

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE PARAMETROS PRODUCTIVOS DE GANADO DE ENGORDE
EN SISTEMA SEMI-INTENSIVO SUPLEMENTADO CON SCULPTOR**

**ELABORADO POR:
ALICIA VICTORIA BU MEZA**

**TESIS
PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**



CATACAMAS , OLANCHO

HONDURAS ,C.A

DICIEMBRE 2025

**EVALUACIÓN DE PARAMETROS PRODUCTIVOS DE GANADO DE ENGORDE EN
SISTEMA SEMI-INTENSIVO SUPLEMENTADO CON SCULPTOR**

POR:

ALICIA VICTORIA BU MEZA

GRACE CARVAJAL M.Sc.
Asesor Principal UNAG

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

DICIEMBRE 2025

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y mi refugio en cada paso de este camino. Por darme la sabiduría para continuar, la paciencia para aprender y la fe para no rendirme cuando las cosas se tornaban difíciles. Gracias por iluminar mi mente y mi corazón, por permitirme llegar hasta aquí y por poner en mi vida a las personas correctas en el momento preciso.

A mis padres, Pablo y Nancy, quienes son mi mayor bendición y ejemplo. Gracias por su amor infinito, por su apoyo incondicional, junto a valores que me han inculcado desde niña. Cada sacrificio, cada palabra de aliento y cada gesto de amor fueron la base sobre la cual pude construir este sueño. Ustedes son y serán siempre mi mayor inspiración.

A mi hermano mayor Pablo, por su compañía, su cariño y por ser ese apoyo constante que me impulsa a seguir. Gracias por estar siempre dispuesto a escucharme, cuidarme y hacerme reír incluso en los días más complicados.

A mis abuelos y tíos, quienes con su amor, sus oraciones y sus consejos me han acompañado en todo momento. Son una parte fundamental de mi vida y de lo que hoy logro; su ejemplo me motiva a ser mejor persona y a nunca olvidar de dónde vengo.

A mi novio, por su amor, comprensión y paciencia infinita. Gracias por acompañarme día a día en este proceso, por ser mi mejor amigo, mi confidente y mi compañero de aventuras. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por tu apoyo constante y por recordarme con tu cariño que los sueños se construyen juntos.

Finalmente, a mis docentes, quienes con su dedicación, paciencia y compromiso me guiaron en mi formación profesional. Gracias por compartir sus conocimientos, por motivarme a dar siempre lo mejor de mí y por ser parte esencial de este logro. Cada lección aprendida y cada consejo quedarán siempre grabados en mi camino.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme cumplir mis sueños, por guiarme y acompañarme en cada paso de este camino. Gracias por no dejarme sola, por fortalecer mi espíritu en los momentos de duda y por llenar de luz mi vida cuando más lo necesitaba.

A mis padres, Pablo Roberto Bu y Nancy Jaqueline Meza, y a mi hermano Pablo Javier Bu, por ser el corazón de mi vida. Gracias por su apoyo incondicional, por su amor infinito y por ser el mejor ejemplo de superación y entrega. Me enseñaron que no existen límites cuando se lucha con fe y perseverancia. Todo lo que soy y lo que he logrado se los debo a ustedes.

A mis abuelos y tíos, por su apoyo constante, por sus consejos llenos de sabiduría y por su ejemplo de vida. Su bondad y su gran corazón han sido una guía para mí; su amor y confianza me acompañan en cada paso que doy.

A mi novio, Fernando Aguilar, por ser mi compañero de vida y mi mejor amigo. Gracias por tu paciencia, tu comprensión y por ser un pilar importante durante estos cuatro años. Por acompañarme en los momentos buenos y en los difíciles, y por estar a mi lado con amor y ternura. A tu familia, que ahora también es la mía, gracias por su cariño y por recibirme con los brazos abiertos; los llevo siempre en mi corazón.

A mi mejor amigo de cuatro patas, Totto, quien me acompañó desde el primer día de clases, compartiendo desvelos, lágrimas y risas. Gracias por estar siempre conmigo, por darme amor sincero y enseñarme que a veces las miradas hablan más que las palabras.

A mis amigas, mis hermanas de otra madre: Helen Miranda, Nataly Girón, Lizzy Flores, Bianka Puerto, Isabel Durón y Mía Ortiz, por su amistad, por las risas compartidas y por demostrarme lo valiosa que puede ser la lealtad y el cariño verdadero. Gracias por acompañarme en esta etapa tan especial y por ser parte de mis recuerdos más felices.

A mis asesores, Grace Carvajal, Orlando Castillo y Marcelino Espinal, por su orientación, paciencia y dedicación durante el proceso de mi tesis. Gracias por compartir sus conocimientos,

por su apoyo constante y por motivarme a dar siempre lo mejor de mí. Les estaré eternamente agradecida.

A DISAGRO Honduras, por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica profesional. a su destacado equipo de trabajo, Héctor Santos, David Castro y Óscar Machado, gracias por su confianza, por sus enseñanzas y por guiarme con profesionalismo y compromiso durante esta experiencia que marcó mi formación académica y personal.

CONTENIDO

	Pag
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	vi
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE GRÁFICAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN LITERARIA	5
4.1. Ganadería de engorde en Honduras.....	5
4.1.1. Importancia económica y social.....	5
4.1.2. Estrategias de producción bovina en el sector cárnico hondureño	6
4.2. Sistemas de producción semi-intensivas	6
4.2.1 Manejo Alimenticio	6
4.2.2 Suplementación estratégica Influencia de sculpor en la ICA	7
4.2.3. Suplementación alimenticia en la mejora del rendimiento	7
4.3. Suplementos utilizados en ganado de engorde	7
4.3.1. Minerales suplementados.....	7
4.3.2. Vitaminas suplementadas.....	8
4.3.3. Mecanismo de acción de los suplementos	8
4.3.4. Factores de implementación en la suplementación.....	8
4.3.5 Manejo Sanitario.	9
4.3.6. Infraestructura	10
4.4. Parámetros productivos	10

4.4.1. Ganancia diaria de peso (GDP).....	11
4.4.2. Genética GDP	11
4.4.3. Índice de Conversión alimenticia (ICA)	12
4.4.4. Mecanismo de acción de los suplementos	13
4.4.5. Factores de implementación en la suplementación.....	13
4.5. Evaluación económica	13
4.5.1. Metodología de costo-beneficio.....	13
4.5.2. Casos sobre evaluación económica sobre suplementación en ganado de engorde. 14	
4.5.3. Factores que influyen la rentabilidad	14
4.6. Casos sobre evaluación económica sobre suplementación en ganado de engorde.....	14
4.6.1. Consideraciones económicas	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
5.1. Descripción del lugar.....	15
5.2. Materiales y equipo	16
5.3. Diseño Experimental	17
5.4. Animales y Criterios de Selección.....	17
5.5. Tratamientos y Suplementación	17
5.6. Manejo Nutricional y Sanitario	18
5.7 Variables Evaluadas	20
5.7.1 Ganancia Diaria de Peso (GDP)	20
5.7.2 Peso vivo (PV)	20
5.7.3. Índice de Conversión Alimenticia (ICA)	20
5.8. Análisis Económico	21
5.9. Análisis estadístico	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
6.1. Ganancia de diaria peso (GDP)	23
6.2. Peso Vivo (PV).....	25
6.3. Conversión Alimenticia (CA).....	27
6.4. Análisis económico.....	30
VII. CONCLUSIONES.....	31
VIII. RECOMENDACIONES.....	32
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	33

X.	ANEXOS	35
----	--------------	----

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición del Suplemento Sculptor Engorde.....	18
Cuadro 2. Composición de las Sales Mineralizadas	19
Cuadro 3. Análisis Bromatológico del Pasto <i>Cynodon nlemfuensis</i>	19
Cuadro 4. Resultados de la prueba t de student para muestras independientes para la ganancia diaria de peso (lb).	24
Cuadro 5. Prueba t de Welch para la comparación de medias del Peso Vivo (PV) final.....	27
Cuadro 6. Prueba t de Welch para la comparación de medias del Índice de Conversión Alimenticia (ICA).	29

LISTA DE GRÁFICAS

Grafica 1 Ganancia de Peso Diaria (GPD).....	23
Grafica 2. Ilustra la evolución del Peso Vivo (PV).....	25
Grafica 3. ilustra el Índice de Conversión Alimenticia (ICA)	28

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. DISAGRO Honduras ubicado en San pedo sula, Cortes Bulevar del norte 21101 ..	15
Anexo 2. Finca buena vista ubicado en Siguatepeque Comayagua	15
Anexo 3. Reconocimiento de finca, animales y instalaciones	35
Anexo 4. Areteado y selección de grupos	35
Anexo 5. Pesaje de grupos reconocimiento de equipo (bascula)	36
Anexo 6. Secado de pasto en horno proceso de preparación para laboratorio	36
Anexo 7. Recolección de pasto para análisis bromatologico	36
Anexo 8. Pesaje de basto para análisis bromatológico.....	37

RESUMEN

Bu, A. 2025. Evaluación de parámetros productivos de ganado de engorde en sistema semi-intensivo suplementado con Sculptor. Tesis. 37p.

