

**Evaluación de la Producción de Leche en Bovinos que Consumen Sal Mineralizada con  
Harina de Albahaca (*Ocimum Basilicum*)**

**Maryuris Marcela Mejía Pereira y Pabla Andrea Trespalacios Robles**

**Trabajo de grado para optar el título de Administrador Agroindustrial**

**Director**

**German José Camargo Ortiz**

**Médico Veterinario Zootecnista**

**Codirector**

**Jaime Augusto Ortiz Salazar**

**Médico Veterinario Zootecnista**

**Universidad Industrial De Santander  
Instituto De Proyección Regional Y Educación A Distancia  
Administración Agroindustrial  
Bucaramanga**

**2025**

### **Dedicatoria**

Dedicamos este trabajo a nuestros padres, fuente inagotable de amor y apoyo, cuyo sacrificio y dedicación nos inspiraron en este camino. A nuestro director de tesis, Germán José Camargo, por su orientación y paciencia en cada etapa del proceso. A nuestros amigos y compañeros de carrera, por compartir risas y desafíos, y ser un gran apoyo. A nuestro profesor Jaime Augusto Ortiz Salazar, cuyas enseñanzas dejaron una huella profunda en nuestra formación. A todos quienes contribuyeron a nuestro crecimiento académico, les dedicamos este logro. Finalmente, a todas las personas que luchan por el conocimiento y la verdad, que este trabajo sea un pequeño aporte al avance del saber humano.

### **Agradecimientos**

En este momento de culminación académica, agradecemos sinceramente a todas las personas que han contribuido a la realización de este trabajo. A nuestro asesor, Germán José Camargo, por su guía experta, paciencia y valiosas sugerencias, que han dado dirección y profundidad a este proyecto. Extendemos nuestra gratitud al cuerpo docente de la Universidad Industrial de Santander, cuya educación integral ha sido fundamental para nuestro crecimiento académico y personal. Reconocemos también a nuestros amigos y seres queridos, cuyo apoyo constante y palabras de aliento nos recordaron que no estábamos solas en este camino. Finalmente, agradecemos especialmente a nuestros padres y familia, cuyo amor incondicional y sacrificio han hecho posible nuestra educación. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en este trabajo y en nuestra trayectoria académica.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	14
1. Objetivos.....	16
1.1    Objetivo General .....	16
1.2    Objetivos Específicos .....	16
2. Cuerpo del Trabajo .....	17
2.1    Marco Referencial .....	17
2.1.1    Marco teórico .....	17
2.1.2    Marco conceptual.....	19
2.1.3    Marco legal.....	34
3. Metodología.....	36
4. Resultados .....	37
4.1    Objetivo 1. Determinar el Método Óptimo de Extracción y Rendimiento de la Harina de Albahaca, Incluyendo su Mezcla con sal Mineralizada como Complemento para Bovinos	37
4.2    Objetivo 2. Realizar Análisis Bromatológico de la Harina de Albahaca para Garantizar su Calidad Según Requerimientos Nutricionales de los Animales.....	43
4.3    Objetivo 3. Establecer y Comparar la Producción de Leche en dos Lotes de Investigación Dentro de un Plazo Determinado, Analizando los Cambios en los Sólidos Lácteos al Suministrar Harina de Albahaca .....	46
5. Conclusiones .....	57
6. Recomendaciones.....	58

Referencias.....59

Apéndice .....63

**Lista de tablas**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> <i>Composición nutricional sobre 100 gramos de Albahaca</i> .....	30
<b>Tabla 2</b> <i>Información nutricional sobre 100 gramos de Albahaca fresca</i> .....	30
<b>Tabla 3</b> <i>Composición garantizada de sal mineralizada</i> .....	33
<b>Tabla 4</b> <i>Resultado prueba de laboratorio análisis bromatológico</i> .....	44
<b>Tabla 5</b> <i>Características de los lotes de estudio</i> .....	47
<b>Tabla 6</b> <i>Consolidado de medición inicial de litros de leche y presencia de moscas en lotes de estudio</i> .....	48
<b>Tabla 7</b> <i>Producción diaria de leche (en litros) de los tres lotes de estudio</i> .....	49
<b>Tabla 8</b> <i>Análisis de sólidos de muestras de leche en T1 y T2</i> .....	55

