



EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SILO DE NARANJA (*Citrus x sinensis* 'Valencia') EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA EN LA FINCA EL PALMAR.

Sergio Anzola Velásquez

ID: 737962

Estefanía Vásquez Benjumea

ID:728653

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Orinoquía

Sede Villavicencio (Meta)

Programa Ingeniería Agroecológica

abril de 2024

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SILO DE NARANJA (*Citrus x sinensis* 'Valencia') EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA EN LA FINCA EL PALMAR.

Sergio Anzola Velásquez

ID: 737962

Estefanía Vásquez Benjumea

ID:728653

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Agroecológico

Asesora: Viviana Andrea Pulido Cardona

Médico Veterinario

Msc. Agronegocios

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Orinoquía

Sede Villavicencio (Meta)

Programa Ingeniería Agroecológica

Mayo de 2024

DEDICATORIA

A nuestros padres, fuente inagotable de amor y apoyo, cuyo sacrificio y dedicación han sido nuestra mayor inspiración. A nuestra familia y amigos, por su aliento constante y comprensión inquebrantable. A nuestros profesores y asesora Viviana Andrea Pulido Cardona, quienes han iluminado nuestro camino académico con su sabiduría. Esta tesis está dedicada a todos aquellos que han sido pilares en nuestras vidas, guiándonos con paciencia y alentándonos a alcanzar nuestras metas. Su contribución ha sido invaluable, y este logro es también ustedes. ¡Gracias por ser nuestra fuente de fortaleza y motivación a lo largo de este viaje!

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos expresar nuestro profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de investigación.

En primer lugar, agradecemos a nuestra asesora Viviana Andrea Pulido Cardona por su orientación experta, paciencia y apoyo constante. Sus valiosos consejos y retroalimentación fueron fundamentales para dar forma y mejorar este proyecto.

Agradecemos también a nuestros docentes de la facultad de Ingeniería Agroecológica por brindarnos una educación sólida y estimulante que ha sentado las bases para este logro académico.

Un agradecimiento especial a la universidad Minuto de Dios por proporcionar un entorno académico excepcional y recursos que han enriquecido nuestra experiencia educativa. La infraestructura, las oportunidades de investigación y la calidad de la enseñanza han sido fundamentales para nuestro crecimiento académico.

No podemos pasar por alto el apoyo incondicional de nuestras familias. Su aliento moral y comprensión fueron nuestro refugio durante los desafíos de esta etapa académica.

Finalmente, agradecemos a todos aquellos que, de una u otra manera, contribuyeron a este proyecto. Este logro no hubiera sido posible sin la colaboración y el apoyo de cada uno de ustedes.

Gracias por ser parte fundamental de este viaje académico y por enriquecer nuestra experiencia universitaria de maneras inimaginables.

CONTENIDO

Resumen.....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
CAPÍTULO I	110
1 PROBLEMA.....	110
1.1 Planteamiento del problema.....	110
1.2 Pregun ^a problema.....	110
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.3.1 Objetivo general.....	11
1.3.2 Objetivo específicos.....	11
CAPÍTULO II	132
2 MARCO DE REFERENCIAS.....	132
CAPÍTULO III.....	165
3 METODOLOGÍA	165
3.1 Ubicación geográfica del proyecto	15
Imagen 1: Finca El Edén, San Luis de Cubarral (Recolección de la materia prima).....	15
Imagen 2: Finca el Palmar, Vereda la Suria, Villavicencio, Meta (Lugar de estudio).....	15
3.2 Materiales y Métodos.....	165
3.2.1 Recolección de la materia prima.....	165
3.2.2 Elaboración del silo de Naranja	176
3.2.3 Análisis bromatológico.....	16
Figura 3: Resultados análisis bromatológico del silo de naranja.....	17
3.2.4 Almacenamiento	187
3.2.5 Población.....	198
3.2.6 Identificación del grupo testigo y grupo experimental	19
3.2.7 Suministro del silo al grupo experimental	19
3.2.8 Análisis de calidad de leche.....	20
3.2.9 Análisis estadístico descriptivo.....	21

CAPÍTULO IV.....	22
4.RESULTADOS.....	22
4.1 Producción de leche.....	22
Figura 4: Producción total de leche del grupo experimental como del grupo testigo.....	22
Figura 5: Producción de leche diaria del grupo experimental.....	23
Figura 6: Producción de leche diaria del grupo testigo.....	24
4.1.1 Proteína.....	25
Figura 7: Datos sobre el contenido de proteína del grupo experimental.....	25
Figura 8: Datos sobre el contenido de proteína del grupo testigo.....	26
4.1.2 Grasa.....	26
Figura 9: Datos sobre el contenido de grasa del grupo experimental.....	27
Figura 10: Datos sobre el contenido de grasa del grupo testigo.....	27
4.1.3 Solidos totales.....	28
Figura 11: Datos sobre el contenido de solidos totales del grupo experimental.....	28
Figura 12: Datos sobre el contenido de solidos totales del grupo testigo.....	28
4.2 Palatabilidad.....	29
4.3 Tabla de costos de alimentación.....	30
CAPÍTULO V.....	31
5. DISCUSIÓN.....	32
CAPÍTULO VI.....	34
6. CONCLUSIÓN.....	34
CAPÍTULO VII.....	35
7. SUGERENCIAS.....	35
CAPÍTULO VIII.....	36
8. REFERENCIAS.....	36

Resumen

La finca "El Palmar" es un agroecosistema integral, fusionando diversas prácticas agrícolas y pecuarias con el claro propósito de promover la sostenibilidad ambiental y generar recursos económicos de manera equitativa. Dentro del propósito de este proyecto, se realiza una estrategia innovadora que buscan no solo optimizar los procesos, sino también impulsar soluciones estratégicas.

En este contexto, se planea la implementación de un suplemento alimenticio, el cual es a base del silo de Naranja Valencia (*Citrus x sinensis* 'Valencia'). Este método diferente implica un cuidadoso proceso de fermentación anaeróbico, utilizando tanto la cáscara como la pulpa de la fruta. Esta propuesta está dirigida principalmente al ganado bovino de leche, siendo una elección estratégica para influir directamente en la producción láctea.

El objetivo fundamental de esta iniciativa es llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la efectividad de este suplemento alimenticio, analizando en profundidad su repercusión directa en la producción lechera de los animales. Se busca, así, ir más allá de las prácticas convencionales, explorando alternativas que no solo sean sostenibles desde el punto de vista ambiental, sino que también ofrezcan mejoras significativas en la rentabilidad para los productores lecheros.

Este proyecto, por ende, no se limita a una visión aislada de la sostenibilidad; va más allá al abordar problemáticas específicas que enfrentan los productores lecheros en el trópico bajo, especialmente en situaciones climáticas adversas. Al proporcionar una solución nutricional viable, se aspira a ser un faro de esperanza en la búsqueda de estrategias resilientes y eficientes que puedan contrarrestar los desafíos climáticos y, al mismo tiempo, fortalecer la economía de los involucrados en la cadena productiva lechera.

Palabras clave: Bovinos, lácteos, productividad, silo, sostenibilidad.

Abstract

The El Palmar estate is a comprehensive agroecosystem that integrates various agricultural and livestock practices with the clear purpose of promoting environmental sustainability and generating economic resources equitably. Within the scope of this project, an innovative strategy is implemented to not only optimize processes but also drive strategic solutions.

In this context, the implementation of a food supplement is planned, which is based on the silo of Valencia Orange (*Citrus x sinensis* 'Valencia'). This unique method involves a careful anaerobic fermentation process, utilizing both the peel and pulp of the fruit. This proposal is primarily aimed at dairy cattle, representing a strategic choice to directly influence milk production.

The fundamental objective of this initiative is to conduct a comprehensive evaluation of the effectiveness of this food supplement, analyzing in-depth its direct impact on the milk production of the animals. The goal is to go beyond conventional practices, exploring alternatives that are not only sustainable from an environmental perspective but also offer significant improvements in profitability for dairy producers.

This project, therefore, does not limit itself to an isolated vision of sustainability; it goes further by addressing specific challenges faced by dairy producers in the tropical lowlands, especially in adverse climatic conditions. By providing a viable nutritional solution, it aspires to be a beacon of hope in the search for resilient and efficient strategies that can counteract climate challenges and, at the same time, strengthen the economy of those involved in the dairy production chain.

