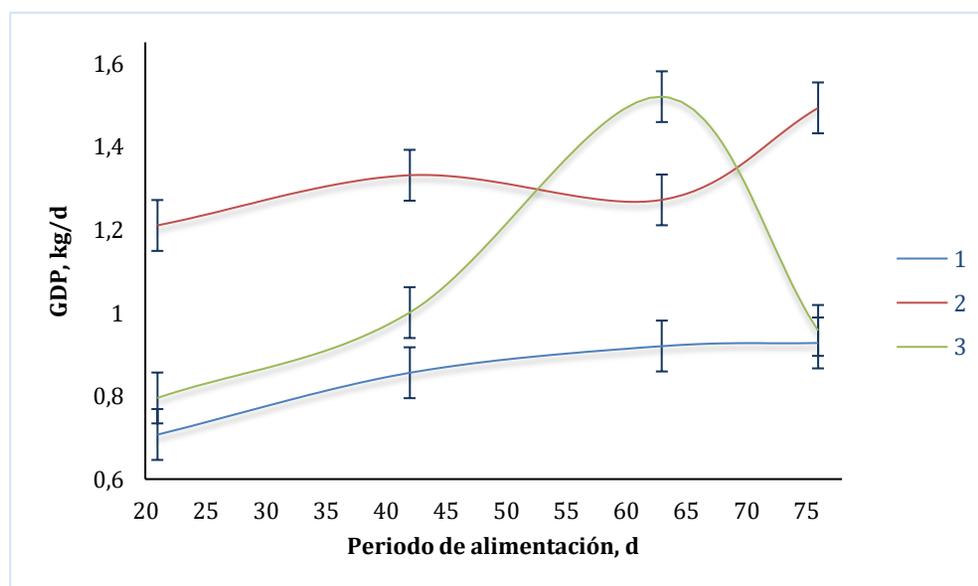
Los resultados obtenidos de la investigación se confirma con lo mencionado de (Báez & Ojeda, 2017), quienes evaluaron dos dietas, una a base de ensilaje de maíz y otra con ensilaje de maíz más pasto elefante, obteniendo incrementos significativos, con 24 y 50 kg PV en un lapso de 24 y 48 días respectivamente, comportamiento similar pero con mayores pesos vivos presentó el tratamiento T2 del presente estudio que incrementó 25 y 56 kg PV en 21 y 42 días, este aumento se debe a que el pasto que se utilizó en la presente investigación fue el Cuba 22 con un 15% de proteína (tabla 18), con lo que se contribuye que la suplementación presenta un comportamiento positivo en los animales, por lo que su uso lo hace rentable en cuanto a ganar peso se requiera.

Por otro lado (Livas, 2016) menciona que el animal tiene una etapa de iniciación o adaptación con una duración de 8 días, en el que se aplica de 1-1,2 kg de concentrado, valor que se suministró al tratamiento T3 durante los 76 días de estudio y por ello no causó ningún efecto significativo en cuanto al incremento de peso vivo, finalizando con una diferencia de 2,27 kg más en comparación al tratamiento T1. Además (Livas, 2015) menciona que es necesario suministrar 7,6 kg de concentrado durante la etapa de finalización con animales en confinamiento, para producir una GDP de 1,7 kg/día. Efecto similar ocurrió en la investigación de (Sequeira & Valle, 2017) donde suministraron concentrado, pero con animales en pastoreo rotacional, donde obtuvieron un incremento de 54,64 kg PV en 76 días, valor superior en comparación al tratamiento T1 del presente estudio, debido a que se suministró ensilaje de maíz, generando así 15,83 kg PV adicionales.

## Ganancia diaria de peso (GDP)

**Figura 5**

Análisis de la ganancia diaria de peso (GDP) en relación al periodo de alimentación de acuerdo al tratamiento evaluado.



Nota: ADEVA de la ganancia diaria de peso en relación al periodo de alimentación. ADEVA: CV= 11,12; Interacción TxD ( $p < 0,0001$ );  $R^2 = 0,91$ ; e.e=  $\pm 0,06$ ; LSD Fisher Alfa=0,05

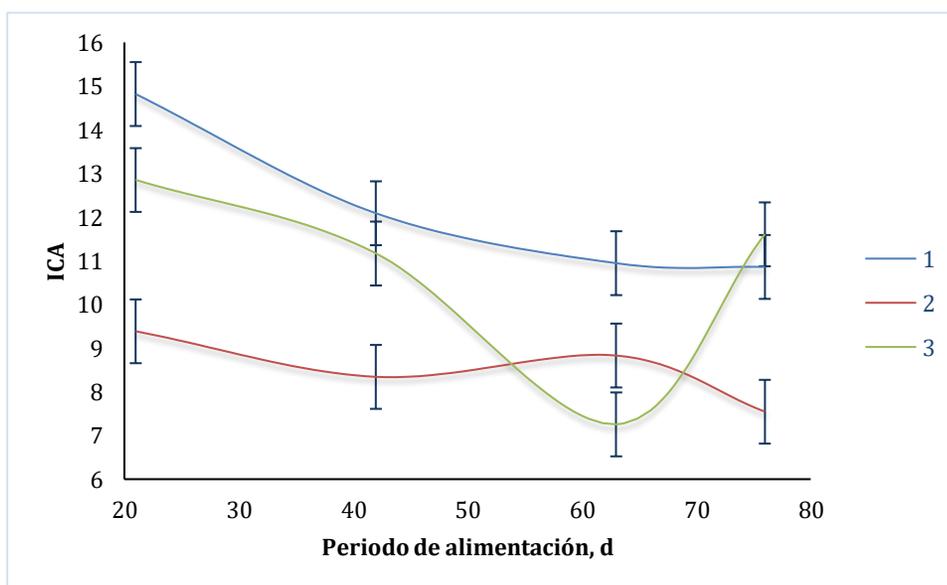
Al iniciar la evaluación de los ensayos con respecto a la GDP (día 21) como se evidencia en la figura 5, los tratamientos T1 y T3, estadísticamente tuvieron la GDP similar ( $\bar{x} = 750$  g/d), a diferencia del T2 que obtuvo 61% más (1,21 kg/d), efecto que se mantuvo durante los días 42 y 76, finalizando como el mejor tratamiento establecido en la investigación, con una ganancia diaria de 1,33 kg/d en promedio, siendo superior con 370 g/d lo que representa un 39% más que los demás tratamientos ( $\bar{x}$  T1; T2=0,96 kg/d), sin embargo el tratamiento T3 en el día 63 tuvo un pico de producción elevado, consiguiendo 430 g/d más de ganancia con respecto a los otros tratamientos.