El presente estudio evaluó la eficacia del suplemento Sculptor en parámetros productivos y la viabilidad económica en ganado de engorde bajo condiciones semi-estabuladas. Se utilizó un diseño experimental comparativo y los datos productivos (Ganancia Diaria de Peso, Peso Vivo e Índice de Conversión Alimenticia) fueron analizados mediante la Prueba t de Welch ($\alpha=0.05$). Los resultados productivos mostraron que la Ganancia Diaria de Peso (GDP) fue estadísticamente superior en el grupo suplementado (1.82 lb/día) frente al Control (1.38 lb/día, $p=0.006$). No obstante, el Peso Vivo final ($p=0.403$) y el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) ($p=0.972$) no alcanzaron la significancia estadística, a pesar de que el ICA mostró una marcada tendencia a la eficiencia (7.62 vs. 9.39). El análisis económico, basado en un precio de venta de L 32.00/lb de PV y un costo de suplementación de L 187.00 por animal, arrojó una Relación Beneficio/Costo (B/C) de 8.89. Se concluye que, si bien la significancia estadística en las variables de eficiencia y peso final no se pudo confirmar, la mejora significativa en la GDP y la alta rentabilidad obtenida justifican económicamente el uso del suplemento Sculptor como una estrategia eficaz y viable para maximizar la producción en ganado de engorde.

Palabras clave: Ganancia Diaria de Peso (GDP), Índice de Conversión Alimenticia (ICA), Bovinos de Engorde, Sculptor, Relación Beneficio/Costo (B/C).

I. INTRODUCCIÓN

La suplementación nutricional en sistemas semi-estabulados de engorde bovino es una estrategia clave para optimizar la eficiencia productiva, especialmente en condiciones donde las pasturas presentan deficiencias nutricionales. Según el IICA (2023), el uso de mezclas líquidas que combinan caña de azúcar, melaza, maíz y harina de pescado ha demostrado ser efectivo para mejorar el consumo voluntario de forraje y la ganancia de peso en bovinos, al proporcionar una fuente adicional de energía y proteína que complementa la dieta base (Orozco Barrantes. 2023).

En las zonas tropicales de las regiones centroamericanas, la producción de carne de res se basa principalmente en que los animales comen directamente del pasto, ya sea natural o sembrado. El pasto es el alimento más común y barato para los becerros y toretes. La carne de res es el segundo producto más valioso del campo en el mundo, solo después del pollo. En los últimos diez años, la producción de carne de res ha crecido en promedio un 1.6 % cada año, lo que ha ayudado a que se importe menos carne del extranjero (SENASA. 2020).

El Sculptor es un suplemento que se puede usar en todas las etapas del engorde del ganado. Contiene minerales orgánicos como zinc, cobre y magnesio, además de muchas vitaminas A, D y E. También incluye *Saccharomyces cerevisiae*, un tipo de hongo que ayuda a mantener el pH del rumen en buen nivel y mejora la digestión de la fibra, lo que permite una mayor producción de ácidos grasos volátiles, que son importantes para que el animal aproveche mejor los nutrientes (Disagro s. f.).

El ganado bovino es como una máquina perfecta para producir leche y carne, pero para hacerlo bien necesita una alimentación balanceada que le permita mantenerse sano y productivo. Entre los elementos importantes en su nutrición están las vitaminas, que cumplen un papel muy

importante las vitaminas son sustancias esenciales para el crecimiento y buen estado del animal. Como el ganado no puede producir la mayoría de estas vitaminas por sí mismo, debe obtenerlas a través de la comida o suplementos. Las vitaminas se dividen en dos tipos: las que se disuelven en agua (como las del complejo B y la vitamina C) y las que se disuelven en grasa (como las vitaminas A, D, E y K). A continuación, explicaremos de forma sencilla para qué sirve cada una, de dónde se obtiene y qué pasa si el animal no las recibe (Serna. 2024).

La rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de producción de carne bovina dependen cada vez más de la implementación de estrategias nutricionales eficientes. En este contexto, la presente investigación se justifica por la necesidad de evaluar el impacto real del suplemento Sculptor en los parámetros productivos y económicos de la finca "Buena Vista". El interés principal radica en determinar objetivamente la eficiencia de este suplemento y su contribución directa a la rentabilidad general del sistema.

Si bien el manejo nutricional y sanitario son aspectos fundamentales, la información generada por este estudio va más allá. Al analizar rigurosamente el efecto del Sculptor, se obtendrán datos cruciales que orientarán la toma de decisiones económicas, permitiendo una optimización de los recursos y una asignación más estratégica de las inversiones. Esta investigación contribuirá a un conocimiento más profundo sobre la eficacia de este tipo de suplementos, beneficiando no solo a la finca estudiada sino también a la ganadería en general.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la suplementación con Sculptor engorde en los parámetros productivos y la rentabilidad económica del ganado de engorde criado en un sistema semi-intensivo.

2.2 Objetivos Específicos

1. Calcular la ganancia diaria de peso de bovinos suplementados con Sculptor engorde en condiciones semi-estabuladas.
2. Comparar el peso vivo y el índice de conversión alimenticia de bovinos suplementados y no suplementados con Sculptor.
3. Determinar la rentabilidad económica de la suplementación con Sculptor en ganado de engorde

III. HIPÓTESIS

La suplementación con Sculptor en ganado de carne semi-estabulado incrementa significativamente los parámetros productivos como son consumo de materia seca, ganancia diaria de peso e índice de conversión alimenticia. En comparación con animales no están dentro del consumo del suplemento.

Hipótesis específicas

La (GDP) aumentó significativamente en los animales suplementados con Sculptor engorde frente a los no suplementados.

El (PV) aumento de manera significativa en menor tiempo en los bovinos suplementado en comparación a grupo control

El (ICA) mejoró en el grupo tratado con Sculptor con menor necesidad de alimento en comparación con el grupo testigo.

IV. REVISIÓN LITERARIA

4.1. Ganadería de engorde en Honduras

4.1.1. Importancia económica y social

La importancia económica y social en nuestro país es impulsar al mercado al precio y consumo del exterior, presentando una gran importancia en nuestro país, para poder fortalecer el sector, una mejor tasa de empleos y mejorar las condiciones de vida de los productores, el trabajo familiar como un ,motor de desarrollo de las zonas rurales, el aumento de la producción cárnica por la exportación a formado un aumento importante para todos los grandes y pequeños ganaderos en Centroamérica y Honduras (Santana. 2021).

En Honduras, las actividades como la agricultura, ganadería, pesca y caza son muy importantes para la economía. En 2020, estas actividades representaron casi el 13 % del total de lo que el país produjo. Después de una etapa difícil por una crisis económica global, el campo logró recuperarse y crecer bastante en 2011 y 2012. A diferencia de otros países, en Honduras la agricultura se volvió más importante para la economía, sobre todo por el buen desempeño del café, el banano, el aceite de palma y el azúcar. Ese año, hubo una cosecha récord de café que ayudó mucho al crecimiento económico del campo. Además, casi 3 de cada 10 personas que trabajaban en el país lo hacían en este sector (Secretaría de Agricultura y Ganadería 2023).

4.1.2. Estrategias de producción bovina en el sector cárnico hondureño

Entre 2015 y 2018, el consumo per cápita de carne de ganado vacuno en Honduras mostró una tendencia a la baja, con una reducción promedio anual del 2.1%. Durante este periodo, el consumo pasó de 16.6 libras por persona al año en 2015 a 15.5 libras en 2018. Esta disminución en la demanda se atribuye principalmente a los altos precios de la carne de res, que hicieron que muchos consumidores buscarán alternativas más accesibles. Como resultado, se observó un aumento en el consumo de otros tipos de carne, especialmente la carne de pollo, que es más económica y accesible para gran parte de la población. Este cambio en las preferencias alimenticias refleja cómo factores económicos pueden influir directamente en los patrones de consumo y, por ende, en la dinámica del mercado cárnico en el país (Secretaría de Agricultura y Ganadería. 2020).

En los últimos años, el sistema de producción de carne bovina en Honduras ha cambiado notablemente, motivado por la necesidad de hacer la actividad más productiva, sostenible y competitiva. La ganadería aporta cerca del 13 % del PIB agrícola del país y genera más de 400,000 empleos al año, lo que representa el 36 % de las personas que trabajan en el sector agropecuario (Chavarria .2023).

4.2. Sistemas de producción semi-intensivas

4.2.1 Manejo Alimenticio

La alimentación es un aspecto clave en la producción intensiva de carne bovina y representa uno de los mayores costos en este tipo de sistema. Por ello, es fundamental planificar con anticipación los recursos alimenticios disponibles. Lo más recomendable es usar forrajes de buena calidad, tanto energéticos como proteicos, producidos dentro de la misma finca (silo, maíz molido y gallinaza). Esto asegura un suministro constante y de calidad durante todo el año (Arronis .2017).