Keywords: Cattle, dairy, productivity, silo, sustainability.

Introducción

Según Cabrera et al (2020) En los años recientes, debido al creciente interés en el medio ambiente por parte de la sociedad, es fundamental que la agroindustria tome en cuenta las cuestiones ecológicas y fomente un crecimiento consciente de la responsabilidad social, evitando producir a expensas del planeta y optando por métodos sostenibles. Sin embargo, Cury et al (2017) indican que la gestión inadecuada de los residuos agroindustriales, debido a la escasez de opciones viables desde una perspectiva económica, social y nutricional, junto con la falta de conciencia ambiental, resulta en la contaminación de los recursos naturales esenciales, como el suelo, el agua y el aire. En este sentido, se han investigado las propiedades nutricionales de los residuos agroindustriales para su uso en la elaboración de alimento para animales. La táctica más efectiva para lograr una mayor productividad es implementar un plan de suplementación alimentaria, empleando los recursos materiales, humanos y económicos disponibles. Así mismo, es importante tener en cuenta que la decisión de incorporar suplementos implica un gasto extra para los productores; por lo tanto, es necesario priorizar aquellos que ofrecen el mayor rendimiento productivo y económico. (Cabrera et al, 2020)

En la ganadería, como en cualquier tipo de producción pecuaria, es crucial mantener a los animales alimentados durante todo el año. Por ello, la introducción de suplementos en la alimentación animal ha sido una herramienta esencial en condiciones ambientales adversas, como el verano, cuando no hay suficiente alimento. Los ensilajes se han realizado principalmente con forrajes, pero también existen estudios que señalan que se pueden utilizar subproductos de cosechas y alimentos no convencionales para reducir costos y riesgos para la calidad nutricional de los alimentos proporcionados al ganado. (Carrillo et al, 2019)

El interés creciente en el uso de desechos cítricos (citropulpa) como alternativa en la producción de alimento concentrado para animales se debe al incremento en los precios de los granos, que son más costosos para consumo humano y producción de biocombustibles. La citropulpa puede reemplazar entre el 40 y 45% del maíz, disminuyendo así los costos en el manejo de residuos y la alimentación animal. (Mira, 2020).

CAPÍTULO I

1 PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En la finca El Palmar, el desafío se presenta en la dieta de los bovinos de producción lechera, que no cumple con los requerimientos nutricionales necesarios. Las condiciones climáticas adversas dificultan el crecimiento adecuado de las pasturas, afectando la base alimentaria de estos animales. El aumento de la actividad solar incide en un mayor gasto de energía, lo que podría ser un factor que limita el valor nutritivo de su dieta basada en el pastoreo.

Ante este escenario, surge la investigación con el objetivo de desarrollar un silo a base de Naranja Valencia como suplemento alimenticio. Este enfoque busca no solo aumentar la producción, sino también abordar las deficiencias nutricionales de la dieta tradicional. La elaboración del silo permite aprovechar los residuos cítricos, generando un uso eficiente de este recurso y brindando beneficios en reducción de costos para productores ganaderos, tanto a gran escala como a pequeña escala.

El principal propósito de esta investigación es garantizar una alimentación adecuada que cumpla con los principios del bienestar animal, asegurando que los animales vivan libres de hambre, sed y desnutrición a lo largo de todo el año. Además, se busca promover la sustentabilidad y el desarrollo del sector ganadero, ofreciendo una alternativa nutricional efectiva para mejorar la producción y el rendimiento de los bovinos de producción lechera en la finca El Palmar de Villavicencio, Meta.

1.2 Pregunta problema

¿De qué manera influye el silo de Naranja Valencia (*Citrus x sinensis* 'Valencia') en la producción de leche bovina en la finca El Palmar?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar el efecto de la inclusión del ensilaje de naranja (*Citrus x sinensis* 'Valencia') sobre la producción de leche bovina en la finca El Palmar.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la producción de leche en litros de los bovinos suplementados con silo de naranja en comparación con las que consumen su dieta tradicional de la finca El Palmar.
- Observar la palatabilidad de los bovinos suplementados durante el periodo experimental.
- Estimar costos de alimentación del ensilaje de naranja como suplemento en la producción bovina de leche.

CAPÍTULO II

2 MARCO DE REFERENCIAS

La producción de leche en Colombia es significativa, alcanzando aproximadamente 6717 millones de litros al año. El procesamiento de la leche se divide en diferentes categorías: el 48% es realizado por grandes transformadoras de lácteos, el 30% es comercializado por intermediarios y utilizado en la industria de panadería, repostería y pizzerías en ciudades medianas y pequeñas, el 13% se procesa en finca y se vende como leche cruda y queso fresco, y el 9% se destina a la alimentación de terneros o es consumido por los productores (Carulla y Ortega, 2016).

El progreso de la actividad lechera es crucial para el sector agropecuario colombiano, ya que se posiciona como uno de los principales pilares de la producción agrícola del país. A pesar de contar con renglones como el café, las flores o la caña de azúcar, que incluso reciben más apoyo institucional, el desarrollo de la actividad lechera sigue siendo de vital importancia. Esto se debe a su relevancia económica y al impacto que tiene en la generación de empleo en el sector agropecuario. (Baez, 2021).

Por otro lado, las condiciones climáticas de Colombia favorecen la producción de cítricos, especialmente en regiones donde se estima que hay más de 58 mil hectáreas destinadas a este cultivo. La producción anual supera las 750 mil toneladas, lo que representa el 24% de los empleos directos en el sector frutícola del país. La cosecha principal se realiza entre mayo y julio, seguida de una cosecha secundaria en octubre y diciembre. Cabe destacar que se generan aproximadamente 20 millones de toneladas de residuos de la agroindustria de los cítricos al año. (Baez, 2021).

Según afirma Carmona (2017), El género Citrus, conocido comúnmente como cítricos, abarca especies de arbustos perennes de gran tamaño o pequeños árboles, con alturas que varían entre 5 y 15 metros. Estas plantas producen frutos con un elevado contenido de vitamina C y ácido

cítrico, los cuales les confieren su distintivo sabor ácido. Originario de las regiones tropicales y subtropicales de Asia, este género está compuesto por tres especies principales y una variedad considerable de híbridos cultivados. Las frutas más comercializadas son el limón, la naranja, la lima, el pomelo y la mandarina, todas ellas con múltiples variedades adaptadas a las condiciones específicas de cultivo de cada región.

Tal como lo expresan Zamora et al. (2019), La pulpa fresca de naranja se caracteriza por su contenido rico en carbohidratos y alto en agua, mientras que posee bajos niveles de proteínas, grasas y minerales. Por otro lado, la cáscara de la naranja exhibe una composición nutricional distinta, siendo especialmente rica en proteínas, grasas y minerales. Tanto la pulpa como la cáscara son fuentes significativas de vitaminas A, B y C. En términos específicos de contenido mineral, la pulpa de naranja presenta 27.3 mg/100 g de calcio, 8.64 mg/100 g de magnesio, 0.38 mg/100 g de zinc, y 16.3 mg/100 g de ácido ascórbico. Fernández (2021) afirma que la pulpa de naranja se distingue por su contenido nutricional, principalmente compuesto de carbohidratos solubles, como los azúcares simples, y componentes estructurales como la hemicelulosa, celulosa y pectina. Estos elementos son fácilmente fermentados en el rumen, lo que estimula la producción de ácido propiónico y ácido acético. A pesar de su potencial energético, la pulpa presenta una baja proporción de proteínas. Sin embargo, su utilización en estado fresco se ve restringida debido a su elevado contenido de agua, superior al 80%, y su variada aceptabilidad, que depende de factores como el tipo de cítrico, el procesamiento industrial de la fruta y si ha sido sometida a procesos de fermentación durante su almacenamiento.

Campos y Arce (2016) expresan que la pulpa de cítricos es altamente degradable en el rumen, provee fibra fermentable y sustratos energéticos, reemplazando las dietas basadas en granos para vacas lecheras y ganado de engorde. Su inclusión en las dietas mejora el contenido de

sólidos totales, proteína y sólidos no grasos en la leche, además de aumentar los niveles de grasa, gracias a la proporción de ácido acético favorecida en el rumen, promoviendo así la síntesis de grasa en la glándula mamaria.