**Lista de figuras**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> <i>Ejemplar de raza bovina Simbrah</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Ejemplar de raza bovina Gyr</i> .....	24
<b>Figura 3</b> <i>Pesaje de materia prima (Albahaca)</i> .....	38
<b>Figura 4</b> <i>Secado de hojas de Albahaca</i> .....	39
<b>Figura 5</b> <i>Mezcla con sal mineralizada</i> .....	40
<b>Figura 6</b> <i>Empaque y almacenamiento del producto</i> .....	40
<b>Figura 7</b> <i>Diagrama de flujo elaboración harina de Albahaca</i> .....	42

**Lista de Gráficas**

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfica 1</b> <i>Resultados de análisis bromatológico</i> de la harina de Albahaca.....	45
<b>Gráfica 2</b> <i>Representación de producción láctea en Lote 0</i> .....	51
<b>Gráfica 3</b> <i>Representación de producción láctea en Lote 1</i> .....	52
<b>Gráfica 4</b> <i>Representación de producción láctea en Lote 2</i> .....	53
<b>Gráfica 5</b> <i>Análisis de solidos de las muestras de leche para T1 y T2</i> .....	56

**Lista de apéndices**

	<b>Pág.</b>
<b>Apéndice A</b> <i>Pesaje de la planta completa (hojas y tallos)</i> .....	63
<b>Apéndice B</b> <i>Pesaje de hojas</i> .....	63
<b>Apéndice C</b> <i>Secado de hojas de Albahaca</i> .....	64
<b>Apéndice D</b> <i>Identificación de animales de evaluación</i> .....	64
<b>Apéndice E</b> <i>Medición inicial de litros de leche</i> .....	65
<b>Apéndice F</b> <i>Suministro de sal mineralizada</i> .....	65
<b>Apéndice G</b> <i>Suministro de harina de Albahaca</i> .....	66
<b>Apéndice H</b> <i>Consumo de sal mineralizada</i> .....	66
<b>Apéndice I</b> <i>Análisis bromatológico</i> .....	67
<b>Apéndice J</b> <i>Análisis de sólidos</i> .....	67

## Glosario

**Antibióticos:** Fármacos diseñados para combatir infecciones bacterianas en humanos y animales. Actúan eliminando las bacterias o inhibiendo su crecimiento y reproducción, contribuyendo a la recuperación de la salud.

**Eugenol:** Compuesto químico que pertenece a la clase de los etilbencenos. Es un líquido oleoso de color amarillo pálido extraído de aceites esenciales de plantas como el clavo de olor, la canela y la nuez moscada. Es poco soluble en agua, pero se disuelve en solventes orgánicos, y destaca por su característico aroma a clavo.

**Harina:** Producto en polvo obtenido al moler ingredientes sólidos como cereales, legumbres, semillas o frutos secos. Es utilizado comúnmente en la alimentación para elaborar una amplia variedad de productos.

**Leche:** Líquido nutritivo de color blanco opaco producido por las glándulas mamarias de los mamíferos. Es esencial para la alimentación de las crías durante las primeras etapas de vida.

**Mastitis:** Inflamación del tejido mamario que, por lo general, es causada por una infección bacteriana. Puede afectar a mamíferos, incluyendo a los bovinos, y representa un desafío en la producción láctea.

**Ordeño:** Proceso mediante el cual se extrae la leche de las glándulas mamarias de los animales en periodo de lactancia. Puede realizarse de forma manual o mecánica, garantizando que la extracción sea completa, eficiente y sin causar daño al tejido mamario o al pezón.

**Producción:** Actividad que utiliza recursos y materias primas para fabricar bienes o servicios destinados a satisfacer necesidades humanas. En el ámbito ganadero, se refiere a la obtención de productos como leche, carne o lana.

**Rumiantes:** Mamíferos herbívoros pertenecientes al orden Artiodáctilo, que poseen un sistema digestivo especializado. Su proceso digestivo incluye dos etapas: el consumo inicial del alimento y su regurgitación para ser masticado nuevamente, conocido como rumia.

**Sal:** Sustancia cristalina compuesta principalmente por cloruro de sodio. Es de color blanco, soluble en agua y ampliamente utilizada para sazonar alimentos y como conservante. Se encuentra en grandes cantidades en el agua de mar y en la corteza terrestre.