4.2.2 Suplementación estratégica Influencia de sculptor en la ICA

El suplemento maximiza la ganancia de peso mejorando su rendimiento en un menor tiempo con mejor calidad, mejora la calidad de la carne y el aumento en el peso a canal, formador de grasas entretejidas con mejor mármol rendimiento de los animales, incrementan la eficiencia de conversión del alimento. "Mejoran el funcionamiento ruminal y el uso de los forrajes, posee gran palatabilidad, fácil de administrar y manejar, tiene levaduras *Saccharomyces cerevisiae* que actúa en: Aumento de bacterias benéficas, previene la acidosis ruminal a través de la regulación del pH del rumen en dietas, ricas en almidón, Aumenta la síntesis de proteína microbiana, produce un mayor volumen de Ácidos Grasos Volátiles (Disagro s. f.).

4.2.3. Suplementación alimenticia en la mejora del rendimiento

La suplementación alimenticia está para reformar la nutrición de ganado dependiendo del propósito que éste tenga, se puede complementar con forrajes, concentrados o como en este caso con un suplemento con vitaminas y minerales, adaptado a cada propósito y formando dietas específicas. la ingesta adecuada de alimento proporcionará a los animales nutrientes esenciales y energía para el mantenimiento, crecimiento, reservas y reproducción. Además de ingesta, la cantidad total de nutrientes absorbidos por los animales también depende de la digestibilidad del ingrediente o la dieta, la cual a su vez se ve afectada por la ingesta de alimento y la cinética de digestión, por ejemplo, la velocidad de paso sólidos y líquidos y la tasa de digestión fracciones solubles, potencialmente digestibles e indigestibles (Cooke .2022).

4.3. Suplementos utilizados en ganado de engorde

4.3.1. Minerales suplementados

El consumo de los minerales en el ganado de carne es un pilar esencial para su nutrición diaria, estos minerales pueden brindar diferentes efectos positivo o negativos, estos minerales pueden ser zinc, cobre, magnesio y selenio, en conjunto da vitalidad al ganado y previene enfermedades desgastantes. La deficiencia o el exceso de elementos minerales puede estar limitando en forma inadvertida la producción en los animales de las fincas ganaderas; a tal punto que se puede

hacer difícil que este problema sea reconocido por el productor como causa principal de la baja reproducción y producción de su hato (Arronis .2022).

4.3.2. Vitaminas suplementadas

Los compuestos vitamínicos son necesarios para el crecimiento y desarrollo de los animales en toda su vida, en la mayor parte de los hatos ganaderos de nuestro país es recomendado la utilización de suplementos, ayudando a mantener la nutrición balanceada evitando enfermedades y daños al sistema inmunológico. Las vitaminas tampoco son fuente de energía ni forman parte de las estructuras del cuerpo, pero son indispensables para el metabolismo y algunas funciones específicas en el organismo (Hershberger, 2023).

4.3.3. Mecanismo de acción de los suplementos

Son de papel importante para el desarrollo y el metabolismo del ganado, añadiendo nutrientes básicos que son necesarios y no se encuentran en la dieta diaria, facilitando las relaciones bioquímicas necesario para el proceso de síntesis de proteínas y formando nuevos tejidos esenciales para la descomposición de los alimentos Gracias a sus propiedades glucogénicas, como componente estructural de triglicéridos y fosfolípidos, lo que proporciona energía para el metabolismo celular y conversión en glucosa en el hígado y riñones.(Osuna. 2020).

4.3.4. Factores de implementación en la suplementación

Uno de los factores más importantes son los técnicos y sanitarios para garantizar la eficiencia y seguridad del hato, se conoce que la suplementación tiene que ser balanceada para el hato tenga cubierta sus necesidades de acuerdo a su edad, propósito, peso y tamaño. La suplementación en pastoreo permite corregir dietas desbalanceadas en diferentes momentos del año y ante diferentes bases forrajeras, aumenta la eficiencia de conversión de los pastizales y pasturas subtropicales, y la ganancia de peso de los animales (Aguilar .2023).

En Honduras, la alimentación del ganado bovino varía según el sistema de producción implementado. En los sistemas extensivos, los animales dependen principalmente del pastoreo de forrajes naturales, lo que puede limitar la ganancia de peso debido a la baja calidad nutricional estacional de los pastos este sistema de producción se caracteriza por sus bajos

costos operativos y mínima necesidad de mano de obra. Consiste en mantener a los animales en potreros bajo un esquema de rotación adecuada, mientras se les brinda suplementación en comederos y bebederos techados. Uno de los diseños más utilizados es el de “pastel”, donde el corral central con alimento está rodeado por potreros conectados por portillos, permitiendo al ganado entrar y salir libremente. Otra opción es el diseño de “pasillo central”, con los comederos en el centro y los potreros distribuidos a los lados. Ambos diseños facilitan el acceso al suplemento y mejoran la eficiencia del sistema (Arronis .2022).

En Honduras, la forma en que se alimenta el ganado bovino depende del tipo de sistema de producción utilizado. En los sistemas extensivos, los animales se alimentan principalmente de pastos naturales, lo que puede afectar su aumento de peso, especialmente cuando la calidad del forraje baja en ciertas épocas del año. Por otro lado, los sistemas semiestabulados y estabulados permiten un mejor control de la dieta, ya que se les proporciona alimento conservado, subproductos de la agroindustria y concentrados, lo que mejora la eficiencia en la alimentación y el rendimiento del ganado (Arronis. 2020).

4.3.5 Manejo Sanitario.

Para evitar problemas causados por parásitos en el ganado de engorde, es fundamental aplicar medidas de higiene que impidan que estos completen su ciclo de vida. Esto ayuda a controlar tanto los parásitos internos como los externos. Algunas prácticas recomendadas son la rotación de potreros, la limpieza regular de corrales y galeras, así como el manejo separado del ganado por grupos o categorías, se aconseja realizar desparasitaciones internas cada tres meses y aplicar tratamientos contra parásitos externos cuando sea necesario. Uno de los productos más usados es la ivermectina, que se administra por vía subcutánea en una dosis de 1 cc por cada 50 kilos de peso vivo. Esta también ayuda a controlar parásitos externos como garrapatas, adicionalmente, es recomendable aplicar vitaminas AD3E en el ganado adulto, con una dosis de 5 ml por vía intramuscular profunda, especialmente al inicio de la época seca (verano), y repetir la aplicación cada 60 días. Estas prácticas ayudan a mantener la salud y el rendimiento del ganado durante todo el ciclo de engorde (Campos. 2020).

4.3.6. Infraestructura

Este sistema se destaca por ser el más económico, tanto en costos operativos como en requerimientos de mano de obra. Consiste en colocar comederos y bebederos techados entre dos o más potreros, donde se proporciona la suplementación. El ganado permanece a campo abierto todo el tiempo, bajo un manejo rotacional adecuado. Es común el uso del diseño conocido como “pastel”, donde el área con los comederos y bebederos se sitúa en el centro, rodeada por potreros conectados mediante portillos, permitiendo que los animales entren y salgan libremente para alimentarse. Otra opción frecuente es el diseño con pasillo central, en el que los comederos están en el medio y los potreros a ambos lados. En general, este sistema permite un manejo eficiente con bajos requerimientos de persona l(Arronis. 2017).

La implementación de estrategias nutricionales adecuadas en estos sistemas intensificados contribuye a optimizar la conversión alimenticia, reducir el tiempo de engorde y aumentar la rentabilidad del sistema de producción (Morales. 2020).

Desde el punto de vista operativo, el manejo incluye el control del tiempo y la rotación del pastoreo, el suministro estratégico de alimento en corrales, y la supervisión constante del estado corporal y sanitario del ganado. Esto facilita una ganancia diaria de peso más constante y predecible en comparación con los sistemas exclusivamente extensivos. Este sistema demanda menos mano de obra que la estabulación completa y permite una mejor utilización de la tierra, ya que se puede mantener una mayor carga animal por hectárea. Además, al combinar el pastoreo con la suplementación, se logra una dieta más balanceada, lo que se traduce en mayores ganancias de peso y una mejor calidad de la carne producida (Triminio. 2020).

4.4. Parámetros productivos

Los parámetros productivos son fundamentales en cualquier sistema pecuario, ya que permiten tomar decisiones acertadas. Sin ellos, la producción no sería eficiente. Es clave que las decisiones se basen en datos precisos y registrados a tiempo, para poder calcular estos parámetros, es necesario llevar un control ordenado de los registros productivos, de manera que la información sea fácil de entender, registrar y analizar después, los parámetros productivos se

obtienen a partir de los datos relacionados con el rendimiento del sistema, como por ejemplo la cantidad de carne, el peso de los animales, la producción de leche , el porcentaje de grasa, la tasa de mortalidad y la conversión alimenticia (Ortíz. 2015).