Los pastos y forrajes son fundamentales en los sistemas de producción bovina, pero el alto costo de los insumos ha llevado a la caracterización de todo tipo de alimento útil para los rumiantes. En este sentido, los subproductos agroindustriales y los residuos de cosecha se han convertido en una importante fuente de alimento para la producción de leche y carne, especialmente en zonas donde los forrajes naturales son escasos. (Bermúdez et al, 2015)

En cuanto a la alimentación de bovinos, se ha encontrado que la incorporación de frutos enteros de naranja y subproductos cítricos presenta ventajas significativas. En primer lugar, reduce la dependencia de granos destinados al consumo humano. En segundo lugar, elimina la necesidad de costosos programas de gestión de residuos, ya que se aprovechan como alimento para el ganado. Y, en tercer lugar, ayuda a resolver problemas de competitividad en el sector citrícola al utilizar frutos que no cumplen los estándares de la demanda interna y externa. (Bermúdez et al, 2015)

Para utilizar la naranja en la alimentación animal, se recomienda su conservación y uso en forma húmeda a través del ensilaje. Los principales aportes nutricionales de la naranja para el ganado son los carbohidratos solubles (azúcares simples) y estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectina), los cuales son fácilmente fermentados en el rumen. (Flórez et al, 2020).

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 Ubicación geográfica del proyecto

La investigación se llevó a cabo en la finca El Palmar, situada en la vereda La Zuria, perteneciente al municipio de Villavicencio, Meta. Esta finca se encuentra geográficamente ubicada a $73^{\circ}37'15.17''$ de longitud Oeste y $4^{\circ}3'51.20''$ de latitud Norte, con una altitud de 420 metros sobre el nivel del mar. Las condiciones climáticas en el lugar incluyen una temperatura media de 26°C , una humedad relativa del 77%, y una precipitación anual promedio de 1120 mm, clasificándose como una zona de vida de trópico bajo (IDEAM).



Imagen 1: Finca El Edén, San Luis de Cubarral, Meta. (Recolección de materia prima)
Fuente: Google Earth Pro.

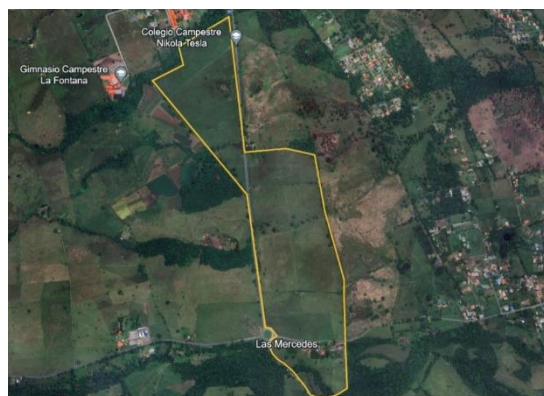


Imagen 2: Finca El Palmar, Vereda La Zuria, Villavicencio, Meta. (Lugar de estudio)
Fuente: Google Earth Pro.

3.2 Materiales y Métodos

3.2.1 Recolección de la materia prima

Los frutos utilizados para este proceso fueron obtenidos de la finca El Edén, ubicada en la vereda El Jujaro del municipio de San Luis de Cubarral, Meta. Estos frutos, en su mayoría se encuentran en buen estado y con un grado de maduración pintón a maduro, fueron transportados posteriormente a la granja agroecológica UNIMINUTO, situada en la vereda Barcelona de Villavicencio, Meta.

3.2.2 Elaboración del silo de Naranja

Se llevó a cabo el proceso de ensilaje utilizando dos bolsas plásticas con capacidad para 40 kg cada una, destinadas a contener 20 kg de frutos de naranja en cada bolsa durante un periodo de 40 días. Para facilitar el consumo a los bovinos, los frutos de naranja fueron cortados en porciones pequeñas. Con el objetivo de acelerar la fermentación, se aplicó una solución de Microorganismos Eficientes (EM) en tres etapas: al inicio del llenado de las bolsas, en la mitad del proceso y al final. Posteriormente, las bolsas fueron selladas y reforzadas para prevenir la entrada de aire.

3.2.3 Análisis bromatológico

Se llevó a cabo un análisis bromatológico del ensilaje de naranja en el Centro de Investigación La Libertad de AGROSAVIA antes de su suministro a la producción lechera bovina en la finca. El objetivo principal de este análisis fue evaluar la calidad nutricional del alimento ensilado. Este estudio proporciona información esencial sobre los componentes nutritivos presentes en el ensilaje, incluyendo proteínas, carbohidratos, grasas, fibras, vitaminas y minerales. Además, permite asegurar la inocuidad del alimento al identificar posibles contaminantes o sustancias indeseables, como micotoxinas u otras toxinas presentes en el ensilaje.

Este análisis detallado resulta esencial para garantizar una alimentación apropiada y equilibrada para la producción lechera. La capacidad de detectar y abordar cualquier contaminación potencial contribuye significativamente a mantener la integridad del alimento suministrado.

DETERMINACION ANALITICA	MÉTODO	UNIDAD	VALOR
Determinación de humedad	ISO 6496:2009 NTC 4888:2000.	g/100g	86.77
Determinación de ceniza	AOAC 942.05, Ed. 21st, 2019.	g/100g	5.58
Determinación de extracto etéreo	AOAC 2003.06, Ed. 21st, 2019.	g/100g	3.35
Determinación de proteína cruda	AOAC 960.52, Ed. 21st, 2019.	g/100g	7.86
Determinación de fibra cruda	GA-R-40	g/100g	15.79
Determinación de fibra detergente neutro	GA-R-38 y GA-R-39	g/100g	25.31
Determinación de fibra detergente ácido	GA-R-38 y GA-R-39	g/100g	18.00
Determinación de celulosa	ISO 13906:2009	g/100g	14.66
Determinación de hemicelulosa	GA-R-38 y GA-R-39	g/100g	7.31
Determinación de lignina	ISO 13906:2009	g/100g	3.34

Figura 3: Resultados análisis bromatológico del silo de naranja.

Fuente: Centro de Investigación La Libertad AGROSAVIA. (2023). *Análisis bromatológico del ensilaje de naranja. Informe No.QA23-005551*. Centro de Investigación La Libertad AGROSAVIA.

3.2.4 Almacenamiento

Las bolsas de silo fueron resguardadas dentro de una caneca de 200 litros, la cual estaba provista de una tapa sellada herméticamente. Este recipiente fue colocado en un lugar fresco y oscuro con el objetivo de prevenir la entrada de roedores u otros animales que pudieran afectar nuestro proceso de ensilaje.

Además, para fortalecer aún más las medidas de preservación, se implementaron controles adicionales para garantizar que las condiciones ambientales dentro de la caneca se mantuvieran óptimas. Se llevó a cabo una supervisión constante para asegurar que la calidad del almacenamiento se mantuviera, protegiendo así la integridad de las bolsas de silo y asegurando un entorno propicio para el éxito del proceso de ensilaje.

3.2.5 Población

Se emplearon ocho vacas adultas, con edades comprendidas entre 5 y 7 años, y con un historial de 3 a 4 partos cada una. Estas vacas se encontraban en un período de lactancia de entre 90 y 150 días. Provenían de cruces entre las razas Brahman, Simmental, Pardo Suizo, Holstein y Charolais, seleccionadas por el dueño de la finca para su proyecto de producción lechera debido a sus características productivas y adaptabilidad. Las hembras fueron distribuidas aleatoriamente en dos grupos de cuatro animales cada uno, garantizando que las variables de edad, número de partos y días de lactancia fueran equitativamente representadas en ambos grupos.

El grupo de testigo fue alimentado conforme a la práctica convencional de la finca, que consistía en pastoreo directo de especies gramíneas *Brachiarias* (*Brachiaria humidicola*, *B. decumbens*), junto con suplementación a través de un concentrado elaborado internamente. Este concentrado estaba compuesto por un 36% de maíz, un 15% de palmiste, un 11% de algodón, un 9% de soya extruida, un 18% de sal y un 11% de melaza. La ración por vaca diaria se fijó en dos kilos y se suministraba durante el ordeño matutino (5:00 a. m.).