En base a la investigación realizada por (Estrada & Padilla, 2021), se comprueba que el uso de ensilaje de maíz como suplemento alimenticio puede mejorar la GDP, ya que en su ensayo experimental obtuvieron una ganancia diaria de 0,98 kg/d, aproximándose a lo que generó el tratamiento T3, que fue de 1,07 kg/d, pero no superando al tratamiento T2 que obtuvo 1,33 kg/d, esto se puede atribuir a la diferencia de tiempo en evaluación (26 días) y la cantidad de ensilaje suministrado (5,53 kg/MS). Además (Galina et al., 2008) reportó una GDP de 874 g/d con animales en confinamiento alimentados con ensilaje, resultado similar al que alcanzó el tratamiento T1, pero con un sistema de pastoreo rotacional con suplementación y esto se debe a que en su investigación existió un alto consumo de ensilaje que en consecuencia produjo una reducción del consumo de forraje, efecto que se evidencio en el tratamiento T3 y por ello se vio afectada su GDP.

### ***Índice de Conversión Alimenticia (ICA)***

**Figura 6**

*Análisis de la conversión alimenticia (ICA) en relación al periodo de alimentación, de acuerdo al tratamiento*



Nota: Comportamiento del índice de conversión alimenticia en relación al periodo de alimentación 76 días de evaluación. ADEVA: CV= 13,80; Interacción TxD ( $p < 0,0001$ );  $R^2 = 0,82$ ; e.e=  $\pm 0,73$ ; LSD Fisher Alfa=0,05

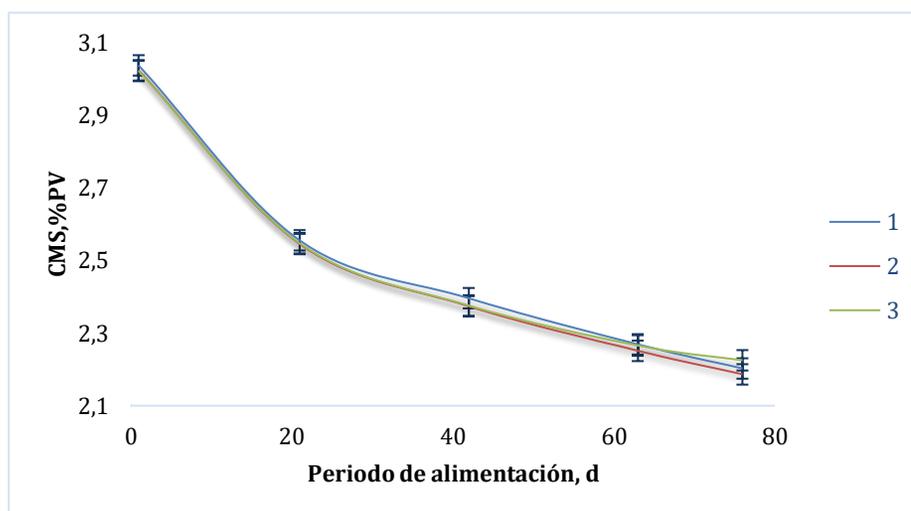
En la figura 6 se observa los datos a partir del día 21, donde los animales experimentaron un ICA elevado, llegando a tener en promedio 12,35, debido al periodo de adaptación, pese a ello el tratamiento T2 logro 2,96 puntos menos de ICA en comparación al T1 Y T3, lo que quiere decir que necesitaba 9,39 kg de alimento para convertirlo en 1,0 kg de carne. Sin embargo a partir del día 21 se fijó el alimento a un consumo del 2,53% del PV hasta finalizar el estudio, lo que conlleva a una reducción del ICA, logrando así que el T1 y T3 terminen con una diferencia de 1,46 puntos de ICA, por el contrario el T2 culminó con 8,53, es decir 34% menos que los otros tratamientos en estudio.

Por lo tanto, el grupo de animales del tratamiento T2 aprovecharon mejor el alimento, logrando transformar con eficiencia la dieta alimenticia en masa muscular, efecto que ocurrió también en la investigación realizada por (Galina et al., 2008), en el que obtuvo un ICA de 8,35 donde usaron un consumo de materia seca fijo del 2,5% PV, por lo tanto, la cantidad de alimento suministrado era menor y por consiguiente su ICA fue menor comparado con el tratamiento T2.

### Consumo de materia seca en, % Peso Vivo (CMS, %PV)

**Figura 7**

*Análisis del consumo de materia seca en porcentaje del peso vivo (CMS, %PV) en relación al periodo de tiempo de alimentación, de acuerdo al sistema de engorde*



Nota: Comportamiento del consumo de materia seca en relación al PV durante 76 días de evaluación. ADEVA: CV= 2,99; Interacción TxD ( $p < 0,0001$ );  $R^2 = 0,82$ ; e.e=  $\pm 0,73$ ; LSD Fisher Alfa=0,05

El porcentaje de consumo de materia seca de los tratamientos inició con un 3%PV como se observa en la Figura 7, sin embargo, se calculó el consumo efectivo de los animales mediante la diferencia de lo suministrado por el sobrante, reduciendo un 15,67% de su consumo que se fijó a un 2,53% PV hasta finalizar el estudio. Por ello no hubo diferencias significativas entre los tratamientos dentro de un mismo periodo de engorde. Cabe mencionar que a medida que los animales aumentan de peso su consumo de materia seca es mayor, efecto que no se evidenció en el presente estudio al fijar el consumo de materia seca, por ello el consumo de MS en %PV terminó disminuyendo en un 26,25% en relación al día 1, lo que representa en promedio un 2,20%PV.

(Cerdas, 2013), menciona que el consumo de materia seca, va en función del peso vivo del animal, existiendo un rango de consumo diario de materia seca para novillos de engorde, que van de 2,47- 2,60% cuando el peso vivo del animal está entre 375-400 kg, pero para animales donde su peso está en 381-476 kg, su consumo debe ser 2,47-2,53%, consiguiendo con eso una ganancia diaria que va de 1-1,5 kg, como lo evidenciaron los tratamientos T2 y T3 del presente estudio, a excepción del T1 debido a que estos rangos están establecidos para animales en confinamiento.