4.4.1. Ganancia diaria de peso (GDP)

La ganancia diaria de peso (GDP) es un indicador clave en los sistemas de producción de carne bovina, ya que permite medir el rendimiento del ganado en términos de crecimiento. Este parámetro refleja la eficiencia con la que el animal convierte los recursos alimenticios en masa corporal, lo que influye directamente en el tiempo necesario para alcanzar el peso óptimo de mercado. Una GDP elevada indica un crecimiento óptimo, lo que permite alcanzar el peso de faena en menor tiempo y con menor costo de alimentación. Además, una mayor GDP está asociada con un mejor rendimiento en canal y calidad de la carne, ya que favorece el desarrollo muscular y la acumulación de grasa intramuscular (Pérez .2024).

El uso de bloques nutricionales (BN) mostró mejores resultados tanto en productividad como en rentabilidad. En cuanto al aumento de peso, los animales que recibieron BN ganaron en promedio 494 gramos por día, mientras que los que no recibieron el suplemento solo ganaron 398 gramos diarios, lo que representa una diferencia de 96 gramos a favor del tratamiento con BN, en términos económicos, el uso de bloques generó una ganancia adicional de \$1.20 por día por animal. Al cabo de 90 días de suplementación, esto se tradujo en una utilidad total de \$108.00 por cada animal tratado con BN (Juarez .2021).

4.4.2. Genética GDP

La genética es uno de los puntos más importantes para la GDP si se crea un balance alimenticio y un clima donde se puede desempeñar su potencial, si logramos cubrir las necesidades genéticas que se maneje en el hato lograremos un diseño mayor, siempre dando como prioridad la sanidad, la prevención de enfermedades sanitarias son la que mayormente afectan el ganado mal nutrido en Honduras. La engorda depende de muchos factores que pueden afectar su desarrollo en cualquier momento, pero pueden iniciar su efecto desde el momento mismo de la concepción. Incluyen factores inherentes a la madre, al mismo animal, factores de manejo y

factores ambientales, que además pueden combinarse entre sí y ejercer su efecto de manera conjunta (Pérez .2024).

La Ganancia Diaria de Peso (GDP) no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($P \geq 0.05$). El suplemento Vita® registró una GDP promedio de 0.75 kg por día, un resultado superior al reportado por Incer y Zeledón (2015), quienes obtuvieron 0.58 kg/día en becerros postdestete usando el mismo producto.

Por otro lado, los suplementos Cría® junto con sal común y Bezerro® lograron ganancias de 0.89 y 0.88 kg/día, respectivamente. Estos valores fueron menores a los reportados por Quiñones y Barillas (2016), quienes al evaluar esos mismos suplementos en terneros pre destete obtuvieron ganancias de 1.36 y 1.42 kg/día (Mejia Monroy .2020).

4.4.3. Índice de Conversión alimenticia (ICA)

Este parámetro mide la cantidad de alimento necesario para que el animal gane una unidad de peso, lo que refleja la eficiencia con la que el ganado aprovecha los nutrientes de su dieta. Un ICA bajo indica una mayor eficiencia alimenticia, ya que se requiere menos alimento para lograr el mismo incremento de peso. Optimizar este índice es fundamental para reducir costos de alimentación, mejorar la rentabilidad del sistema y garantizar la sostenibilidad de la producción ganadera (Zavala .2025).

Los resultados de conversión alimenticia acumulada para cada tratamiento Las dietas que incluyeron MOS en proporciones de 0.05 % y 0.10 % (tratamientos T1 y T2) obtuvieron las mejores conversiones alimenticias, aunque no hubo diferencias significativas entre ellas ($P > 0.05$). Sin embargo, estos tratamientos sí mostraron diferencias estadísticas respecto a T3 y T0. El tratamiento más eficiente fue el T2, con una conversión alimenticia de 1.644 (Chavez .2022).

4.4.4. Mecanismo de acción de los suplementos

Son de papel importante para el desarrollo y el metabolismo del ganado, añadiendo nutrientes básicos que son necesarios y no se encuentran en la dieta diaria, facilitando las relaciones bioquímicas necesario para el proceso de síntesis de proteínas y formando nuevos tejidos esenciales para la descomposición de los alimentos. Gracias a sus propiedades glucogénicas, como componente estructural de triglicéridos y fosfolípidos, lo que proporciona energía para el metabolismo celular y conversión en glucosa en el hígado y riñones (Osuna. 2020).

4.4.5. Factores de implementación en la suplementación

Uno de los factores más importantes son los técnicos y sanitarios para garantizar la eficiencia y seguridad del hato, se conoce que la suplementación tiene que ser balanceada para que el hato tenga cubierta sus necesidades de acuerdo a su edad, propósito, peso y tamaño. La suplementación en pastoreo permite corregir dietas desbalanceadas en diferentes momentos del año y ante diferentes bases forrajeras, aumenta la eficiencia de conversión de los pastizales y pasturas subtropicales, y la ganancia de peso de los animales (Aguilar 2023)

4.5. Evaluación económica

4.5.1. Metodología de costo-beneficio

El análisis del indicador beneficio-coste (B/C) representa una herramienta económica esencial para determinar la viabilidad financiera de intervenciones tecnológicas en los sistemas productivos pecuarios. El suplemento Sculptor está formulado para potenciar el metabolismo y favorecer una mayor deposición de masa muscular, lo cual se espera que incremente el rendimiento en canal y reduzca el ciclo de engorde. La utilización del indicador B/C permite contrastar el costo total de implementación del suplemento (incluyendo compra, transporte, almacenamiento y aplicación) con los beneficios económicos obtenidos, que se reflejan principalmente en un mayor peso de venta, mejor conversión alimenticia y reducción de días al sacrificio (Rodríguez y Arroyo. 2020).

4.5.2. Casos sobre evaluación económica sobre suplementación en ganado de engorde

En Guanacaste, Costa Rica, se evaluó el uso del suplemento comercial *Beef Max Plus*, diseñado para mejorar el metabolismo proteico en toretes en fase de terminación. El estudio, desarrollado en una finca semi intensiva, mostró que el grupo suplementado aumentó su ganancia diaria de peso en 250 g adicionales, logrando un mejor rendimiento en canal (+3.8 %) y una reducción de 20 días en el ciclo de engorde. El análisis económico arrojó un beneficio-costo de 1.38, resultado que validó la inclusión del suplemento como una práctica rentable, especialmente en épocas de baja disponibilidad forrajera (Rodríguez y Gómez .2020).

4.5.3. Factores que influyen la rentabilidad

Uno de los factores más relevantes es el costo del suplemento, que incluye el precio de adquisición, transporte, almacenamiento y manejo. De igual forma, el nivel de respuesta productiva del animal al suplemento, expresado en términos de aumento en la GDP o mejora en la conversión alimenticia, es clave para determinar si el incremento en ingresos supera el costo de inversión; Otro aspecto crucial es el precio de venta del ganado en el mercado local, el cual puede variar según el peso vivo, el rendimiento en canal y las condiciones del mercado, Asimismo, factores como la eficiencia del manejo (frecuencia y precisión en la administración del suplemento), la condición corporal inicial del animal, y la genética también condicionan la magnitud del beneficio económico esperado. (Rodríguez y Arroyo. 2020)

4.6. Casos sobre evaluación económica sobre suplementación en ganado de engorde

4.6.1. Consideraciones económicas

El costo de los insumos importados, como suplementos nutricionales, concentrados, minerales y vitaminas, cuyo precio está sujeto a cambios o variaciones y costos logísticos. Esto afecta directamente la estructura de costos del sistema de engorde y condiciona el análisis beneficio-costos de cualquier estrategia de suplementación. Además, los niveles de infraestructura productiva y de capacitación técnica en muchas regiones ganaderas del país son bajos, lo cual limita la adopción eficiente de tecnologías nutricionales avanzadas y genera un uso subóptimo de los recursos disponibles. (SAG 2020)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción del lugar

El estudio se realizó en los meses de mayo-agosto 2025 el estudio se desarrolló en la finca *Buena Vista*, ubicada en Siguatepeque, departamento de Comayagua, a 1230 m.s.n.m., con temperatura promedio de 30 °C y humedad relativa de 79 %. El proyecto contó con el apoyo técnico y logístico de DISAGRO Honduras.