En contraste, el grupo experimental recibió una modificación en su dieta diaria mediante la sustitución del 25% del concentrado habitual. A cada vaca se le suministraron 500 gramos de ensilaje de naranja, complementados con 1.500 gramos de un concentrado elaborado en la finca. Esto resultó en un total de 2 kilogramos de alimento diario por animal. Esta estrategia buscó evaluar los efectos del ensilaje de naranja como suplemento dietético, optimizando el uso de recursos locales y potencialmente mejorando la productividad y salud del ganado.

3.2.6 Identificación del grupo testigo y grupo experimental

La identificación de las vacas en los grupos experimental y grupo testigo se realizó mediante la marca ubicada en la región del anca. Las vacas del grupo testigo fueron marcadas con las siguientes identificaciones: 13 NH, 22 AF, 51 RZ y EY6. Así mismo, las bovinas del grupo experimental fueron identificadas con las marcas MC, EY6 NEGRA, EY6 CAFÉ y Y6.

3.2.7 Suministro del silo al grupo experimental

Las bolsas de ensilaje fueron destapadas a los 40 días de fermentación, suministrando 500g diarios a los animales sin un período de acostumbramiento; únicamente se llevó a cabo un período de medición de 32 días. Durante el proceso de ordeño, el material ensilado se dispuso en comederos (canoas de plástico) con el propósito de estimular la producción de leche.

El ensilaje de naranja proporcionado a las vacas se caracterizó por presentar un olor agradable y fresco, una textura óptima para su digestión, y un color natural y uniforme, lo que indicaba un buen estado de conservación. Además, se realizó un análisis visual exhaustivo para garantizar la ausencia de mico toxinas perjudiciales, asegurando que el ensilaje fuera seguro y beneficioso para la salud del ganado. Este cuidado en la selección y preparación del ensilaje contribuyó a la efectividad del suplemento dietético en el grupo experimental, optimizando su bienestar y productividad.

Los datos de producción de leche se registraron diariamente y se recopilaron, organizando la información en tablas diseñadas específicamente para este estudio. La recopilación de datos se realizó mediante diversos procedimientos, abarcando la toma de información como la cantidad de animales por grupo, la cantidad de silo suministrado al grupo experimental, la hora de suministro, los litros de leche producidos diariamente y el análisis de calidad de leche por animal.

3.2.8 Análisis de calidad de leche

Se llevó a cabo un exhaustivo análisis de la calidad de la leche semanalmente en el grupo experimental y testigo. Este proceso se efectuaba tanto de manera global como individual, centrándose en cada vaca participante. Para garantizar la pureza de las muestras, se emplearon tarros de vidrio previamente esterilizados.

Las muestras recopiladas se transportaban al centro de acopio La Catira, situado en el municipio de Restrepo, Meta. Allí, se sometían a un análisis riguroso mediante el uso del equipo de vanguardia MP Lactoscan. Este dispositivo, reconocido por su precisión, es un analizador químico diseñado para evaluar diversos aspectos de la leche, abarcando desde sus componentes básicos hasta sus propiedades físico-químicas.

El MP Lactoscan proporcionaba datos fundamentales para la evaluación de la calidad de la leche, incluyendo el contenido de proteínas, sólidos totales, grasas, nivel de agua, crioscopia y densidad. Cabe destacar que, dentro del alcance de nuestro estudio, nos centramos específicamente en tres parámetros clave: proteína, grasa y sólidos totales. Estos elementos son indicadores cruciales de la calidad nutricional y comercial de la leche, y su análisis detallado permitió una evaluación precisa de la eficacia de los diferentes tratamientos y condiciones experimentales.

3.2.9 Análisis estadístico descriptivo

En cuanto al análisis de los resultados, se decidió llevar a cabo un análisis estadístico descriptivo de los datos recopilados durante el período de muestreo. Este tipo de análisis, según lo señala Cebrián (2009), implica examinar y evaluar los datos obtenidos de una muestra (n) con el fin de describir y resumir las observaciones relacionadas con un fenómeno, suceso o hecho específico, como su nombre lo sugiere.

Para representar gráficamente los datos obtenidos y lograr una comprensión y análisis más profundos, se empleó el método del diagrama de caja y bigotes, como lo explican Flores y Flores (2018). Este método es una herramienta gráfica utilizada para representar las distribuciones de datos, lo que facilita la toma de decisiones y su análisis. Además de ofrecer una representación visual de la distribución de los datos, el diagrama de caja y bigotes también proporciona información sobre la tendencia central mediante la mediana y la dispersión de los datos a través del rango y el rango intercuartil, así como indica la simetría o asimetría de la distribución.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

Luego de realizar el arduo y estricto proceso de experimentación en las vacas, se lograron obtener resultados significativos que contribuirán a comprender el efecto del suplemento en estos animales. Estos hallazgos no solo amplían nuestro conocimiento sobre la nutrición y el bienestar de las vacas, sino que también tienen el potencial de impactar positivamente en la industria ganadera al proporcionar información valiosa para mejorar la salud y la productividad de los animales.

4.1 PRODUCCIÓN LECHE

Durante el período de prueba de 24 días, se observó un aumento significativo en la producción total de leche de las vacas del grupo experimental en comparación con las del grupo testigo. Estos resultados se reflejan claramente en el siguiente gráfico, el cual indica que el grupo experimental tuvo una producción de leche mayor, con un rango de datos entre 26 litros a 38 litros y un promedio de 31,125 litros. En contraste, el grupo testigo registró un rango de datos de 22 litros a 33 litros, con un promedio de producción de 27,70 litros.

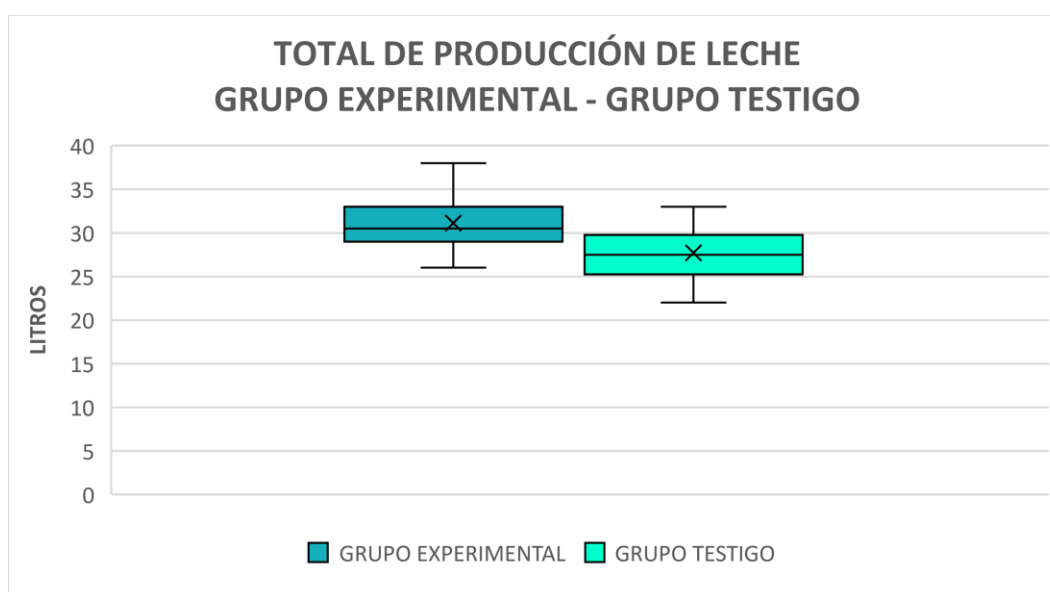


Figura 4. Producción total de leche del grupo experimental como del grupo testigo.

Según la representación gráfica de los resultados obtenidos de la producción diaria de leche de cada vaca del grupo experimental, (**figura 4**) se evidencian los siguientes datos:

- La vaca identificada como MC tuvo un rango de producción entre 6 litros y 10 litros, con un promedio de 7,79 litros.
- La vaca identificada como EY6-3 registró una producción que osciló entre 5 litros y 11 litros, con un promedio de producción de 7,25 litros.
- Para la vaca identificada como EY6-2, la producción varió entre 6 litros y 11 litros, con un promedio de 8,29 litros.
- La vaca EY6-0 tuvo una producción que osciló entre 6 litros y 10 litros, con un promedio de 7,79 litros, destacándose un día en particular con una producción de 13 litros.