### **Variables económicas**

**Tabla 22**

*Análisis económico de los sistemas de producción en ganado de engorde de la hacienda Diana, Santo Domingo de los Tsáchilas*

Descripción	T1	T2	T3
Cantidad de animales	15	15	15
Días	76	76	76
Peso inicial (kg)	368,47	404,20	406,67
Ganancia diaria de peso (kg)	0,927	1,236	0,956
Kilogramos producidos totales	1.057,05	1.410	1.090,95
Precio/kg en pie	1,98	1,98	1,98
Ingresos netos	2.191,52	2.385,94	1.193,21
Costos brutos	10.844,80	12.410,60	13.044,97
Costo/kg producido	1,08	1,24	2,14
Utilidad total	2.191,52	2.385,94	1.193,21
Utilidad/ha	913,13	795,31	568,20
Área total (ha)	2,4	3	2,1
Rentabilidad (%)	20,21	19,23	9,15
Beneficio/costo*	1,20	1,19	1,09
Beneficio/costo**	1,92	1,37	0,51

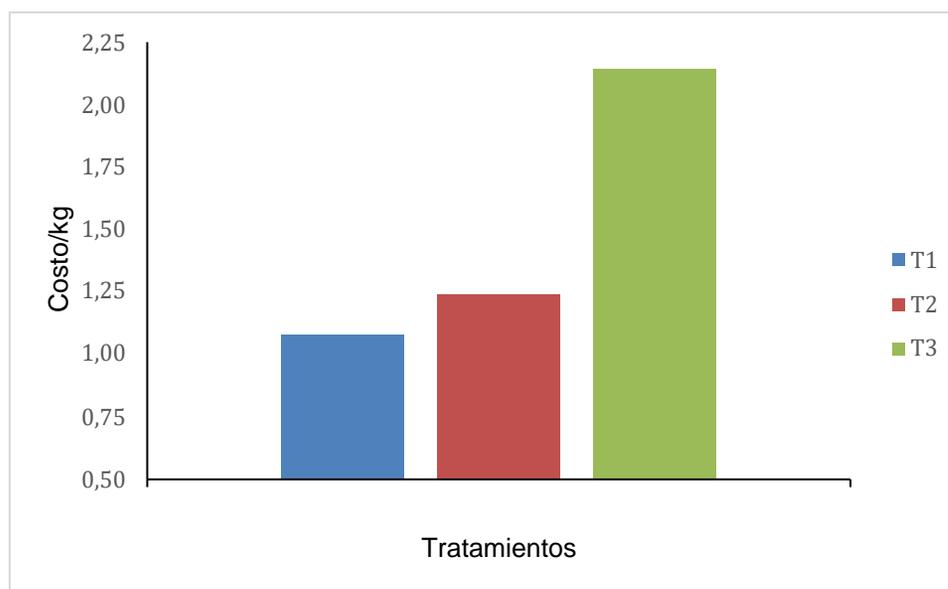
\*Ingresos brutos/costos brutos

\*\*Ingresos netos/costos sin compra de animales

## Costo por kilogramo producido

**Figura 8**

*Análisis económico descriptivo del costo por kilogramo producido de acuerdo al sistema de producción y dietas*



Nota: T1= Pastoreo rotacional, pasto brachiaria (70%) + ensilaje de maíz (30%); T2= Estabulación, pasto cuba 22 (70%) + ensilaje de maíz (30%); T3= Estabulación, pasto cuba 22 (50%) + ensilaje de maíz (40%) + concentrado (10%).

De acuerdo con la Figura 8 el tratamiento T1 del sistema de pastoreo rotacional con suplementación (ensilaje de maíz) fue el tratamiento más económico en comparación al tratamiento T2 y T3 con 0,16 y 1,06 USD menos en el costo/kg producido. Cabe recalcar que a pesar de que los tratamientos de estabulación obtuvieron mayores kilogramos de carne

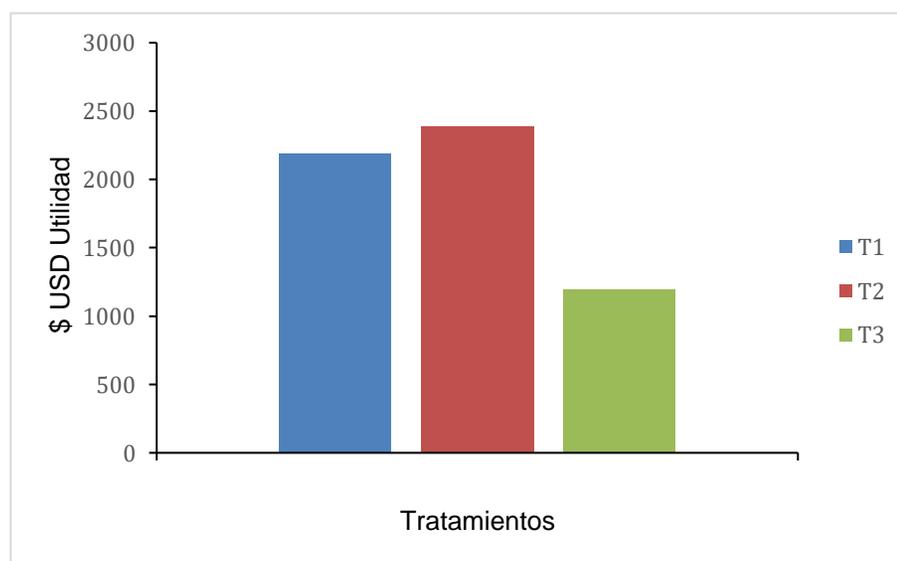
producidos el costo/kg aumenta al ser mayor el costo de sus dietas, donde el tratamiento T2 produjo 1410 kg/15 animales, generando 352,95 y 319,05 kg más que el tratamiento T1 y T3. Si se comercializa a un precio de 1,98/kg en pie, la ganancia por kilogramo producido será de 0,90 y 0,74 para el tratamiento T1 y T2 respectivamente, mientras que el T3 perdería 0,16 ctvs ya que el costo/kg producido es mayor al precio de comercialización, comportamiento similar a lo reportado por (Martínez, 2007) en la descripción y evaluación económica de los sistemas de producción.