Anexo 1. DISAGRO Honduras ubicado en San Pedro Sula, Cortes Bulevar del norte 21101



Anexo 2. Finca Buena Vista ubicada en Siguatepeque Comayagua

5.2. Materiales y equipo

Para la realización de la investigación los materiales y equipo a utilizar son:

- Aretes de Identificación: Individuales para cada animal.
- Aplicador de Aretes: Herramienta para colocar los aretes de identificación.
- Potreros y Corrales: Con cercas en buen estado para la asignación de tratamientos y el manejo individual de los grupos.
- Comederos: Suficientes para asegurar que todos los animales tengan acceso al alimento y al suplemento sin competencia.
- Bebederos: Con suministro constante de agua fresca y limpia.
- Báscula Ganadera: Calibrada y en buen funcionamiento para el pesaje preciso de los animales.
- Corral de Manejo: Para facilitar el pesaje y otras intervenciones con seguridad.
- Suplemento "Sculptor": Cantidad suficiente para todo el periodo experimental, en envases adecuados para su almacenamiento.
- Sal Mineralizada: La que se utiliza usualmente en la finca, para ambos grupos.
- Pasto/Forraje: El recurso forrajero disponible en los potreros (BRACHIARIA)
- Palas, Cubetas, Carretillas: Para el manejo y distribución del alimento y suplemento.
- Formularios de Registro: Impresos o digitales para anotar pesajes, consumo de suplemento, observaciones diarias, etc.
- Lápices o Dispositivos Móviles: Para la toma de datos en campo.
- Cámaras Fotográficas/Smartphones: Para documentar el estudio
- Botiquín Veterinario Básico: Con desinfectantes, material de curación, antiinflamatorios.
- Equipo de Vacunación y Desparasitación: Jeringas, agujas, vacunas, desparasitantes.
- Software Estadístico: Para el análisis de los datos.
- Computadora/Laptop: Para el procesamiento de datos y la redacción del informe.

5.3. Diseño Experimental

El estudio se estructuró bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se evaluaron dos tratamientos (T) con una única variable independiente: la suplementación con Sculptor. La muestra estuvo compuesta por un total de 28 bovinos, los cuales se consideraron unidades experimentales individuales. Para este diseño, se asignaron catorce repeticiones por tratamiento ($n=14$). Los animales fueron distribuidos en los grupos de manera completamente aleatoria al inicio del experimento, con el objetivo de controlar la variabilidad intrínseca del hato y asegurar que cualquier diferencia observada en los resultados productivos pudiera ser atribuida directamente al efecto del suplemento.

5.4. Animales y Criterios de Selección

La población objetivo fueron novillos productores de carne de cruza comerciales, con una notable influencia racial de encastes, todos en la etapa de engorde y con una edad promedio de 8 a 12 meses. La muestra se limitó a 28 bovinos seleccionados bajo estrictos criterios de uniformidad en edad, origen y días de alimentación previa, con el fin de minimizar el error experimental. Al inicio del estudio, el peso vivo inicial promedio de todos los animales fue de 530 libras (240.4 kg). Cada bovino fue debidamente identificado con un arete plástico numerado y con un color distinto que designaba el tratamiento asignado antes de iniciar la fase experimental.

5.5. Tratamientos y Suplementación

Se implementaron dos tratamientos que se diferenciaron únicamente por la inclusión del suplemento, manteniendo el resto de la dieta y manejo iguales. El Grupo Control (T1) fue sometido a la dieta basal de pastoreo rotacional y sales minerales sin ningún tipo de suplementación adicional. El Grupo Suplementado (T2) recibió la misma dieta basal, pero suplementada con Sculptor Engorde a una dosis constante de 100 g/animal/día durante los 57 días que duró la evaluación. La composición detallada del suplemento Sculptor se presenta en

el Cuadro 1. Para asegurar la ingesta completa, el suplemento se ofreció en comederos individuales en un horario fijo, lo que evitó la competencia entre los animales del grupo T2 y garantizó el consumo de la dosis asignada.

Cuadro 1. Composición del Suplemento Sculptor Engorde

Ingredientes	C/Kg
Calcio (Ca)	12.5 – 14 %
Fósforo (P)	6.5 % mín.
Magnesio (Mg)	1.8 % mín.
Azufre (S)	2.7 % mín.
Cloruro de Sodio (NaCl)	30.5 – 31.5 %
Flúor (F)	500 mg/kg mín.
Cobalto (Co)	7.5 mg/kg mín.
Yodo (I)	25 mg/kg mín.
Cobre (Cu)	500 mg/kg mín.
Manganeso (Mn)	1,000 mg/kg mín.
Selenio (Se)	5 mg/kg mín.
Zinc (Zn)	1,500 mg/kg mín.
Vitamina A	230,000 IU/kg mín.
Vitamina D3	88,000 IU/kg mín.
Vitamina E	1,750 IU/kg mín.
Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	1.5 x 10 ⁹ UFC/g mín.

Fuente: DISAGRO

5.6. Manejo Nutricional y Sanitario

El manejo nutricional se basó principalmente en el pastoreo rotacional intensivo del pasto Alicia (*Cynodon nlemfuensis*). El sistema de pastoreo se implementó dividiendo los potreros en parcelas de 10,000 m² con pasto de composición similar, permitiendo a los novillos rotar diariamente hasta completar un periodo de rotación de 25 días. Como parte de la alimentación complementaria, ambos grupos tuvieron acceso libre (ad libitum) a una sal mineralizada común (Cuadro 2) y recibieron la misma dosis suplementaria de maíz molido y coquito. Paralelamente, se realizó un análisis bromatológico del pasto *Cynodon nlemfuensis* (Cuadro 3) para conocer con exactitud la composición nutricional de la dieta base. En cuanto al manejo sanitario, se aplicó un programa estándar de vacunación y desparasitación a la totalidad de los bovinos antes

y durante el experimento, asegurando un óptimo estado de salud y minimizando las variables asociadas a enfermedades.

Cuadro 2. Composición de las Sales Mineralizadas

Ingredientes	C/Kg
Sodio (Na)	6.0 % mín.
Calcio (Ca)	12.5 – 14 %
Fósforo (P)	6.5 % mín.
Magnesio (Mg)	1.8 % mín.
Azufre (S)	2.7 % mín.
Cloruro de Sodio (NaCl)	30.5 – 31.5 %
Flúor (F)	500 mg/kg mín.
Cobalto (Co)	7.5 mg/kg mín.
Yodo (I)	25 mg/kg mín.
Cobre (Cu)	500 mg/kg mín.
Manganeso (Mn)	1,000 mg/kg mín.
Selenio (Se)	5 mg/kg mín.
Zinc (Zn)	1,500 mg/kg mín.
Vitamina A	230,000 IU/kg mín.
Vitamina D3	88,000 IU/kg mín.
Vitamina E	1,750 IU/kg mín.

Fuente: DISAGRO

Cuadro 3. Análisis Bromatológico del Pasto *Cynodon nlemfuensis*

Componente nutricional	N	Media $\pm$ SD	CV%
Materia seca (DM, %)	5	23.40 $\pm$ 1.80	7.69
Proteína cruda (PC, %)	5	8.20 $\pm$ 1.10	13.41
Extracto etéreo (EE, %)	5	2.60 $\pm$ 0.30	11.54
Cenizas (Ash, %)	5	7.10 $\pm$ 0.50	7.04
Materia orgánica (MO, %)	5	92.90 $\pm$ 0.50	0.54
FND (NDF, %)	5	68.30 $\pm$ 3.20	4.69
FDA (ADF, %)	5	35.20 $\pm$ 1.90	5.4
Lignina (ADL, %)	5	6.10 $\pm$ 0.60	9.84
Carbohidratos no fibrosos (CNF, %)	5	12.80 $\pm$ 1.00	7.81

Calcio (Ca, %)	5	0.45 ± 0.05	11.11
Fósforo (P, %)	5	0.25 ± 0.03	12
Potasio (K, %)	5	2.10 ± 0.25	11.9
Magnesio (Mg, %)	5	0.28 ± 0.04	14.29

Fuente: DISAGRO

5.7 Variables Evaluadas

Se midieron y registraron las siguientes variables productivas, de eficiencia y económicas para ambos tratamientos:

5.7.1 Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Se registro el peso individual de los animales al inicio del estudio y periódicamente en intervalos definidos de cada 15 días hasta el final del periodo de engorde se calculó la ganancia diaria de peso total y la ganancia de peso promedio diaria. La medición se realizó utilizando una báscula con a precisión adecuada.

$$GDP = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Días de evaluacion}}$$

5.7.2 Peso vivo (PV)

Los animales se pesaron individualmente al inicio del estudio y cada 15 días hasta el final del experimento, utilizando una báscula calibrada. Los pesajes se realizaron en ayunos de 12 horas sin acceso a alimentos.

5.7.3. Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Se calculó la relación entre el consumo total de alimento y la ganancia de peso total por animal. Para el forraje, se utilizarán las estimaciones de consumo y calidad del pasto. Se utilizo la siguiente fórmula:

$$ICA = \frac{CMS(Pasto + concentrado)}{GDP}$$

5.8. Análisis Económico

Se realizó un análisis económico comparativo para evaluar la viabilidad de la suplementación, registrando y calculando los costos de producción y la rentabilidad para cada tratamiento.