**Suplemento:** Producto añadido a la dieta para complementar los nutrientes necesarios. Puede incluir vitaminas, minerales, hierbas, aminoácidos o enzimas, y se utiliza para cubrir deficiencias nutricionales o mejorar la salud y el rendimiento en animales y personas.

## Resumen

**Título:** Evaluación de la Producción de Leche en Bovinos que Consumen sal Mineralizada con Harina de Albahaca\*

**Autor:** Maryuris Marcela Mejía Pereira, Pabla Andrea Trespalacios Robles\*\*

**Palabras Clave:** Harina, Albahaca, Sal, Leche

### Descripción:

Este trabajo de grado presenta el desarrollo de la evaluación de la producción de leche en bovinos que consumen sal mineralizada con harina de Albahaca, realizado en San Alberto, Cesar. El enfoque principal fue la innovación y la motivación para crear un producto nuevo en el ámbito de los alimentos para animales, lo cual resulta de gran relevancia tanto para el desarrollo agroindustrial de nuestro municipio como para el crecimiento del sector en el país.

Para cumplir con nuestros objetivos, se suministró sal mineralizada con harina de Albahaca a un lote de cuatro bovinos en producción de leche, evaluados durante un período de 45 días. A lo largo de este tiempo, se llevó a cabo una evaluación detallada y continua, brindando una explicación clara y concisa sobre el avance del proyecto.

La parte experimental del proyecto permitió desarrollar cada uno de los objetivos establecidos en este trabajo, lo que nos permitió obtener los resultados esperados. Durante la etapa experimental, se verificó la eficacia del producto suministrado, observando la respuesta de los animales a la suplementación y comprobando los efectos positivos en su producción láctea. En caso de obtener resultados negativos, se analizó en qué aspectos del bienestar animal se había logrado una mejora, lo que permitió ajustar el enfoque y mejorar los métodos utilizados.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Instituto de Proyección y Educación a Distancia. Programa Académico Administración Agroindustrial. Director: German José Camargo Ortiz, Médico Veterinario Zootecnista. Codirector Jaime Augusto Ortiz Salazar Médico Veterinario Zootecnista.

### Abstract

**Title:** Evaluation of Effects Produced by the Consumption of Basil Flour In The Production of Bovine Milk, in the Municipality of San Alberto, Cesar\*

**Author:** Maryuris Marcela Mejía Pereira, Pabla Andrea Trespalacios Robles \*\*

**Key Words:** Flour, Basil, Salt, Milk

**Description** This degree work presents the development of the evaluation of milk production in cattle that consume mineralized salt with basil flour, carried out in San Alberto, Cesar. The main focus was innovation and motivation to create a new product in the field of animal food, which is of great relevance both for the agroindustrial development of our municipality and for the growth of the sector in the country.

To meet our objectives, mineralized salt with basil flour was supplied to a batch of four dairy cattle, evaluated over a period of 45 days. Throughout this time, a detailed and continuous evaluation was carried out, providing a clear and concise explanation of the progress of the project.

The experimental part of the project allowed us to develop each of the objectives established in this work, which allowed us to obtain the expected results. During the experimental stage, the effectiveness of the supplied product was verified, observing the response of the animals to the supplementation and verifying the positive effects on their milk production. If negative results were obtained, it was analyzed in which aspects of animal welfare an improvement had been achieved, which made it possible to adjust the approach and improve the methods used.

---

\* Degree work.

\*\* Instituto de Proyección y Educación a Distancia. Programa Académico Administración Agroindustrial. Director: German José Camargo Ortiz, Médico Veterinario Zootecnista. Codirector Jaime Augusto Ortiz Salazar Médico Veterinario Zootecnista

## Introducción

La economía de San Alberto, Cesar, se sostiene principalmente sobre dos pilares: la producción de aceite de palma y la actividad ganadera, enfocada tanto en la producción de carne como de leche. Sin embargo, este sector enfrenta desafíos significativos, entre los cuales destacan la disminución de la producción láctea debido a los elevados costos de extracción y las condiciones climáticas adversas, como las inundaciones causadas por el aumento de las lluvias. Estas dificultades impactan no solo la actividad lechera, sino también la producción agroindustrial en general, poniendo en riesgo la sostenibilidad de los pequeños y medianos productores.