El sistema de pastoreo rotacional con suplementación presentó un menor costo debido a que es un sistema en el cual se disminuye mano de obra, tiempo, maquinarias y por ende las inversiones son menores en comparación al sistema de estabulación. Sin embargo, el costo/kg es mayor con 0,18 ctvs a lo esperado por (Sequeira & Valle, 2017) quienes reportaron un costo de USD 0,90 ctvs en un sistema de pastoreo rotacional con suplementación proteica. Por otra parte (Ramírez, 2015), obtuvo un costo/kg de 2,77 para una dieta con concentrado comercial por un periodo de 90 días, suministrando 3,93 kg MS, representando una cantidad mayor a lo ofertada en el presente estudio que fue de 1 kg, por tanto, su costo/kg es superior a los del presente estudio con una diferencia de 1,53 y 0,63 más en comparación al tratamiento T2 y T3 respectivamente.

## Ganancia neta

**Figura 9**

*Análisis económico descriptivo de la ganancia neta de acuerdo al sistema de producción y dietas*



Nota: T1= Pastoreo rotacional, pasto brachiaria (70%) + ensilaje de maíz (30%); T2= Estabulación, pasto cuba 22 (70%) + ensilaje de maíz (30%); T3= Estabulación, pasto cuba 22 (50%) + ensilaje de maíz (40%)+ concentrado (10%).

La Figura 9 indica que el tratamiento T2 obtuvo la ganancia más alta con un ingreso total de USD 14.796,54 y un costo de USD 12.410,6 represento 194,42 y 1.192,73 más de ganancia en comparación al tratamiento T1 y T3. Lo que indica que se obtienen mayores ingresos netos con el tratamiento T2 seguido por el T1, con una ganancia diaria de 2,09 y 1,92 por animal, generando así 0,88 y 1,05 más en comparación al tratamiento T3.

La ganancia obtenida en el tratamiento T1 del presente estudio fue mayor a la reportada por (Sequeira & Valle, 2017) con 75,56 dólares en un periodo de 76 días de estudio, mientras ellos evaluaron por un periodo de 120 días de engorde generando así una ganancia diaria de

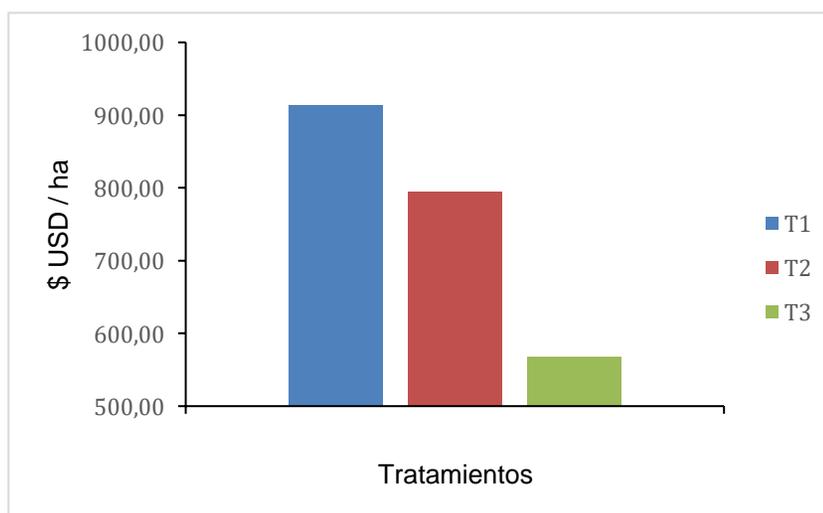
1,17 dólares por animal, es decir 0,75 ctvs menos en comparación del presente estudio, lo que en volumen representa ingresos considerables; cabe mencionar que varía con USD 0,21 el precio/kg en pie debido a que los animales del presente estudio fueron comercializados en Agropesa , con lo cual se evita de intermediarios como las ferias comerciales.

Mientras que (Ramírez, 2015) en la evaluación económica del engorde de toretes en estabulación alimentados con concentrado comercial reportó un déficit de 204,4 de pérdida utilizando 3,93 kg MS de balanceado, este aumento en el costo hace referencia a la productividad del estrato en el que se encuentra, mientras que al ser mayor el tamaño de la explotación provoca que el costo unitario sea menor. Efecto que difiere de las ganancias netas obtenidas en el tratamiento T2 y T3 debido a que los costos eran inferiores y se compensa el precio de kg en pie.

### ***Ganancia por hectárea***

**Figura 10**

*Análisis económico descriptivo de la ganancia por hectárea de acuerdo al sistema de producción y dietas*



Nota: T1= Pastoreo rotacional, pasto brachiaria (70%) + ensilaje de maíz (30%); T2= Estabulación, pasto cuba 22 (70%) + ensilaje de maíz (30%); T3= Estabulación, pasto cuba 22 (50%) + ensilaje de maíz (40%)+ concentrado (10%).

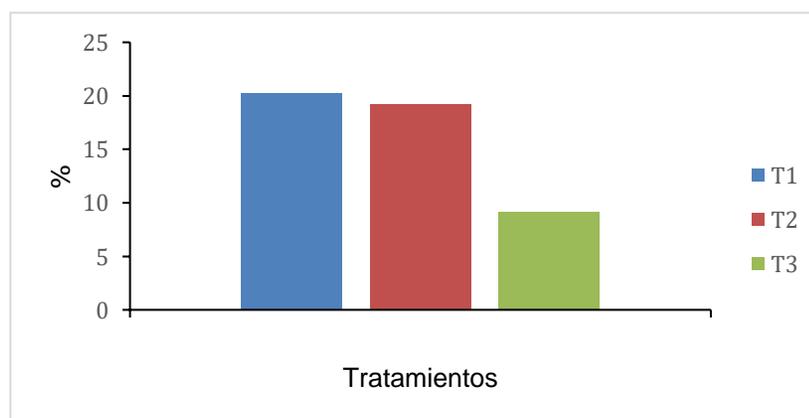
La Figura 10 evidencia que el tratamiento T1 obtuvo la mayor utilidad por hectárea, esto se debe a que se utilizaron 2,4 ha mediante el uso de pasto *Brachiaria decumbes* con 35 días de descanso, dándole una mayor ganancia por hectárea con 117,82 y 344,94 más en comparación al tratamiento T2 y T3 con superficies de 3 y 2,1 ha debido a que se utilizó pasto de corte Cuba 22 con un periodo de 60 días de descanso donde alcanza sus mejores rendimientos nutricionales según lo reportado por (Barén & Centeno, 2017).