- a. Costos de Producción: Se registraron meticulosamente los costos, categorizándolos de la siguiente manera:

$$Costo = 100 \text{ g/animal/día} \times 14 \text{ animales} \times 57 \text{ días} \times \text{Precio/g de Sculptor}$$

- Costo de Suplementación: El costo del suplemento "Sculptor" se calculó multiplicando la dosis diaria por animal (100 g/d), por el número de animales (14), por la duración del estudio (57 días) y por el precio unitario del producto (precio/kg).
 - Costo de Sal Mineral: Se registró el consumo total de sal mineral (ofrecida *ad libitum*) pesando la cantidad inicial y final en los saladeros de cada grupo. El costo total se calculó multiplicando el consumo total por el precio por kilogramo y se prorrateó entre el total de animales de cada tratamiento.
 - Costo de Forraje/Pastoreo: No se asignó un costo directo de compra al forraje base (pasto *Cynodon nlemfuensis*) debido a que es de producción propia; el enfoque económico se centró en la comparación del costo variable del suplemento.
- b. Cálculo de Rentabilidad: La rentabilidad se determinó mediante la Relación Beneficio/Costo (B/C). El Beneficio por Ganancia de Peso (BGP) se obtuvo multiplicando la Ganancia de Peso Total por tratamiento por el precio actual de venta del kilogramo de carne en el mercado local. El Costo Total Asociado sumó todos los costos de producción relevantes para cada grupo. Finalmente, la relación B/C se calculó dividiendo el BGP entre

el Costo Total Asociado, donde un valor superior a 1 ($B/C > 1$) indica que el beneficio supera el costo y, por ende, el tratamiento es rentable.

$$BGP = (GDP \text{ promedio del grupo} * \text{Número De Animales} * 57 \text{ días}) \\ * \text{Precio de venta por kg de carne}$$

$$Relacion B/C = \frac{BGP}{Costo Total Asociado}$$

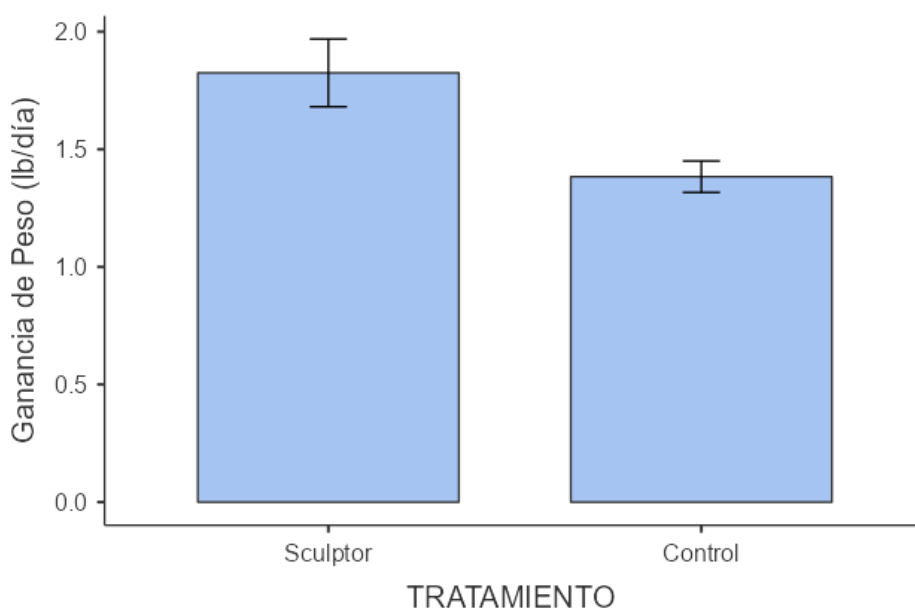
5.9. Análisis estadístico

Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo de todas las variables medidas, que incluyó la determinación de la media, la desviación estándar y el rango. Posteriormente, para comparar las medias de la Ganancia Diaria de Peso (GDP), el Peso Vivo (PV) final y el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) entre el grupo control y el grupo suplementado, se aplicó la Prueba t de Welch. Esta prueba fue seleccionada debido a que el análisis preliminar de las variables de respuesta indicó una que no había homogeneidad de varianzas, lo que garantiza la solidez del resultado. El análisis de costos y la rentabilidad se llevaron a cabo mediante estadística descriptiva y comparaciones directas para evaluar la viabilidad económica de cada tratamiento. Todas las pruebas estadísticas se procesaron utilizando el software Jamovi, y los resultados se consideraron significativos a un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Ganancia de diaria peso (GDP)

La Ganancia Diaria de Peso (GDP) promedio de los bovinos en crecimiento, comparando el grupo suplementado con Sculptor frente al Control, se calculó utilizando el peso inicial y el peso final del período experimental de 30 días. Los resultados de GDP se ilustran en la Gráfica 1.



Grafica 1. Ganancia de Peso Diaria (GPD)

En libras por día (lb/día) de bovinos en crecimiento, comparando el grupo suplementado con Sculptor frente a un grupo Control, medido durante el periodo de engorde

La Gráfica 1 revela una diferencia en el desempeño productivo. El grupo suplementado con Sculptor alcanzó una GDP promedio de 1.82 lb/día, lo que representa la ganancia máxima en el estudio. En contraste, el grupo Control registró una GDP promedio considerablemente menor, de 1.38 lb/día. Esta diferencia absoluta de 0.44 lb/día en la tasa de crecimiento diario establece una clara superioridad productiva en los animales que recibieron el suplemento.

El análisis estadístico se centró en evaluar la diferencia en la Ganancia Diaria de Peso (GDP) entre el grupo de tratamiento que recibió la adición del suplemento Sculptor y el grupo Control, a lo largo de un período de 30 días (Cuadro 4). Dado que la Prueba t de Welch se aplicó debido a la heterocedasticidad observada, el resultado de $T = 2.78$ con $gl = 18.3$ y un valor p de 0.006 es robusto. Puesto que este valor es menor que el nivel de significancia preestablecido ($\alpha = 0.05$), se procede al rechazo de la hipótesis nula, confirmando que la Ganancia de Peso del grupo suplementado con Sculptor es estadísticamente superior a la del Grupo Control.

Cuadro 4. Resultados de la prueba t de student para muestras independientes para la ganancia diaria de peso (lb).

Prueba T para Muestras Independientes				
		Estadístico	gl	p
GDP	T de Welch	2.78	18.3	0.006

Nota. $H_a \mu_{\text{Sculptor}} > \mu_{\text{Control}}$

La superioridad productiva del grupo Sculptor está intrínsecamente ligada a los componentes bioactivos del suplemento, en particular la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. La literatura de soporte indica que este hongo optimiza el funcionamiento ruminal, lo que previene la acidosis, mejora la digestión de la fibra y potencia la síntesis de proteína microbiana (Santana, 2021). Este mecanismo facilita una mayor producción de Ácidos Grasos Volátiles (AGV), elementos cruciales para que el animal aproveche mejor los nutrientes, alcance su potencial genético de crecimiento y cubra las necesidades básicas para la síntesis de proteínas y la formación de nuevos tejidos.

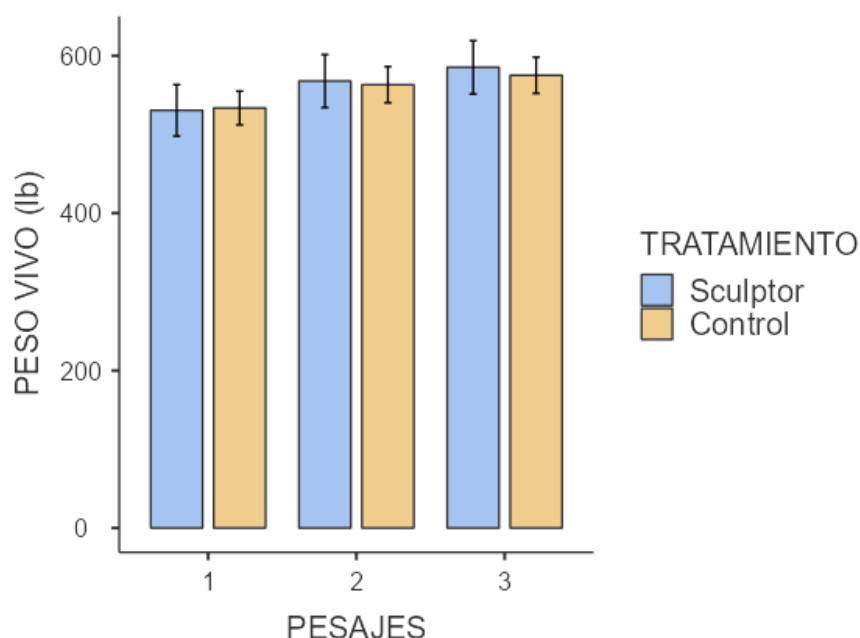
Al contrastar los resultados, el desempeño del grupo suplementado se sitúa drásticamente por encima de las tasas de crecimiento reportadas en otros contextos. El máximo registrado de 2.80 lb/día en el grupo Sculptor es sustancialmente superior a las ganancias de peso reportadas en otros estudios con diferentes suplementos en Centroamérica. Por ejemplo, supera los 0.75

kg/día (≈ 1.66 lb/día) o 0.89 kg/día (≈ 1.96 lb/día) obtenidos en evaluaciones con otros productos en bovinos (Santana, 2021). De igual forma, el resultado es notablemente mayor a la ganancia de 494 gramos por día (≈ 1.09 lb/día) reportada por Juárez (2021) en animales suplementados con bloques nutricionales (BN). Este nivel de GDP es crucial, pues un aumento en este parámetro reduce el tiempo necesario para que el animal alcance el peso óptimo de mercado, lo que favorece el desarrollo muscular y la calidad de la canal.