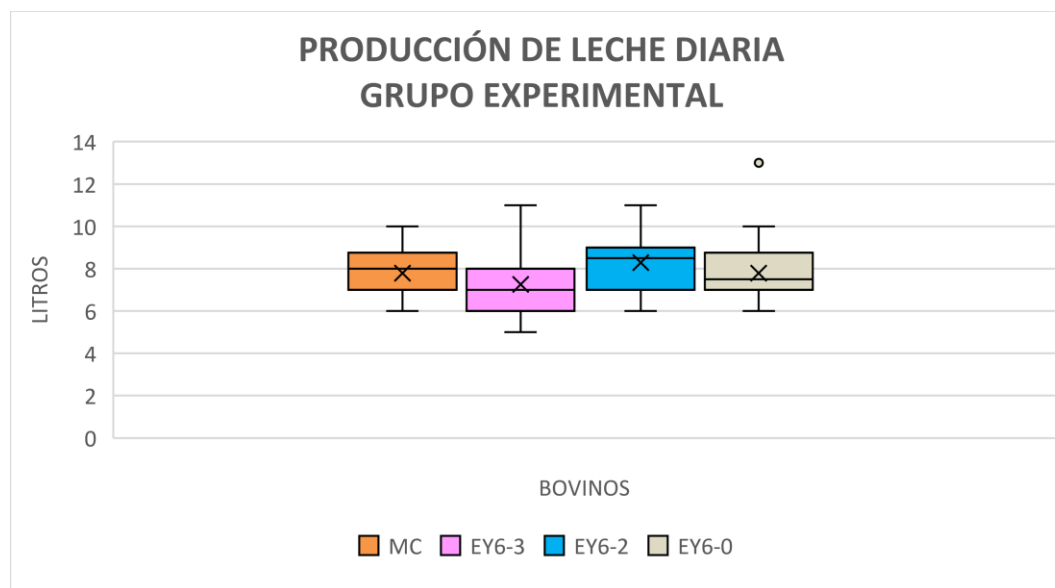


Figura 5. Producción de leche diaria del grupo experimental

En cuanto a la producción diaria de leche de las vacas del grupo testigo se evidencian los siguientes datos representados en la (**figura 5**).

- La vaca identificada como 13 NH tuvo un rango de producción entre 7 litros y 9 litros, con un promedio de 7,91 litros por día. Registró un día con una producción de 6 litros y otro día con 10 litros.
- La vaca identificada como 22 AF tuvo un rango de producción entre 6 litros y 11 litros, con un promedio de 7,5 litros por día. Se destacó un día con una producción de 12 litros.
- La vaca identificada como 51 RZ tuvo un rango de producción entre 5 litros y 8 litros, con un promedio de 6,62 litros por día. Registró un día con una producción de 4 litros y otro día con 9 litros.
- La vaca identificada como EY6-1 tuvo un rango de producción entre 4 litros y 7 litros, con un promedio de 5,66 litros por día. Se registró un día con una producción de 8 litros.

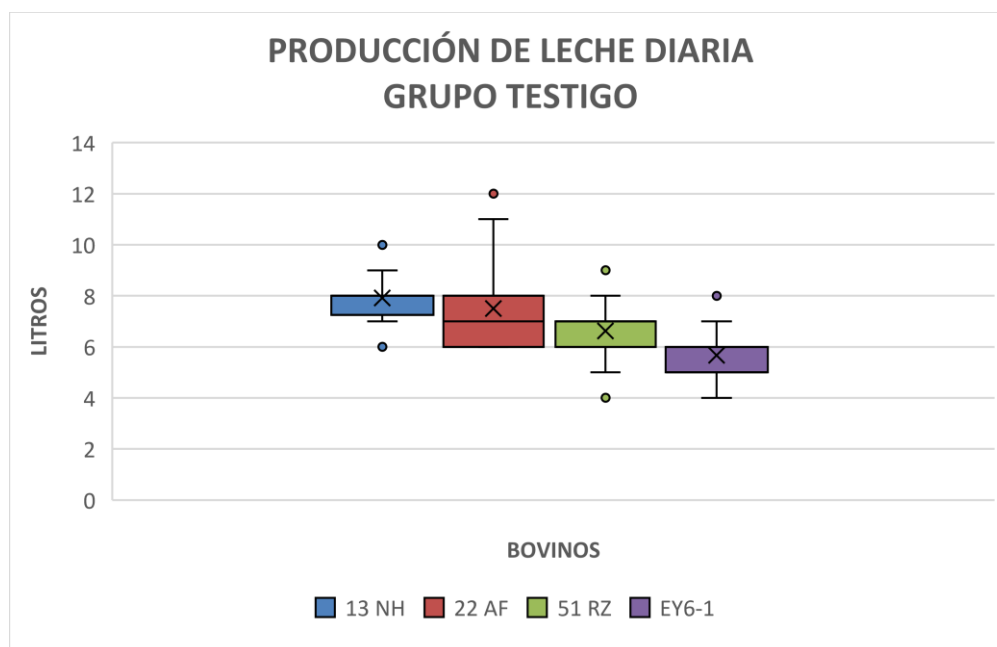


Figura 6. Producción de leche diaria del grupo testigo.

Durante el proceso de experimentación, se llevaron a cabo cuatro análisis de calidad de leche realizados cada semana para evaluar la composición química de la leche en los dos grupos. El objetivo principal era comparar y analizar los valores de proteína, grasa y sólidos totales entre

ambos grupos, buscando identificar cualquier diferencia significativa que pudiera surgir. Este enfoque permitió una evaluación detallada de cómo el suplemento afectaba directamente la composición de la leche, proporcionando datos clave para comprender su impacto en la producción láctea.

4.1.1 PROTEÍNA

Según los resultados de los análisis de la composición química de la leche realizados semanalmente durante los 28 días de prueba, se puede determinar que el grupo suplementado con 500 g diarios mostró una diferencia mínima en comparación con el grupo testigo que recibió la dieta tradicional de la finca El Palmar. Los valores promedio de proteína registrados en el grupo suplementado fueron ligeramente inferiores en comparación con los del grupo testigo.

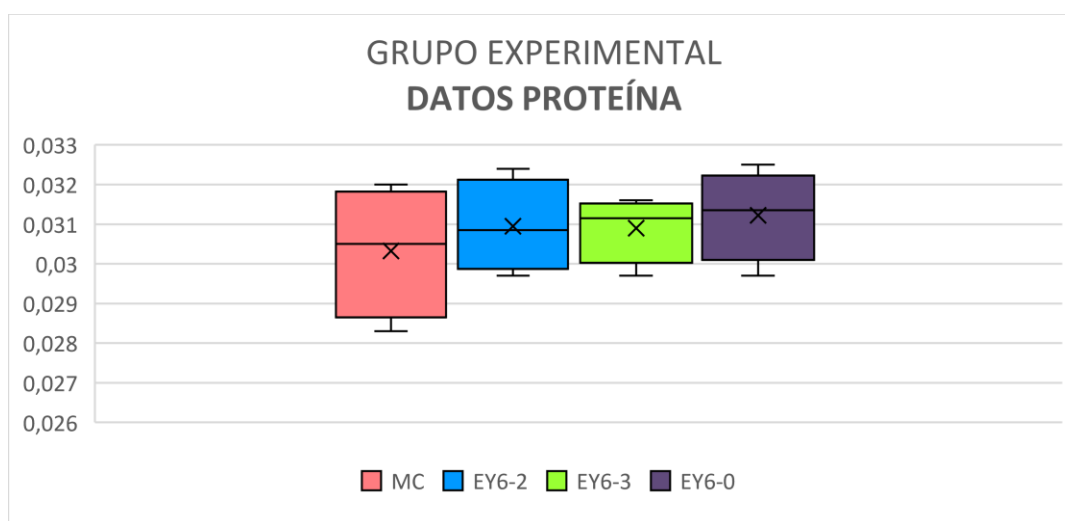


Figura 7. Datos sobre el contenido de proteína del grupo experimental.