En respuesta a esta problemática, se ha planteado el aprovechamiento de recursos locales, como la Albahaca, en combinación con la sal mineralizada, como una estrategia innovadora para mejorar la productividad ganadera y aumentar la rentabilidad de los productores. La harina de Albahaca se ha propuesto como un suplemento nutricional en la dieta del ganado lechero, que, al administrarse junto con sal mineralizada, tiene el potencial de estimular la producción de leche al mejorar la absorción de nutrientes esenciales. La albahaca, rica en compuestos bioactivos y antioxidantes, aporta beneficios adicionales como la mejora del sistema inmunológico y la reducción del estrés en los animales, lo que se traduce en una mayor calidad de la leche (Farías et al., 2022).

Los estudios preliminares han demostrado que la inclusión de harina de albahaca y sal mineralizada en la dieta del ganado no solo incrementa la cantidad de leche producida, sino que también contribuye a mejorar la salud general del ganado (Vargas Blandón, 2023). Este enfoque promueve una mayor absorción de minerales y nutrientes, optimizando el rendimiento del ganado y, por fin, la calidad del producto final. Además, esta práctica ayuda a mitigar los efectos adversos

del clima al ofrecer un suplemento que fortalece el sistema inmunológico del ganado, disminuyendo el impacto del estrés durante el ordeño.

Actualmente, esta medida se está implementando en zonas clave del municipio, como los corregimientos de La Llana, Aguas Blancas y Machete, áreas con una alta recolección de leche. La introducción de este suplemento busca revitalizar la actividad ganadera, aprovechando la materia prima local para mejorar la eficiencia productiva y fomentar un desarrollo económico sostenible. De esta forma, la combinación de albahaca y sal mineralizada se perfila como una alternativa viable para enfrentar los desafíos de la ganadería en San Alberto, ofreciendo beneficios tanto económicos como ambientales para los productores de la región.

## **1 Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Evaluar la producción de leche en bovinos que consumen sal mineralizada con harina de Albahaca

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el método óptimo de extracción y rendimiento de la harina de Albahaca, incluyendo su mezcla con sal mineralizada como complemento para bovinos.
- Realizar análisis bromatológico de la harina de albahaca para garantizar su calidad según requerimientos nutricionales de los animales.
- Establecer y comparar la producción de leche en tres lotes de investigación, en plazo de 45 días, analizando los cambios en los sólidos lácteos al suministrar harina de Albahaca.

## 2 Cuerpo del Trabajo

### 2.1 Marco Referencial

Para el desarrollo de este proyecto se ha diseñado un marco referencial que proporciona los fundamentos teóricos y científicos necesarios. Este apartado permite sustentar las bases del estudio, así como comprender los principales aspectos relacionados con los componentes y beneficios de la harina de Albahaca (*Ocimum basilicum*) en la producción de leche bovina.

#### 2.1.1 Marco teórico

*Albahaca: Composición química y sus beneficios en salud.* Las plantas medicinales se han utilizado tradicionalmente en la medicina popular debido a sus reconocidos efectos curativos naturales. Se estima que alrededor de dos tercios de la población mundial utilizan la medicina tradicional para sus necesidades médicas primarias. La Albahaca (*Ocimum basilicum L.*) es uno de los principales cultivos herbáceos del mundo que ha mostrado componentes que pueden ser beneficiosos para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, trastornos inflamatorios y disminución del riesgo de cáncer (Farías et al., 2022).

La literatura reciente muestra que las hojas y semillas de albahaca son una buena fuente de ácidos grasos  $\alpha$ -linolénico, aceite y polifenoles con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que afectaría de forma favorable en la salud, restaurando la homeostasis en diversas patologías (Salas-Pérez et al., 2022). Sin embargo, hasta la fecha, no se han dilucidado por completo los mecanismos moleculares involucrados.

*Aporte para nuestro proyecto:* El uso de harina de albahaca junto con sal mineralizada en bovinos podría mejorar su salud y rendimiento productivo debido a las propiedades antioxidantes

y antiinflamatorias de la albahaca. Estos efectos pueden reducir el estrés oxidativo y la inflamación, lo que optimiza la digestión y la absorción de nutrientes. Al integrar la albahaca en su dieta, es posible mejorar la producción de leche y fortalecer el sistema inmunológico de los animales, contribuyendo a un enfoque más sostenible y natural en la alimentación ganadera.