6.2. Peso Vivo (PV)

Grafica 2. Ilustra la evolución del Peso Vivo (PV)

Promedio (en libras) alcanzado por los bovinos en los grupos Sculptor y Control a lo largo de los tres momentos de pesaje realizados.



Gráfica 2. Evolución del Peso Vivo (PV) en libras (lb) a lo largo del tiempo, comparando el grupo suplementado con Sculptor frente al grupo Control.

Esta figura es crucial para visualizar el impacto acumulado del suplemento a través del tiempo. El análisis de la gráfica revela que en el pesaje 1, ambos grupos iniciaron el estudio con pesos

vivos promedio virtualmente idénticos (aproximadamente 520 lb). Este punto de partida uniforme es fundamental, ya que valida el proceso de aleatorización inicial y asegura que cualquier diferencia observada posteriormente sea atribuible al efecto del tratamiento. A partir del primer pesaje, se observa una divergencia progresiva en la acumulación de peso entre los grupos. En el pesaje 2, el grupo Sculptor (≈ 575 lb) se separó ligeramente del Control (≈ 560 lb). Esta tendencia se acentuó en el pesaje final, donde el grupo Sculptor alcanzó el mayor Peso Vivo promedio (≈ 595 lb), estableciendo una brecha visible respecto al grupo Control (≈ 580 lb).

La diferencia acumulada en el Peso Vivo final es la consecuencia directa de una mayor Ganancia Diaria de Peso (GDP) sostenida en el grupo suplementado. La figura confirma que el suplemento Sculptor optimizó la tasa de crecimiento de los animales a lo largo de todo el ciclo de engorde, lo cual se traduce en un mayor Peso Vivo final y respalda la conclusión de que el tratamiento fue efectivo.

El análisis estadístico se centró en evaluar el Peso Vivo (PV) final alcanzado por los bovinos. Los resultados descriptivos mostraron una ventaja numérica para el grupo suplementado con Sculptor, el cual alcanzó una media de PV final de 781.93 lb, superando al grupo Control, que finalizó con 730.00 lb.

Para contrastar la hipótesis de que el suplemento provocó un efecto significativo, se aplicó la Prueba t de Welch (cuadro 5). El análisis arrojó un valor p de 0.403. Puesto que este valor es mayor que el nivel de significancia preestablecido ($\alpha = 0.05$), se falla en rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que la diferencia de 51.93 lb en el Peso Vivo final promedio entre los grupos no es estadísticamente significativa.

Cuadro 5. Prueba t de Welch para la comparación de medias del Peso Vivo (PV) final.

Prueba T para Muestras Independientes

		Estadístico	gl	P
Peso Vivo Final	T de Welch	0.248	22.9	0.403

Nota. $H_a \mu_{\text{Sculptor}} > \mu_{\text{Control}}$

Aunque el resultado no alcanzó el umbral de significancia estadística, la diferencia observada de 51.93 lb a favor del grupo Sculptor sí indica una tendencia positiva y una relevancia productiva que no puede ignorarse. La literatura de soporte sugiere que la superioridad numérica es plausible, ya que el mecanismo de acción de los componentes bioactivos, como la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, optimiza el funcionamiento ruminal, lo cual potencia la síntesis de proteína microbiana y mejora la eficiencia alimenticia (Santana, 2021). Es probable que la falta de significancia estadística se deba a factores limitantes como el tamaño de la muestra o la duración del ensayo, que pudieron haber reducido la potencia del estudio para detectar una diferencia real existente.

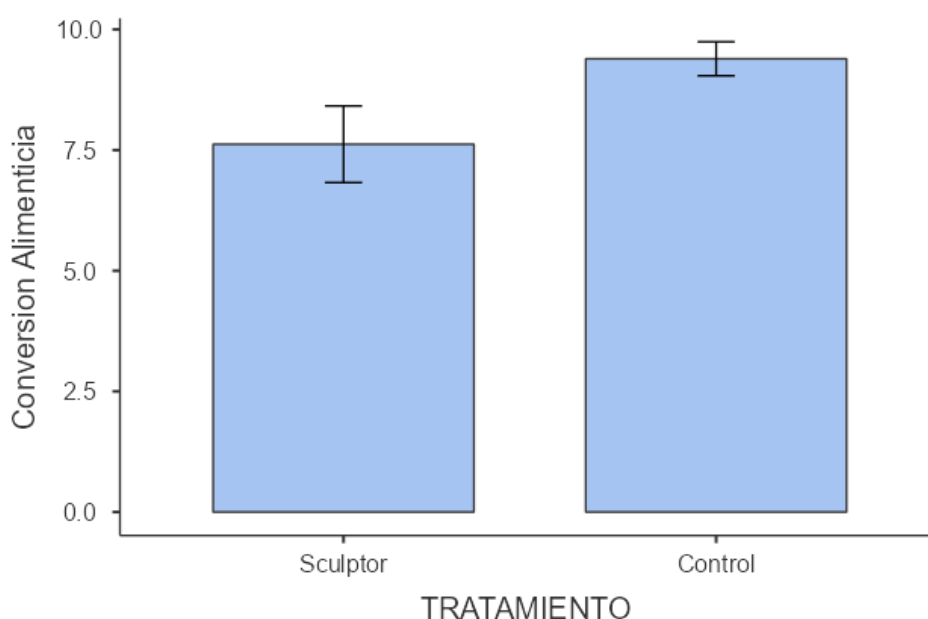
El hecho de que el grupo Sculptor haya logrado un PV final 51.93 lb más alto es un resultado que, aunque no estadísticamente probado en este estudio, se alinea con el rendimiento que se busca en la industria. Este aumento es el producto de una mayor Ganancia Diaria de Peso (GDP), la cual debe ser comparada con la literatura regional para contextualizar el potencial del suplemento. Por ejemplo, mientras que los bloques nutricionales reportan ganancias menores (Juárez, 2021), la tendencia de Sculptor se acerca a las metas de rendimiento más altas. En un contexto comercial, alcanzar un mayor Peso Vivo final representa un aumento directo en la cantidad de producto cárnico comercializado, lo que podría justificar el uso del suplemento si se confirma la significancia en estudios con mayor replicación.

6.3. Conversión Alimenticia (CA)

Grafica 3. Ilustra el Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Promedio para los grupos de tratamiento. El ICA es un indicador directo de la eficiencia con la que los animales convierten el alimento en Ganancia Diaria de Peso (GDP).

El análisis descriptivo de la gráfica muestra que el grupo suplementado con Sculptor presentó un ICA promedio de 7.62. En contraste, el grupo Control registró un ICA promedio de 9.39. Esta diferencia indica que el grupo Sculptor requirió 7.62 libras de alimento para ganar una libra de peso, mientras que el grupo Control necesitó 9.39 libras de alimento para lograr la misma ganancia.



Grafica 3. Comparación del Índice de Conversión Alimenticia (ICA) promedio por grupo de tratamiento.

El índice de conversión alimenticia descriptivamente mostró una fuerte tendencia favorable para el grupo suplementado con Sculptor (Media = 7.62), el cual requirió significativamente menos alimento por libra de peso ganado que el grupo Control (Media = 9.39). Sin embargo, al aplicar la Prueba t de Welch (cuadro 6), el resultado arrojó un valor p de 0.972. Puesto que este valor es considerablemente mayor que el umbral de significancia ($\alpha = 0.05$), se concluye que no se detectó una diferencia estadísticamente significativa en el ICA entre los grupos.

Cuadro 6. Prueba t de Welch para la comparación de medias del Índice de Conversión Alimenticia (ICA).

Prueba T para Muestras Independientes

		Estadístico	gl	p
Conversion Alimenticia	T de Welch	-2.04	17.9	0.972

Nota. $H_a \mu_{\text{Sculptor}} > \mu_{\text{Control}}$

A pesar de la falta de significancia estadística, la diferencia numérica de 1.77 puntos es biológica y económicamente relevante. Esta tendencia de mayor eficiencia se alinea con la literatura que respalda el uso de aditivos ruminales (como *Saccharomyces cerevisiae*) para optimizar el funcionamiento ruminal y la absorción de nutrientes (Santana, 2021). En términos prácticos, un ICA inferior es el objetivo primordial en la producción, ya que implica que se necesitan menos recursos para producir una unidad de carne, lo que a su vez se traduce en menores costos de alimentación y una mayor rentabilidad potencial para el productor (Zavala, 2025). La falta de significancia podría atribuirse a la variabilidad intrínseca en la respuesta individual de los animales o a la limitación del tamaño de la muestra, sugiriendo la necesidad de estudios futuros con mayor potencia estadística.