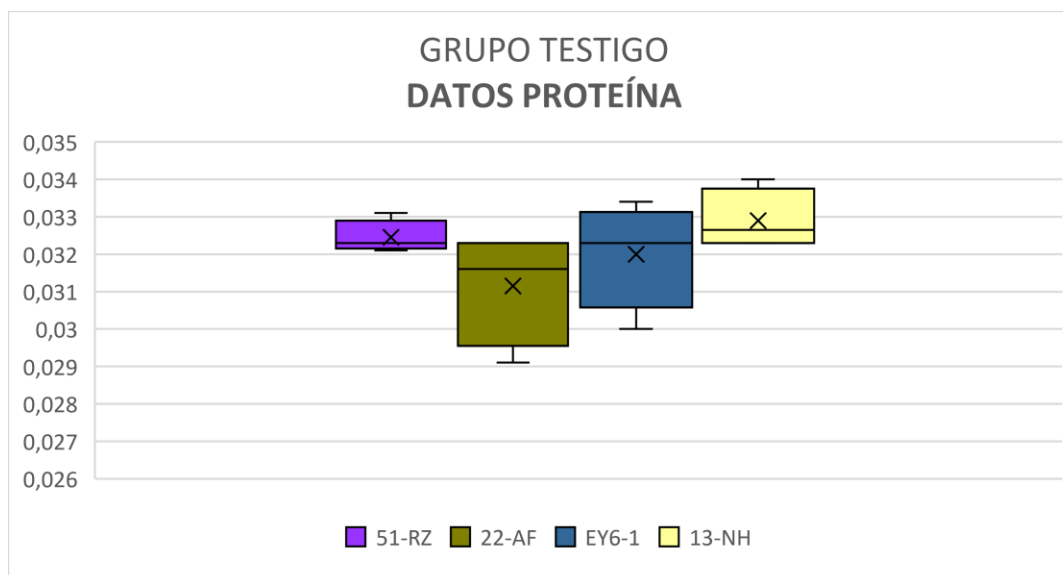


Figura 8. Datos sobre el contenido de grasa del grupo testigo.

Al comparar los gráficos anteriores que representan los datos de los resultados del grupo suplementado frente al grupo testigo, se observa que el rango de datos de las vacas en el grupo testigo es ligeramente menor en comparación con la variabilidad observada en las vacas del grupo experimental. Al analizar el promedio de datos de cada vaca en ambos grupos, se evidencia una ligera disminución en el grupo suplementado. Esta diferencia es mínima y no resulta significativa dado lo pequeño del cambio observado entre los dos grupos.

4.1.2 GRASA

En cuanto a los resultados de grasa del grupo experimental y el grupo testigo, se observó una diferencia significativa en el promedio de datos presentado por el grupo suplementado con 500 g diarios de ensilaje de naranja en comparación con los resultados obtenidos por las vacas del grupo testigo. Esta diferencia es considerable si se considera el amplio rango de datos que se encuentra entre el promedio de cada vaca del grupo experimental y las vacas del grupo testigo.

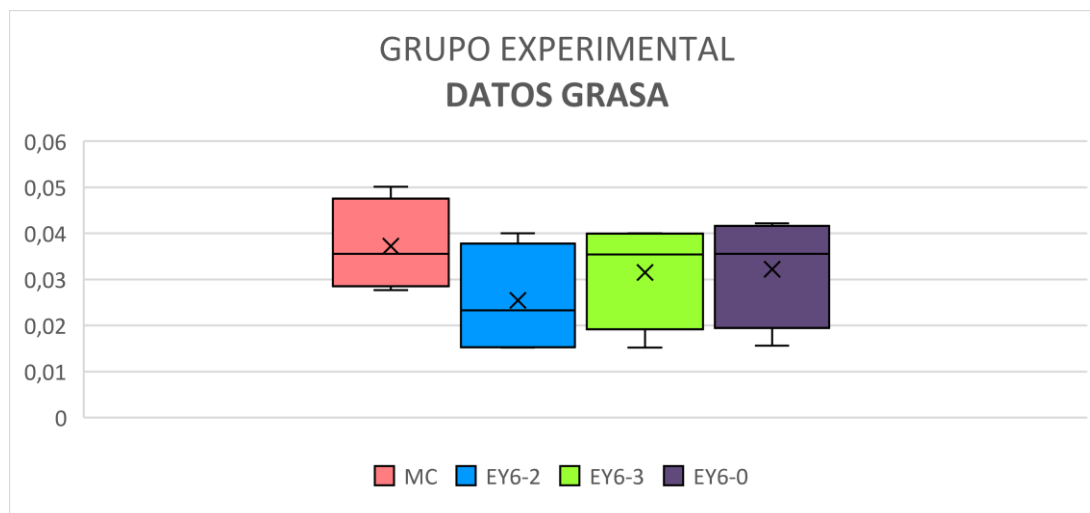


Figura 9. Datos sobre el contenido de grasa del grupo experimental.

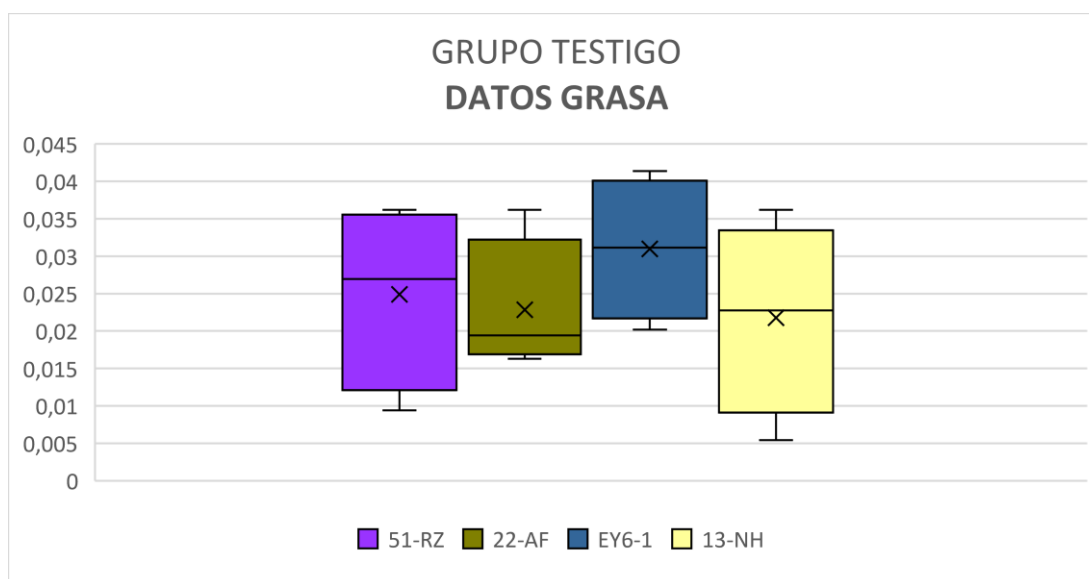


Figura 10. Datos sobre el contenido de grasa del grupo testigo.

De los dos gráficos anteriores, se observa que el rango de datos de las vacas del grupo experimental es más amplio, registrando valores desde 0,015 hasta 0,050, en comparación con las vacas del grupo testigo que obtuvieron valores desde 0,005 hasta 0,041. Por lo tanto, se puede deducir que el promedio de datos de las vacas del grupo testigo es menor en comparación con el registrado por las vacas suplementadas con el ensilaje de naranja, lo que genera un aumento considerable en los índices de grasa de leche de las vacas suplementadas con el ensilaje de naranja.