*Efecto de la utilización de Albahaca Canela en la producción de pollos Broilers.* En la Parroquia El Rosario, perteneciente al Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, Colcha Gusqui, (2015) evaluó el efecto productivo de *Cinnamomum verum* (canela) y *Ocimum basilicum* (albahaca); en pollos Broiler de la línea Ross 308, los mismos que fueron comparados con un grupo control durante un lapso de 120 días de investigación. Al finalizar el experimento, se determinó que los pollos Broilers tratados con *Cinnamomum verum* T1 y Promotor Convencional T0, durante las etapas Inicial, crecimiento y engorde, alcanzaron los mejores parámetros productivos en cuanto a peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia, registrando la menor mortalidad en cada etapa, además mediante el análisis macroscópico de lesiones intestinales y de laboratorio para la presencia de ooquistes de *Eimeria spp.*, en los pollos a los cuales se suministró, tratamientos con Canela y Albaca, no registraron presencia de lesiones ni carga parasitaria comparados con el grupo Control, por lo que pueden competir con los antibióticos promotores de crecimiento convencionales, finalmente se identificó el mejor índice de Beneficio - Costo con 1,10 USD al emplear *Cinnamomum verum* como promotor natural de crecimiento. Por lo que se recomienda Incluirlo como promotor de crecimiento en el alimento para la producción de pollos Broilers, ya que presentó los mejores resultados productivos y económicos y además divulgar los resultados obtenidos en el presente estudio, para que la industria avícola aproveche de mejor manera los productos naturales, como promotores de crecimiento, brindando un ahorro significativo en términos económicos.

*Aporte para el proyecto:* El proyecto que evaluó el uso de “*Cinnamomum verum*” (canela) y “*Ocimum basilicum*” (Albahaca) en pollos Broiler este nos ofrece valiosas lecciones aplicables al uso de harina de albahaca y sal mineralizada en vacas. En el estudio, se demostró que la canela no solo mejoró los parámetros productivos y económicos, sino que también redujo la carga parasitaria sin necesidad de antibióticos. Esto sugiere que los compuestos bioactivos presentes en la albahaca pueden tener efectos similares en la salud y productividad de los bovinos.

La inclusión de harina de albahaca en la dieta de vacas, junto con la sal mineralizada, podría mejorar la conversión alimenticia y el rendimiento lechero al potenciar la salud intestinal y reducir la inflamación. Además, los resultados económicos positivos observados en los pollos sugieren que el uso de aditivos naturales puede ser una alternativa sostenible y rentable frente a los promotores de crecimiento convencionales. La difusión de estos hallazgos podría alentar a los productores de leche a adoptar prácticas más sostenibles y eficientes en el manejo de la alimentación animal (Colcha Gusqui, 2015).

### **2.1.2 Marco conceptual**

***Manejo de vacas lecheras en climas tropicales.*** No toda clase de vacas pueden ser utilizadas en un programa de pastoreo en el trópico, solamente aquellas que demuestren un nivel de adaptabilidad aceptable, esto significa que la temperatura, humedad y radiación solar no influyen significativamente en el comportamiento productivo y reproductivo (Arango Nieto, 1972).

A pesar de que los animales demuestran una buena adaptabilidad al medio ambiente hay que tener ciertos cuidados especiales como son: construir el establo en un punto céntrico que haya buen sombrío en las praderas, suministrar abundante agua fresca, suministrar sal a libre disposición, bañar los animales cada 21 días para controlar la garrapata y mosca, tomar

precauciones contra el meteorismo si se pastorean praderas ricas en leguminosas, movilizar los animales al menos un mes antes del parto a un potrero cerca del establo donde sean fáciles de vigilar, no trabajar el ganado en horas de intenso calor, ordeñar en las primeras horas de la mañana y en las últimas de la tarde dejando un espacio igual entre ordeños, vigilar calores no sólo a las horas de ordeño sino cuando los animales se encuentren en el potrero (Bacci et al., 2014).