La utilidad por hectárea obtenida en el tratamiento T1 del presente estudio le da un valor considerable y provechoso al sistema de pastoreo rotacional con suplementación al ser mayor a la reportada por (Sequeira & Valle, 2017) con una diferencia de 560,47. Mientras que el tratamiento T3 presentó la utilidad por hectárea más baja de los demás tratamientos con una diferencia de 227,12 en comparación al tratamiento T2. Por consiguiente, se confirma lo que mencionan (Rebollar, y otros, 2011) que a través de la suplementación es factible incrementar el ingreso neto (\$/ha), pero aumentan los costos directos, los cuales se justifican cuando se obtienen buenas ganancias diarias de peso y la eficiencia de conversión alimenticia.

## Rentabilidad

**Figura 11**

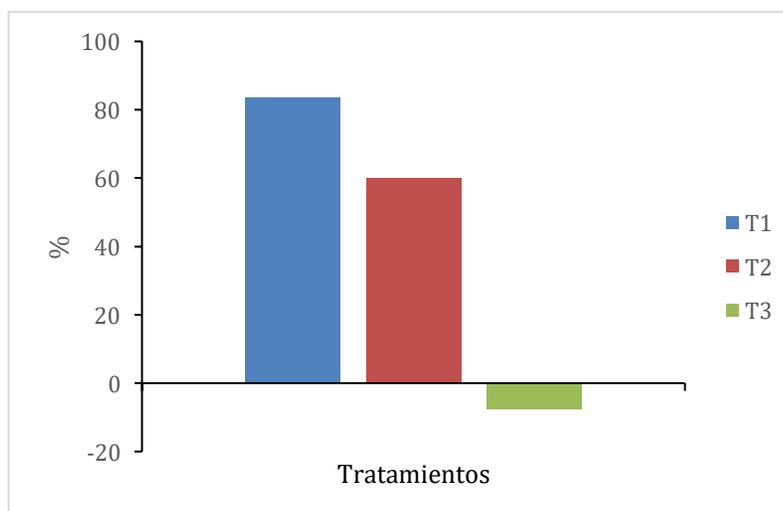
*Análisis económico descriptivo de la rentabilidad de los tratamientos de acuerdo al sistema de producción y dietas*



Nota: T1= Pastoreo rotacional, pasto brachiaria (70%) + ensilaje de maíz (30%); T2= Estabulación, pasto cuba 22 (70%) + ensilaje de maíz (30%); T3= Estabulación, pasto cuba 22 (50%) + ensilaje de maíz (40%) + concentrado (10%).

**Figura 12**

*Análisis económico de la rentabilidad/ dieta de acuerdo al sistema de producción.*



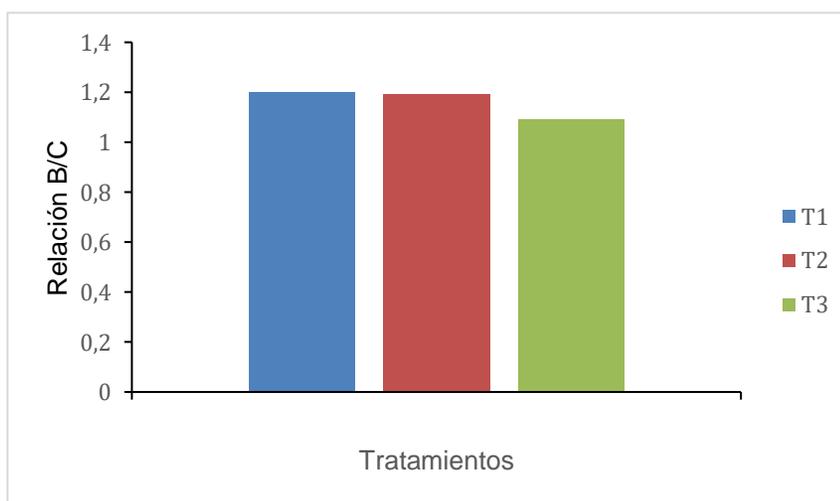
Nota: T1= Pastoreo rotacional, pasto brachiaria (70%) + ensilaje de maíz (30%); T2= Estabulación, pasto cuba 22 (70%) + ensilaje de maíz (30%); T3= Estabulación, pasto cuba 22 (50%) + ensilaje de maíz (40%) + concentrado (10%).

En la Figura 12 se observa que el tratamiento T1 alcanzó la mayor rentabilidad con una diferencia de 0,98% en comparación al tratamiento 2, lo que significa que por cada USD 100 de inversión se gana USD 20,21 y 19,23 respectivamente.

Estos resultados representan una rentabilidad mayor a las reportadas por (Sequeira & Valle, 2017) en la evaluación productiva y económica de un sistema rotacional de pastos con suplementación estratégica vs. sistema de engorde tradicional de bovinos, con una rentabilidad de 18% y 7% respectivamente. Por otro lado, (Hernández, 2016) indican en su estudio de costos y competitividad en la producción de bovinos de carne en corral, que la rentabilidad fluctuó entre 10,77, 12,04 y 15,40% para productores pequeños, medianos y grandes respectivamente; valores inferiores a los del presente estudio, a excepción del tratamiento T3, esto se atribuye a que al asumir un consumo del 40% de silo de maíz en la dieta se elevan los costos de producción, además de que los animales al alcanzar pesos vivos elevados disminuyen su eficiencia como lo menciona (Cerdas, 2013) en la tabla 1. Además, el peso de los animales varió en cada tratamiento y por ende el precio de adquisición fue mayor en el tratamiento T3 generando todos estos factores una rentabilidad inferior, de USD 9,15 por cada USD 100 de inversión. Pero si se considera la rentabilidad/dieta como lo muestra la figura 12 el tratamiento T3 no es rentable debido a que el costo/kg producido es mayor al precio de comercialización y por ende no hay ganancia/kg producido.