6.4. Análisis económico

Dentro del análisis económico, se evaluó el Costo de Suplementación como un costo variable directo. El suplemento Sculptor fue administrado a una dosis de 100 g/animal/día durante un periodo de 57 días a un total de 14 animales, lo que resultó en un consumo total de 79 kg para el grupo de tratamiento. Con base en el precio unitario del producto, el costo total incurrido por la suplementación fue de L 2,626.75. Al prorratear este costo entre los 14 animales del grupo, el costo de la inversión por unidad experimental (el Costo por animal) se estableció en L187.00.

La rentabilidad del suplemento se determinó mediante la Relación Beneficio/Costo (B/C). Para este cálculo, se utilizó como referencia un precio de L 32.00 por libra de Peso Vivo (PV). La rentabilidad por animal se basó en una ganancia neta de 51.93 lb de PV adicional obtenida por el grupo Sculptor sobre el grupo Control. Al valorizar esta ganancia, el Beneficio por Ganancia de Peso (BGP) por animal se estimó en L 1,661.76. Finalmente, la Relación B/C fue de 8.89. Este valor es superior a 1, lo que indica que el beneficio económico generado por el peso adicional superó el costo de la inversión en el suplemento en 8.89 veces, confirmando la viabilidad económica del tratamiento.

El Análisis de Costo-Beneficio (ACB) demostró que la inversión en el suplemento Sculptor es altamente rentable, incluso cuando la diferencia en el Peso Vivo final ($p=0.403$) y el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) ($p=0.972$) no alcanzó la significancia estadística. La inversión de L 187.00 por animal generó un Beneficio por Ganancia de Peso (BGP) de L 1,661.76, resultando en una Relación Beneficio/Costo (B/C) de L. 8.89.

VII. CONCLUSIONES

Se determinó que la suplementación con Sculptor tuvo un efecto estadísticamente significativo en el desempeño productivo. El grupo suplementado alcanzó una Ganancia Diaria de Peso (GDP) promedio de 1.82 lb/día, superando al grupo Control (1.38 lb/día). Este contraste fue validado por la Prueba t de Welch ($p = 0.006$), confirmando que la GDP es superior en los animales que recibieron el suplemento. Se concluye que el uso de Sculptor es efectivo para optimizar la tasa de crecimiento diaria de bovinos en el sistema semi-estabulado.

La comparación de la eficiencia alimenticia y del Peso Vivo (PV) final no arrojó diferencias estadísticamente significativas. Específicamente, el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) no fue significativo ($p=0.972$), a pesar de que el grupo Sculptor presentó una tendencia numérica más favorable (ICA de 7.62) que el grupo Control (ICA de 9.39). Asimismo, la diferencia de 51.93 lb en el Peso Vivo final tampoco fue significativa ($p=0.403$). Se concluye que, aunque el suplemento induce una marcada tendencia a la eficiencia productiva, la variabilidad intrínseca del ensayo limitó la confirmación estadística de esta superioridad.

El análisis económico demostró que la inversión en el suplemento Sculptor es altamente rentable. La inversión de L 187.00 por animal generó un Beneficio por Ganancia de Peso (BGP) estimado de L 1,661.76. Se concluye que la Relación Beneficio/Costo (B/C) fue de 8.89, lo que establece que, por cada lempira invertida en el suplemento, el productor obtuvo un retorno bruto de L 8.89, validando la viabilidad económica del tratamiento.

VIII. RECOMENDACIONES

Realizar un segundo estudio con un tamaño de muestra mayor y una duración extendida. El objetivo principal de esta investigación de seguimiento debe ser confirmar la significancia estadística de las diferencias observadas en el Peso Vivo Final (PV) y el Índice de Conversión Alimenticia (ICA), ya que la tendencia numérica de $B/C = 8.89$ y la superioridad del ICA son fuertes indicadores de un efecto real que la potencia estadística de este estudio inicial no logró validar.

Dada la alta rentabilidad económica demostrada por la Relación Beneficio/Costo ($B/C=8.89$) y la mejora estadísticamente significativa en la Ganancia Diaria de Peso (GDP), se recomienda la implementación comercial del suplemento Sculptor en sistemas de engorde semi-intensivo. La inversión de L 187.00 por animal es totalmente justificada por el retorno económico proyectado, lo que sugiere que el uso del suplemento debe ser adoptado como una estrategia clave de manejo productivo para maximizar el retorno de la inversión.

Realizar estudios posteriores para evaluar la eficacia del suplemento Sculptor utilizando dietas base de diferente calidad nutricional. Esto permitiría determinar si el mecanismo de acción de la *Saccharomyces cerevisiae* tiene un efecto amplificado en la optimización de la digestión y la eficiencia alimenticia (ICA) bajo condiciones de estrés nutricional, ampliando así el rango de aplicación del producto.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, P. (2023). Suplemento para engorde de ganado (en línea). s.l., s.e. (Técnico). Disponible en <https://ibridgecapital.org/es/suplementos-para-engorda-del-ganado/>.

Araujo, O. 2021. Factores que afectan el consumo voluntario del ganado (en línea). 2021 . Disponible en <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/estos-son-los-factores-que-afectan-el-consumo-voluntario-del-ganado>.

Chavarria, A. (2023). Cadena productiva de carne bovina en el estado de Jalisco, México (en línea). Jalisco, México, CATIE. 52 p. (Técnico). Disponible en <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2690/BCO23119362e.pdf?sequence=1>.

Cooke, R. 2022. Impacts of stress-induced inflammation on feed intake of beef cattle (en línea). . Disponible en <https://www.frontiersin.org/journals/animal-science/articles/10.3389/fanim.2022.962748/full>.

Fuentes, K. 2022. Saccharomyces cerevisiae: Una nueva alternativa como suplemento alimenticio en el ganado (en línea). Revista Milenaria de ciencia y arte . Disponible en <https://milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/article/view/230>.

Hershberger, U. (2023). Cómo hacer alimento para ganado de engorde (en línea). s.l., s.e. (Técnico). Disponible en <https://guiadegranja.com/como-hacer-alimento-ganado-engorde/>.

Arronis, V. (2020). Recomendaciones sobre sistema semi-intensivo de producción de carne (en línea). s.l., Ministerio agrícola y ganadero de Costa Rica. 38 p. (Técnico). Disponible en <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L01-8321.pd>.

_____. 2022. Suplementación mineral en fincas ganaderas (en línea). . Disponible en <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Av-2069.pdf>.

Morales, C. 2020. Sistema de producción animal I. s.l., s.e., vol.I.

Osuna, A. 2020. Glicerol como suplemento alimenticio y su respuesta en bovinos (en línea). . Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/437/43764233029/html/>.

Pérez, L. (2024). Aspectos que inciden sobre el rendimiento en canal del ganado (en línea). s.l., s.e. (Técnico). Disponible en <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/aspectos-que-inciden-sobre-el-rendimiento-en-canal-del-ganado>.

_____. (2024). Consideraciones sobre el rendimiento en canal del ganado de engorda (en línea). s.l., s.e. (Técnico). Disponible en <https://www.ganaderia.com/destacado/consideraciones-sobre-el-rendimiento-en-canal-del-ganado-de-engorda>.

Rodríguez, L; Arroyo, C. 2020. Efecto de suplementos minerales e inyectables en el desarrollo morfológico de las novillas (en línea). . Disponible en <https://www.google.com/url?q=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8113240.pdf&sa=D&source=docs&ust=1747798092112287&usg=AOvVaw1ie27VrDSABtWSye9svEaL>.

Rodríguez, L; Gómez, M. 2020. El uso de levadura de cerveza como alimento de ganado bovino (en línea). . Disponible en <https://www.google.com/url?q=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8113240.pdf&sa=D&source=docs&ust=1747798092112287&usg=AOvVaw1ie27VrDSABtWSye9svEaL>.

SAG. 2020. Memoria institucional (en línea). . Disponible en <https://sag.gob.hn/wp-content/uploads/2024/06/2020-Memoria-SAG-2020.pdf>".

Santana, M. 2021. Alimentación estratégica de bovinos de ceba en el valle del Sinú, Córdoba, Colombia (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://www.agrosavia.co/media/12169/ver_documento_36936-1.pdf.

Triminio, A. (2020). Pastoreo racional Voisin (PVR) como un sistema de producción sostenible (en línea). s.l., Zamorano. 38 p. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c2be350c-ffee-4653-9d7d-1c87ea605729/content>.

Zavala, R. (2025). Análisis de conversión alimenticia en diferentes especies pecuarias (en línea). s.l., s.e. (Técnico). Disponible en <https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/analisis-comparativo-de-la-conversion-alimenticia-en-diferentes-especies-pecuarias-implicaciones-para-la-industria/#:~:text=La%20conversi%C3%B3n%20alimenticia%20mide%20la,bajo%20indica%20una%20mayor%20efic>.

X. ANEXOS

Anexo 3. Reconocimiento de finca, animales y instalaciones



Anexo 4. Areteado y selección de grupos



Anexo 5. Pesaje de grupos reconocimiento de equipo (bascula)



Anexo 6. Secado de pasto en horno proceso de preparación para laboratorio



Anexo 7. Recolección de pasto para análisis bromatológico



Anexo 8. Pesaje de basto para análisis bromatológico