Los sistemas de pastoreo pueden ser: pastoreo continuo, pastoreo alterno, pastoreo rotacional, pastoreo en fajas y pastoreo con altas y bajas productoras. Para poder obtener un máximo resultado en manejo del hato lechero en pastoreo es de gran importancia tener muy presente los siguientes puntos: conocer a fondo las características de los pastos utilizados para así poderles dar un manejo adecuado y asegurar un forraje de buena calidad por muchos años, permitirle a la pradera un descanso adecuado, utilizar una carga adecuada, mantener una mezcla de gramíneas (70 por ciento) y leguminosas (30 por ciento), fertilizar, utilizar guadaña cuando exista un pastoreo disparejo para así permitir el crecimiento de un forraje de mejor calidad (Vega Fierro, 2022).

Asimismo, las quemas son aconsejables en ciertos casos, como cuando existe mucha maleza, no pastorear praderas demasiado húmedas, vigilar la salud del pasto, utilizar riego en épocas de sequía, renovar praderas periódicamente rotándolas con cultivos, mantener buenas cercas si se quiere tener éxito con el sistema de pastoreo alterno o rotacional y colocar el sombrío, el agua y los saladeros estratégicamente para así ayudar a obtener un pastoreo uniforme.

**Ordeño sustentable.** El ordeño sustentable consiste en la aplicación de conocimientos y habilidades del ordeñador para garantizar un manejo adecuado en todas las actividades relacionadas con la obtención de leche. Es fundamental que el ordeñador comprenda su rol y lo ejecute con paciencia, cuidado y respeto hacia los animales, evitando generarles estrés.

Para lograr esto, el ordeñador debe valorar a los animales y su propia labor, entender el comportamiento natural de las vacas e identificar sus necesidades. Además, es esencial que esté capacitado en buenas prácticas de manejo y en las técnicas correctas que se llevan a cabo antes, durante y después del ordeño. Cuando estas condiciones se cumplen, se facilita la producción de una leche saludable y de alta calidad (Certified Humane, 2022).

***La importancia de la salud de las vacas y los ordeñadores.*** Solo se obtiene leche saludable y de alta calidad si las vacas están sanas. Cuando los ojos parecen hundidos y el pelaje erizado, cuando hay una disminución de la ingesta de alimentos, el animal deja de rumiar, se altera la apariencia de la ubre y la leche, cae la producción de leche y hay alteraciones en la orina o las heces, tenemos ante nosotros claros indicios de problemas de salud, que siempre deben estar bajo la atención constante de los ordeñadores (Zea Gordillo et al., 2023).

Un ejemplo es el de las vacas preñadas, que necesitan un periodo de descanso del ordeño de al menos 60 días antes del parto para que el feto se desarrolle, se produzca un calostro de calidad y para que la vaca mejore su propia condición corporal. Durante la lactancia, el principal cuidado que hay que tener es con la mastitis, que es el resultado de la inflamación de la ubre y que perjudica sustancialmente la producción de leche. Las medidas preventivas de la mastitis comienzan ya en el periodo seco de la vaca.

Según sea su causa general, la mastitis se puede clasificar en dos tipos. La Mastitis contagiosa. Transmitida por microorganismos presentes en la mano del ordeñador y en el equipo de ordeño y la mastitis ambiental Transmitida por microorganismos presentes en el piso, lechos y ambiente en general.

En cuanto al diagnóstico, la mastitis puede ser clínica (cuando se percibe fácilmente por síntomas como ubre inflamada y leche con pus o sangre) o subclínica (cuando no hay síntomas claros y solo se detecta mediante un examen específico). Por lo tanto, al tener una influencia directa en la salud de las vacas y la calidad de la leche, es fundamental que el ordeñador siempre cuide su salud e higiene personal antes de entrar en contacto con los animales y objetos que utiliza, haga reconocimientos de rutina y realice procedimientos básicos de higiene antes, durante y después del ordeño.