**Relación beneficio/ costo****Figura 13**

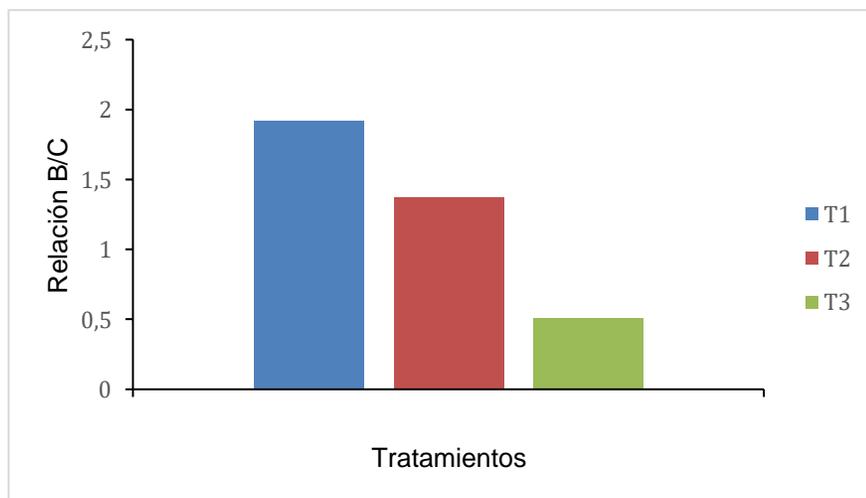
*Análisis económico descriptivo de la relación beneficio costo de los tratamientos de acuerdo al sistema de producción y dietas*



Nota: T1= Pastoreo rotacional, pasto brachiaria (70%) + ensilaje de maíz (30%); T2= Estabulación, pasto cuba 22 (70%) + ensilaje de maíz (30%); T3= Estabulación, pasto cuba 22 (50%) + ensilaje de maíz (40%) + concentrado (10%). \*Ingresos brutos/costos brutos.

## Figura 14

*Análisis económico descriptivo de la relación beneficio costo de los tratamientos de acuerdo al sistema de producción y dietas. \*\**



Nota: T1= Pastoreo rotacional, pasto brachiaria (70%) + ensilaje de maíz (30%); T2= Estabulación, pasto cuba 22 (70%) + ensilaje de maíz (30%); T3= Estabulación, pasto cuba 22 (50%) + ensilaje de maíz (40%) + concentrado (10%). \*\*Ingresos netos/ costo sin adquisición de animales.

La figura 13 indica la relación beneficio costo cuando se consideran los ingresos y costos brutos, donde el tratamiento T1 presentó el valor más alto, seguido por el tratamiento T2, lo que indica que son viables y además de recuperar la inversión inicial se obtuvo una ganancia extra, un excedente de 0,20 y 0,19 respectivamente en un periodo de 76 días. Mientras que el tratamiento T3 reflejó un valor de 1,09 lo que significa que se recuperó la inversión inicial pero la ganancia es mínima, cabe recalcar que este tratamiento no representa rentabilidad sino fuera por la ganancia de peso de los animales durante los 76 días como lo menciona (Cerdas, 2013) en la tabla 1, donde indica el consumo diario de materia seca en novillos de engorde en diferentes pesos vivos y ganancias y es por ello que se recupera su capital de trabajo.

Sin embargo, la figura 14 es la que realmente indica la relación beneficio costo cuando se consideran los ingresos netos y los costos sin adquisición de animales sin considerar el capital de trabajo, donde el tratamiento T1 y T2 resultan viables con un excedente de 0,92 que sería una ganancia de casi el doble de la inversión y 0,37 respectivamente. A diferencia del tratamiento T3 que tuvo un déficit de  $-0,49$ , lo que indica que no es viable ya que no se recupera la inversión inicial y por tanto no hay ganancia económica, esto se debe a que el costo de la dieta es mayor a los ingresos netos, es decir el costo/kg producido es mayor al precio de comercialización. Por otra parte, (Livas, 2000) menciona que “Las investigaciones realizadas por más de 10 años en el CEIEGT de la FMVZ-UNAM, indican que las mejores GDP se observan cuando se utilizan complementos alimenticios a razón del 1% del PV comparado con uso del 2% del PV”. Y en el tratamiento T3 se incluyó un consumo del 1,01% del PV de ensilaje de maíz, rango que se encuentra aún en porcentaje óptimo, pero por el elevado peso promedio de los animales y la baja eficiencia causó un efecto sustitutivo del complemento por la materia seca o también que el incremento calórico *posprandium* actuó en forma negativa, por ello no representa una eficiencia económica.

## Implicaciones

A partir de la implementación de la dieta (Ensilaje + Pasto) en animales estabulados, se logrará obtener resultados positivos en cuanto a parámetros zootécnicos (PV, GDP e ICA), donde su dieta implique 70% pasto y 30% ensilaje de maíz, además de añadir melaza y sal mineral para mejorar la palatabilidad del alimento.

El establecer animales estabulados garantizará una GDP superior al kilogramo diario, debido que se logra un balance positivo entre el gasto de energía y el consumo, provocando así un aprovechamiento del alimento metabólicamente, que en comparación al sistema de pastoreo con suplementación no llegó al kilogramo, sin embargo igualó en ganancia de peso al tratamiento en el que se implementó concentrado, debido a que los animales mantuvieron un consumo de 1kg MS de concentrado, cantidad requerida solo para un periodo de adaptación que dura 8 días, que en el caso del presente estudio se prolongó a 76 días, por lo tanto sería necesario probar un aumento a un 25% (3kg) posterior al tiempo de transición del animal, para evaluar una posible mejora en sus parámetros zootécnicos.

A nivel económico, el sistema de pastoreo rotacional con suplementación (ensilaje de maíz) implicó ser el tratamiento más económico en comparación al sistema de estabulación, con una rentabilidad en su dieta del 83,62 %, esto principalmente porque se disminuye los costos de producción al requerir menor cantidad de mano de obra y maquinaria, generando así una mayor utilidad por hectárea al hacer uso del pasto *Brachiaria decumbes*, el cual requiere de aproximadamente 35 días de descanso para su nuevo pastoreo, por ello sería recomendable evaluar animales en estabulación haciendo uso del pasto *brachiaria decumbes* solo y otro agregando suplementación como el ensilaje de maíz.