4.1.3 SÓLIDOS TOTALES

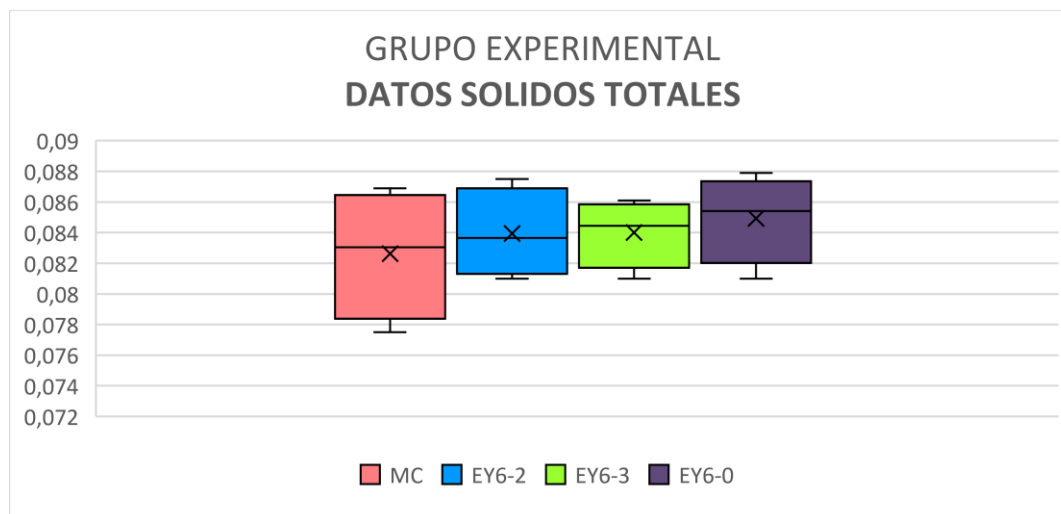


Figura 11. Datos sobre el contenido de solidos totales del grupo experimental.

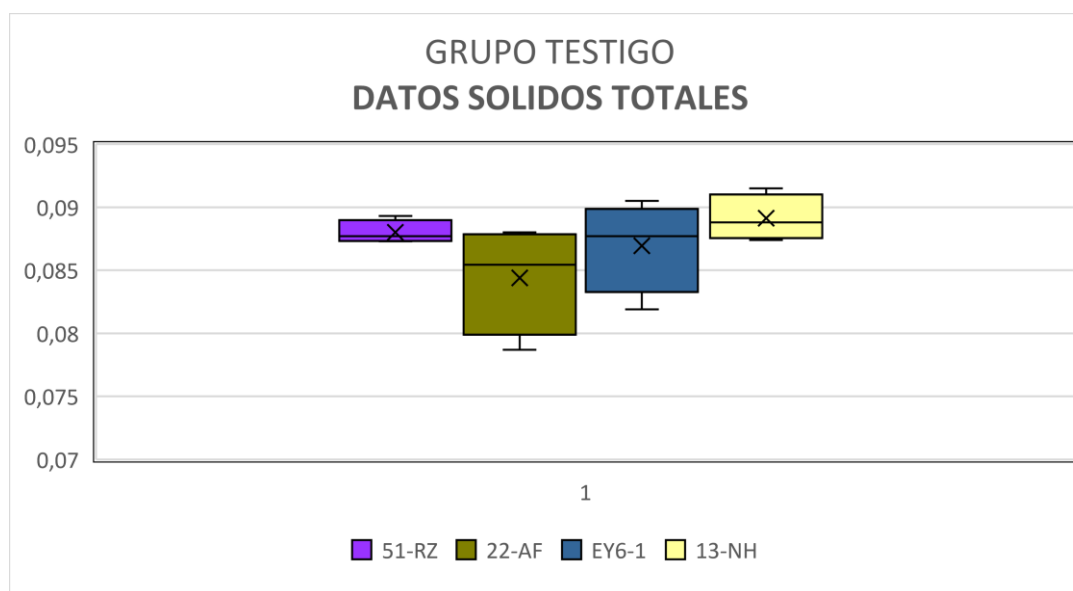


Figura 12. Datos sobre el contenido de solidos totales del grupo testigo

En cuanto a los sólidos totales, se observa una ligera disminución en los resultados promedio del grupo experimental en comparación con el grupo testigo. Esta reducción en la producción de sólidos totales en las vacas del grupo experimental sometidas al tratamiento de

ensilaje puede afectar la calidad de la leche, ya que los sólidos totales son determinantes para la viabilidad de la leche en la transformación en productos lácteos de alta calidad.

4.2 PALATABILIDAD

La evaluación de la palatabilidad se llevó a cabo de manera visual, observando las reacciones de los animales al aproximarse a la canoa donde se depositaba la comida durante el ordeño. En el inicio del experimento, al introducir el ensilaje de naranja como suplemento con una ración diaria de 500 gramos para el grupo experimental, se detectó un cierto grado de rechazo por parte de las vacas al percibir el olor y la textura del nuevo alimento. Ante esta respuesta inicial, se optó por mezclar una pequeña cantidad del ensilaje con el suplemento tradicional de la finca "El Palmar", al cual las vacas estaban familiarizadas y mostraban un claro gusto.

Después de la combinación de ambos alimentos, se observó que las vacas consumieron los 500 gramos de ensilaje sin dificultades, lo que indicó una mejor aceptación del nuevo alimento. En el segundo día del experimento, se repitió la estrategia de mezclar el ensilaje con el suplemento tradicional, pero en esta ocasión, las vacas no mostraron ningún rechazo al suplemento y lo consumieron sin problemas durante el proceso de ordeño.

El tercer día se implementó un cambio en la estrategia, ofreciendo únicamente el ensilaje de naranja sin mezclarlo con el suplemento tradicional. Para nuestra satisfacción, las vacas demostraron un claro gusto por el sabor y la textura del ensilaje, evidenciando una aceptación plena del nuevo alimento.

En los días siguientes de prueba con el ensilaje, se observó un aumento en el apetito de las vacas por el suplemento. Incluso durante el manejo, las vacas mostraban un evidente entusiasmo y deseo por acercarse al balde con la ración diaria, lo que confirmó la efectividad y la aceptación

positiva del ensilaje de naranja como suplemento alimenticio para las vacas del grupo experimental. Este comportamiento respalda la viabilidad del ensilaje de naranja como una opción nutricional beneficiosa para las vacas de producción lechera.

4.3 TABLA COSTOS DE ALIMENTACIÓN

Tabla 1

Tratamiento	Costo producción del suplemento por kilo	Costo suplementación por tratamiento	Total litros de leche	Costo suplementación por litro
Testigo	1.000 \$ COP	192.000 COP	665	288,720 \$ COP
Tratamiento	600 \$ COP	178.800 COP	747	239,357 \$ COP

Fuente: Elaboración propia

En términos de rentabilidad, el ensilaje de naranja se destaca como una opción altamente eficiente debido a su menor costo de producción, lo que resulta en una significativa reducción del costo por litro producido. Esta ventaja lo convierte en una alternativa sumamente atractiva durante períodos de escasez de forraje, ya sea por sequía o por la intensidad del clima estival. En estos momentos críticos, donde la disponibilidad de alimento para el ganado se ve notablemente reducida, el ensilaje de naranja emerge como una solución rentable y efectiva para mantener la producción sin comprometer la calidad del producto final.

Además, es importante destacar que esta alternativa no se limita únicamente a los meses de verano. De hecho, su viabilidad y rentabilidad se extienden a lo largo de todo el año. Esto significa que los productores tienen la oportunidad de beneficiarse de sus ventajas en cualquier temporada, brindando estabilidad y seguridad a la cadena de suministro de alimentos para el ganado.

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

Observar la palatabilidad; se obtuvo que las vacas mostraron rechazo al nuevo alimento, pero al mezclarlo con su suplemento tradicional, lo aceptaron sin problemas. En días posteriores, las vacas comenzaron a disfrutar del ensilaje de naranja incluso sin mezclarlo, demostrando un gusto creciente por este alimento. Este comportamiento entusiasta confirma la viabilidad y efectividad del ensilaje de naranja como suplemento nutricional para vacas lecheras. Según Tarazona et al (2012) La palatabilidad es la característica de un alimento que despierta una respuesta selectiva en animales herbívoros dependiendo de situaciones sociales, ambientales e individuales, lo que influye significativamente en la elección de las especies vegetales consumidas por estos animales.

De forma similar Cruz et al (2019) encontró que el ensilaje de naranja mezclado con un poco de avena fue aceptado de manera inmediata en la dieta de los bovinos, lo cual junto a la facilidad de su elaboración y la necesidad de buscar alternativas de alimentación en épocas de verano, permiten asegurar que podría constituir de alimentación ante una baja de oferta de forraje. Este resultado concuerda con lo que se halló, puesto que las vacas del grupo experimental aceptaron de manera inmediata el silo al ser mezcladas con su suplemento tradicional mostrando un interés creciente por este incluso sin ser mezclado con otro alimento.