***Las Razas de vacas lecheras en clima tropical y sus características.*** En los climas tropicales, la producción lechera depende de la adaptación de las vacas a las condiciones ambientales. Las razas lecheras en estos entornos se caracterizan por su capacidad de soportar altas temperaturas, humedad y la limitada disponibilidad de pasto. A continuación, se describen las principales razas lecheras y sus características

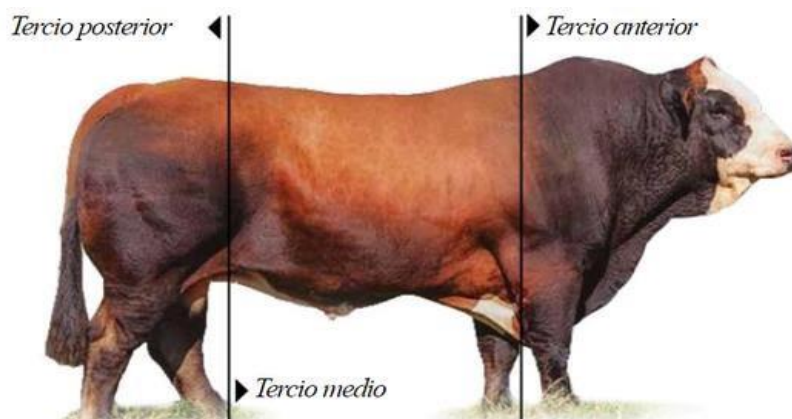
***Raza bovina Simbrah.*** La raza bovina Simbrah es el resultado del cruce entre la raza Simmental y la raza Brahmán (5/8 Simmental y 3/8 Brahmán). Los primeros experimentos exitosos para cruzar estas dos razas se llevaron a cabo a finales de la década de 1960 en Texas, Estados Unidos. Sin embargo, no fue hasta 1997 que se reconoció oficialmente a la raza Simbrah. Esta raza se ha distribuido en varios países, incluyendo Colombia, Brasil, México, estados unidos y Sudáfrica (Becerril-Pérez & Rosendo-Ponce, 2019).

***Bondades de la raza bovina Simbrah.*** Una de las principales ventajas del cruce de Simmental con brahmán es la mejora en la producción de leche y carne de manera simultánea. La Simbrah se distingue por su temperamento dócil, calidad de la leche, madurez sexual temprana, habilidad maternal, crecimiento rápido y una canal de alta calidad. Al combinar las mejores características del brahmán y el Simmental, esta raza ha logrado una alta eficiencia en ambientes

de trópico. En la Figura 1, se presenta la división anatómica de esta raza de bovinos, cada una con una función morfológica y funcional bien definida.

### Figura 1

*Ejemplar de raza bovina Simbrah*



*Nota.* La figura muestra la división anatómica de la raza bovina Simbrah. Tomado de Asosimmental Colombia (2017).

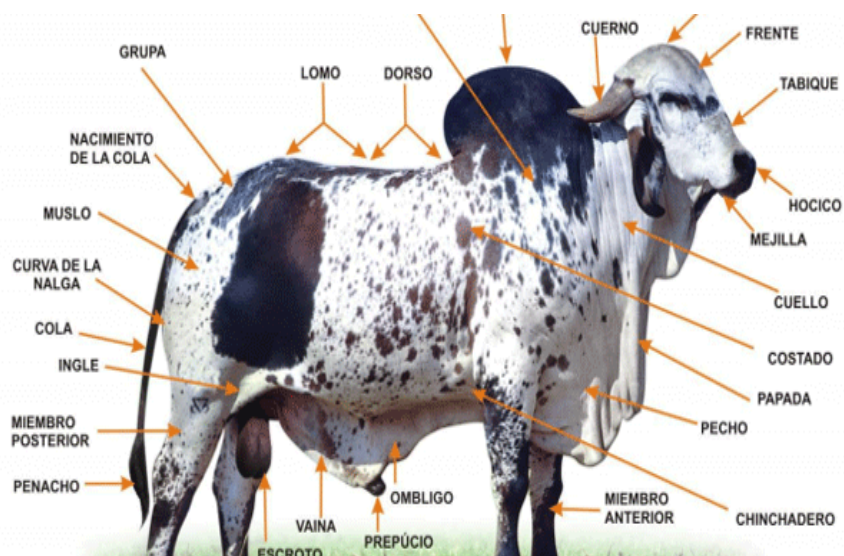
*Características Productivas de la Raza Bovina Simbrah.* En cuanto a las características productivas, la raza Simbrah es reconocida a nivel mundial por su excelente producción de carne en ambientes de trópico bajo y alta humedad. Las vacas Simbrah muestran una mayor ganancia de peso, con un peso al destete de 290 kg a los 270 días de edad. Alcanzan 337 kg de peso a los 12 meses de edad en pastoreo sin suplementos. La carne de la Simbrah se considera sobresaliente y las hembras tienen una excelente habilidad maternal, fertilidad y rusticidad. La leche de calidad, combinada con una menor edad al primer parto y una larga longevidad, permite que las hembras se mantengan en producción eficiente por hasta 15 años (Asosimmental-colombia, 2020).