## **Capítulo V**

### **Conclusiones**

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye:

El uso del tratamiento T2 de estabulación + pasto Cuba 22 (70%) + ensilaje de maíz (30%), obtuvo los mejores resultados zootécnicos en cuanto a las variables productivas como PV, GDP e ICA.

La suplementación en un sistema de pastoreo rotacional, incrementa los parámetros zootécnicos frente a un sistema de pastoreo tradicional.

A nivel económico, se obtuvo una mayor rentabilidad en el tratamiento T1 (Pastoreo rotacional con suplementación de ensilaje de maíz) puesto que; se generó un rédito de 83,66 por cada 100 de inversión.

## Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda el uso de la dieta de pasto picado y silo de maíz, en proporciones que satisfagan el requerimiento nutricional del animal, evitando el uso de concentrado, porque no hubo una mejora en cuanto a las variables evaluadas, convirtiéndose este en un gasto innecesario.

Se recomienda tener a los animales en un tiempo de adaptación con el alimento, para posteriormente realizar un reajuste en su porcentaje de consumo de materia seca, logrando optimizar las variables productivas y mejorar la rentabilidad del ganadero.

Se recomienda optar por el silo de maíz como un suplemento adicional en los animales a pastoreo en la temporada seca, debido a la disminución proteica del pasto con el fin de mantener la GDP o mejorarla, además, en temporada de lluvia, el uso del silo ayudaría a aumentar la carga animal por hectárea.

Emplear un sistema de pastoreo rotacional con suplementación, realizando la mayor cantidad de divisiones en potreros, para disminuir los días de ocupación y así aumentar la carga animal, productividad y rentabilidad.

## Capítulo VI

### Bibliografía

Aguirre, L., & Mateos, G. (15 de April de 2019). *Variabilidad de la composición química y del valor nutricional de la harina de soja*. Obtenido de 3TRES3:

[https://www.3tres3.com/articulos/composicion-quimica-y-valor-nutricional-de-la-harina-de-soja\\_40947/](https://www.3tres3.com/articulos/composicion-quimica-y-valor-nutricional-de-la-harina-de-soja_40947/)

Aguirre, S. (07 de Septiembre de 2011). *Torta de Palmiste*. Obtenido de División Agropecuaria: [http://aguirreagro.com/pdf/FT\\_torta\\_de\\_palmiste.pdf](http://aguirreagro.com/pdf/FT_torta_de_palmiste.pdf)

Arronis, V., & Morales, J. (04 de Junio de 2021). Engorde de ganado estabulado con dietas de bajo costo, con base en bancos forrajeros. *Alcances Tecnológicos*, 14(1), 98-113. Obtenido de

[http://revista.inta.go.cr/index.php/alcances\\_tecnologicos/article/view/205/225](http://revista.inta.go.cr/index.php/alcances_tecnologicos/article/view/205/225)

Báez, J. M., & Ojeda, M. (31 de Diciembre de 2017). EVALUACIÓN DE LA GANANCIA DEL PESO VIVO DEL GANADO BOVINO EN EL SISTEMA FEEDLOT CON ALIMENTACIÓN ABASE DE ENSILAJE DE MAÍZ + SUPLEMENTACIÓN DE GRAMAFANTE EN EL DISTRITO DE YATYTAY. *La Saeta Digital: Contabilidad, Marketing y Empresa*, 3(1). Obtenido de

<https://www.unae.edu.py/ojs/index.php/facem/article/view/82>

Barén, J., & Centeno, L. (2017). *Valores nutritivos del pasto Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum), sometido a cuatro intervalos de corte en el Valle del Río Carrizal*. Obtenido de Repositorio ESPAM:

<https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/649/1/TA70.pdf>

Castillo, M. J. (Ed.). (Febrero de 2015). *Análisis de la Productividad y Competitividad de la Ganadería de Carne en el Litoral Ecuatoriano*. Santiago de Chile,

Chile: RIMISP. Recuperado el 28 de Noviembre de 2022, de [https://www.rimisp.org/wp-content/files\\_mf/1437665697GanaderiaCarne\\_DocResultados\\_Final\\_editado.pdf](https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1437665697GanaderiaCarne_DocResultados_Final_editado.pdf)

Cerdas, R. (2013). Formulación de raciones para carne y leche. desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *Revista Electrónica de las Sedes Regionales de la Universidad de Costa Rica, XIV(29)*, 128-153. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/666/66629448009.pdf>

Cerdas, R., Vidal, E., & Vargas, J. C. (16 de Abril de 2021). Productividad del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) con distintas dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes, XXII(45)*, 113-161. Obtenido de [redalyc.org/journal/666/66670035006/html/](https://www.redalyc.org/journal/666/66670035006/html/)

Coca, M. (19 de Noviembre de 2012). *Sistemas de engorde de toretes mestizos en el trópico húmedo*. Obtenido de Tesis de grado:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2250/1/17T1158.pdf>

Conadesuca. (Noviembre de 2016). *Melazas de caña de azúcar y su uso en la fabricación de dietas para ganado*. Obtenido de

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171888/Nota\\_Informativa\\_Noviembre\\_Melazas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171888/Nota_Informativa_Noviembre_Melazas.pdf)

Estrada, A., & Padilla, G. (Julio de 2021). Evaluación comparativa del desarrollo de toretes en dos grupos raciales mediante un sistema semi-estabulado. Honduras.

Recuperado el 25 de Enero de 2023, de Biblioteca Digital-Zamorano:

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/1f212868-4467-41fd-a0fd-93f5cd8587e4/content>

Favre, M. (2012). *Una guía práctica para conocer la calidad del alimento ensilado*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_silos/204-calidad.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/204-calidad.pdf)