Evaluar la producción de leche se observó un aumento significativo en la producción total de leche en el grupo experimental en comparación con el grupo de control. El grupo experimental mostró una producción promedio de 31.125 litros de leche, con un rango entre 26 litros y 38 litros. En contraste, el grupo de control tuvo una producción promedio de 27.70 litros, con un rango entre

22 litros y 33 litros. Según afirma Drew (2022) la producción hace referencia a la ejecución misma de los procesos, señalando qué etapas y tareas lo integran y cuáles son los resultados que se esperan al final de los mismos.

Sin embargo, Bermúdez et al (2015) encontraron una disminución de la producción diaria de leche del grupo experimental sometido al tratamiento de suplementación con ensilaje de naranja en relación con la producción diaria de leche del grupo testigo. Este resultado contradice con lo que se obtuvo en la experimentación de la presente tesis debido a que se evidencia un aumento significativo en la producción del grupo suplementado en comparación con la producción del grupo testigo.

Estimar rentabilidad; se evidenció que el ensilaje de naranja es una opción rentable y eficaz debido a su bajo costo de producción, lo que lo hace atractivo durante épocas de sequía o veranos intensos cuando el forraje es escaso. También es una fuente rentable durante todo el año para los productores. Según Vásquez (2021) La rentabilidad se define como el beneficio neto operativo obtenido a partir del capital invertido.

De forma similar Delgado et al (2019) encontraron que el ensilaje de naranja reduce los gastos de alimentación por litro en comparación con los métodos convencionales de manejo, lo que la convierte en una opción sostenible para alimentar a vacas lactantes. Esto concuerda con los resultados obtenidos en la presente tesis que indican que el silo de naranja reduce los costos por kilo de suplemento y por litro de leche producido.

En cuanto a los efectos sobre la composición química, no se observaron diferencias significativas en las proteínas y sólidos totales. Sin embargo, se evidenció un aumento en el contenido de grasa en la leche de las vacas del grupo experimental en comparación con la composición química de la leche del grupo testigo. Estos resultados son consistentes con los

hallazgos de Delgado et al. (2019), quienes encontraron que los niveles de grasa fueron mayores en el grupo tratado con ensilaje de naranja en comparación con el grupo testigo.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES

El ensilaje de naranja representa una opción altamente viable para suplementar la alimentación de vacas lecheras, ya que permite aumentar la producción de leche a un menor costo por litro. Además, al utilizar los desechos de la producción cítrica para el ensilaje, se aprovechan los residuos pos-cosecha y se contribuye a eliminar un potencial foco de contaminación ambiental.

La producción de leche en producciones pecuarias en el trópico bajo puede mejorarse al hacer un uso inteligente de productos agroindustriales presentes en la zona, lo que puede generar un mayor ingreso económico para los ganaderos de la región.

La calidad de la leche en cuanto a los parámetros de proteína y sólidos totales no tuvo mayor diferencia en los dos grupos sin embargo hay una leve disminución de los sólidos totales del grupo experimental lo que podría tener implicaciones en la procesabilidad y el rendimiento de la leche en la producción de lácteos.

CAPITULO VII

7. SUGERENCIAS

Se recomienda emplear una solución de microorganismos eficientes para acelerar la fermentación del ensilaje. Además, es fundamental extraer completamente el oxígeno de las bolsas al sellarlas para asegurar un ambiente anaeróbico adecuado. Asimismo, se debe garantizar un estricto almacenamiento en un lugar fresco y oscuro, libre de roedores u otros animales que puedan rasgar el empaque y comprometer la calidad del ensilaje.

Para asegurar una rápida aceptación del suplemento por parte de los animales que se desea suplementar, es recomendable implementar un período de acostumbramiento durante los primeros días utilizando un alimento que les resulte atractivo. Se sugiere comenzar con una pequeña dosis e ir aumentándola gradualmente hasta alcanzar la cantidad deseada del suplemento. Este enfoque permite que los animales se familiaricen con el nuevo alimento o suplemento, lo cual mejora la probabilidad de que lo consuman de manera efectiva. El proceso gradual de introducción ayuda a evitar posibles rechazos iniciales y asegura una transición más suave hacia el consumo regular del suplemento.

CAPITULO VIII

8. REFERENCIAS

- Cabrera, A., Lammoglia, M. Martínez, C. Rojas, R. & Montero, F. (2020). Utilización de subproductos de naranja (*Citrus sinensis* var. valencia) en la alimentación para rumiantes. *Abanico veterinario*, 10(1):1-11. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.6>
- Campos. M., & Arce J. (2016). Sustitutos de maíz utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. *Nutrición animal tropical*, 10(2), 91-113. <https://doi.org/10.15517/nat.v10i2.27327>
- Carmona Gómez, M. (2017). Cáscara de toronja en el comportamiento productivo y microbiológico de ovinos de engorda. [Tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/d44cb90e-63fb-4a0d-b035-352516bb0446/content>
- Carulla, J., & Ortega, E. (2016). Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(2), 83-87. [Sistemas-de-produccion-lechera-en-Colombia-Retos-y-oportunidades.pdf \(researchgate.net\)](#)
- Cebrián, L. F. (2009). Análisis estadístico descriptivo. *Universidad Inca Garcilaso de la Vega Facultad de Ciencias de la Comunicación Turismo y Hotelería*
- Cruz Carrillo, A., Rodríguez Salgado, A. M., & Pineda Pulido, C. (2019). Efecto de la suplementación con ensilaje de cáscara de naranja (*Citrus sinensis* L) sobre algunos parámetros metabólicos en vacas de leche. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1494-1503
- Cury, K., Aguas, Y., Martinez, A., Olivero, R., & Ch, L. C. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 9(S1), 122-132. <https://doi.org/10.24188/recia.v9.nS.2017.530>

- Bermúdez A., Melo E., & Estrada, J. (2015). Evaluación de ensilaje de naranja entera (*Citrus sinensis*) como alternativa de suplementación en bovinos. *Revista Veterinaria y Zootecnia de Caldas*, 9(2), 38-53. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2015.9.2.4>
- Delgado, D., Muiño, S., Mogollón, A., & Gamboa, P. (2020). Efecto de la suplementación con ensilaje de naranja sobre la composición de la leche bovina. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 11(2), 71-79. <https://doi.org/10.22490/21456453.2974>
- Drew. (22 de febrero del 2022). *Mejora de procesos: 7 variables que pueden optimizarse*
Recuperado el 24 de abril del 2024: <https://blog.wearedrew.co/gestion-de-procesos/mejora-de-procesos-siete-variables-que-pueden-optimizarse#:~:text=La%20variable%20de%20producci%C3%B3n%20hace,al%20final%20de%20los%20mismos>
- Espinoza, A., Orozco, G., Vázquez, Y., Romo, J., Escalera, F., & Martínez, S. (2019). Una revisión sobre la pulpa de naranja: cantidad, composición y usos. *Abanico Agroforestal*, 1(1), 1-14. ISSN 2594-1992
- Fernández, A. (2021). Utilización del bagazo de cítricos en la alimentación de rodeos bovinos de carne y leche. *Foro de la Alimentación, la Nutrición y la Salud (RFANUS)*, 3(2), 14
- Flores, J., & Flores, R. (2018). La enseñanza del diagrama de caja y bigotes para mejorar su interpretación. *Revista Bases de la Ciencia*. e-ISSN 2588-0764, 3(1), 69-75
- Gamboa, B. (2020). Efecto de la suplementación con ensilaje de naranja sobre la calidad de la leche bovina en la granja experimental Villa Marina
- Tarazona, Ariel M, Ceballos, María C, Naranjo, Juan F, & Cuartas, César A. (2012). Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25 (3), 473-487. Recuperado el 23 de abril de 2024,

de:http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902012000300015&lng=en&tlng=es

Vásquez Cubas, A. M. (2021). Liquidez y rentabilidad: Revisión conceptual y dimensional.

Recuperado el 23 de abril de 2024 de: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3803>