- FEDNA. (2019). *Ensilado de maíz*. Obtenido de FEDNA:  
<http://www.fundacionfedna.org/forrajes/ensilado-de-maiz>
- Fernandez, G., Cajarville, C., Pérez, A., & et al. (19 de Abril de 2018).  
"Evaluación nutritiva de harinas y expeller de soja presentes en Uruguay en la  
alimentación de vacas lecheras". Obtenido de SciELO Uruguay:  
[http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-48092018000100042](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092018000100042)
- Galina, M. A., Ortiz, M. A., Mondragón, F., Delgado, M., & Elías, A. (14 de Mayo  
de 2008). RENDIMIENTO DE TERNEROS ALIMENTADOS CON SILO DE MAÍZ O  
LÁCTICO CON UN PROMOTOR DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL. *Archivos de  
zootecnia*, 58(223), 383-393. Obtenido de  
<https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v58n223/art7.pdf>
- Gualoto, A. (4 de Abril de 2013). *Evaluación del contenido nutricional del silaje  
de maíz en forma de microsilos inoculado con bacterias ácido lácticas*. Obtenido de  
Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4767/6/UPS-YT00151.pdf>
- Hernández, J., Rebollar, A., Mondragón, J., Guzmán, E., & Rebollar, S. (18 de  
Julio de 2016). Costos y competitividad en la producción de bovinos carne en corral en  
el sur del Estado de México. *Investigación y Ciencia*, 24(69), 13-20. Obtenido de  
<https://www.redalyc.org/journal/674/67449381002/html/>
- Imatzu, J. (24 de Febrero de 2015). *Rendimiento del maíz para la elaboración de  
silo*. Recuperado el 9 de January de 2023, de Engormix:  
[https://www.engormix.com/ganaderia-leche/foros/rendimiento-maiz-elaboracion-silo-  
t21578/](https://www.engormix.com/ganaderia-leche/foros/rendimiento-maiz-elaboracion-silo-t21578/)
- INTAGRI. (2021). Conversión Alimenticia en Bovinos. *Artículos técnicos de  
INTAGRI* Extraído de [https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/conversion-  
alimenticia-en-bovinos](https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/conversion-alimenticia-en-bovinos) - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C.,

*Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o par(108), 3.*

Recuperado el 1 de February de 2023, de Intagri:

<https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/conversion-alimenticia-en-bovinos>

LAVET. (25 de Julio de 2015). *Sales minerales para ganado: La importancia de la suplementación mineral – Lavet*. Recuperado el 6 de January de 2023, de Laboratorios Veterinarios LAVET: <https://www.lavet.com.mx/sales-minerales-para-ganado-la-importancia-de-la-suplementacion-mineral/>

Livas, F. (2000). *Experiencias en producción de carne bovina bajo pastoreo en el trópico*. Obtenido de <https://docplayer.es/21014672-Experiencias-en-produccion-de-carne-bovina-bajo-pastoreo-en-el-tropico.html>

Livas, F. (22 de June de 2015). *Manejo nutricional y zootécnico del ganado bovino engordado en estabulación Parte 2*. Recuperado el 6 de January de 2023, de Ganaderia .com: <https://www.ganaderia.com/destacado/Manejo-nutricional-y-zoot%C3%A9cnico-del-ganado-bovino-engordado-en-estabulaci%C3%B3n-Parte-2>

Livas, F. (3 de October de 2016). *Alimentación y Manejo del Ganado Bovino de Engorda*. Recuperado el 1 de February de 2023, de Engormix: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/alimentacion-manejo-ganado-bovino-t39579.htm>

Martín, P. (Octubre de 2004). *La melaza en la alimentación del ganado vacuno. Avances en Investigación Agropecuaria*, 8(3), 1-13. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/837/83708301.pdf>

Martínez, P. (Diciembre de 2007). *Descripción y evaluación económica de los sistemas de producción: Pastoreo, semi-estabulado y estabulado en una muestra de fincas lecheras asociadas a Dos Pinos de la Zona Norte, Costa Rica*. Obtenido de Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d21be39d-a90c-4703-a94e-3e5294a36ef4/content>

MEGAGRO. (2017). *Pecutrin*. Obtenido de Megagro:

<https://megagro.com.ec/product/pecutrin/>

Morocho, G. (7 de February de 2020). *Evaluación del potencial forrajero y composición nutricional del pasto híbrido Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.) a tres edades de corte*. Obtenido de Repositorio INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5550/1/Tesis-Gina-Morocho.pdf>

Muñoz, R. (2012). *Comportamiento productivo del pasto Brachiaria (Brachiaria decumbens) fertilizado orgánicamente*. Obtenido de Repositorio UTEQ: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2468/1/T-UTEQ-0317.pdf>

Oneal, K. (20 de September de 2017). *Ensilado: una alternativa para la alimentación de ganado en épocas críticas*. Recuperado el 28 de November de 2022, de Universidad de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2017/09/20/ensilado-una-alternativa-para-la-alimentacion-de-ganado-en-epocas-criticas.html>

Pernia, A. (18 de Febrero de 2015). *Rendimiento del maíz para la elaboración de silo*. Recuperado el 9 de Enero de 2023, de Engormix: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/foros/rendimiento-maiz-elaboracion-silo-t21578/>

Quezada, J. L. (2018). *Evaluación de engorde de toretes mestizos bajo un sistema de estabulación en el Barrio Naranjito de la parroquia de Orianga, perteneciente al cantón Paltas*. Obtenido de Universidad Nacional de Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21617/1/TESIS-Jos%C3%A9%20Luis%20Quezada%20Montalv%C3%A1n.pdf>

Ramírez, M. (2015). *Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con Cerdaza; Pollinaza y concentrado comercial*. Obtenido de Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22895/1/tesis.pdf>

Rebollar, A., Hernández, J., Rebollar, S., Guzmán, E., García, A., & González, F. (16 de Marzo de 2011). Competitividad y rentabilidad de bovinos en corral en el sur del Estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(2), 691 - 698. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2/v14n2a27.pdf>

Rosero, R., & Posada, S. L. (octubre de 2016). Cálculo de sales minerales para vacunos en pastoreo. Medellín, Colombia: Diana Vélez. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/tavogar,+326627-120867-1-CE.pdf>

Salamanca, A. (9 de septiembre de 2010). Suplementacion de minerales en la produccion bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 11(9), 1-10. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63615732008.pdf>

Santamaría, J. (Febrero de 2015). *Producción forrajera de genotipos establecidos de Brachiarias durante la época seca*. Obtenido de Repositorio UTE: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19997/1/7639\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19997/1/7639_1.pdf)

Sequeira, E., & Valle, J. (Noviembre de 2017). *Evaluación productiva y económica de un sistema rotacional de pastos con suplementación estratégica vs. sistema de engorde tradicional de bovinos en Nicaragua*. Obtenido de Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/cc44e1ee-d0c6-41cc-a3f1-39246380be6c/content>