*Raza bovina Gyr lechero.* La raza de ganado Gyr es un tipo de ganado cebú muy demandado en Colombia y gran parte del mundo dada su resistencia, fertilidad y capacidad de producción de leche.

*Auge de la raza Gyr en Colombia.* Se introdujo inicialmente en Brasil y se expandió a países como México, Panamá, Honduras, Nicaragua y Colombia. En Colombia, hizo su llegada hace más de 30 años a través de la importación de los primeros ejemplares desde Brasil. Desde entonces, ha jugado un papel importante en la mejora de la genética bovina y las condiciones de vida de los agricultores, destacándose por su capacidad de adaptarse al clima tropical y sobrevivir con menos pasto (Becerril-Pérez & Rosendo-Ponce, 2021). En la Figura 2, se presenta la conformación exterior del Gyr lechero.

## Figura 2

*Ejemplar de raza bovina Gyr*



Nota. La figura muestra las diferentes regiones que constituyen el cuerpo del animal, algunas de las cuales son reales y otras convencionales, de límites imposibles de detectar exactamente. Tomado de (Razas bovinas de Colombia, s.f.)

El ganado Gyr es conocido por su temperamento dócil, resistencia al estrés calórico y calidad en la producción lechera. Una vaca Gyr puede producir entre 6 y 10 litros de leche diarios, logrando una producción anual de entre 5,000 y 6,000 litros, y algunos ejemplares superan los 10,000 litros al año. Su adaptabilidad y rendimiento en condiciones desafiantes han llevado a criadores de Colombia y otras regiones de América Latina a implementar programas de mejora genética y fertilización para optimizar la producción de leche y carne (Ardila Silva, 2010).

***Factores que determinan la producción de leche.*** Se pueden clasificar en diversos aspectos, incluyendo factores generales y factores nutricionales.

***Factores Generales.***

*La Genética del Ganado:* La calidad genética de las vacas influye en su capacidad para producir leche. Las razas seleccionadas por su rendimiento lechero suelen tener mejores resultados.

*Manejo y Cuidado:* La forma en que se maneja el ganado, incluyendo la atención veterinaria, condiciones de alojamiento y gestión del estrés, afecta directamente la producción de leche.

*Ambiente:* Factores ambientales como temperatura, humedad y calidad del aire pueden influir en el bienestar del ganado y, por ende, en su producción lechera.

*Edad y Estado Fisiológico:* La edad de la vaca y su estado fisiológico, como la etapa de lactancia, afectan la producción de leche.

*Salud General:* La salud general del ganado, incluyendo la prevención de enfermedades y la calidad de la atención veterinaria, tiene un impacto directo en la producción de leche.

***Factores Nutricionales.***

*Calidad y Cantidad de Forraje.* La disponibilidad y calidad de los forrajes afectan directamente la ingesta de nutrientes por parte del ganado, influyendo en la producción de leche.

*Balance de Nutrientes.* Una dieta equilibrada y rica en nutrientes es esencial para mantener la salud y favorecer la producción de leche. Esto incluye proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y vitaminas.

*Agua.* El suministro adecuado de agua es crucial para la producción de leche, ya que la hidratación afecta la función metabólica y la salud general del ganado.

*Suplementos Nutricionales.* La utilización de suplementos, como sales minerales y vitaminas adicionales, puede ser necesaria para cubrir deficiencias específicas en la dieta del ganado.

*Manejo de Raciones.* La formulación adecuada de raciones, teniendo en cuenta las necesidades específicas de cada etapa del ciclo de vida del ganado, es esencial para optimizar la producción de leche.

*Alimentos.* Un forraje de calidad como pasto fresco y heno nutritivo, asegura un suministro constante de nutrientes esenciales, los concentrados energéticos ricos en energía, como granos y subproductos de cereales, ayuda a satisfacer las demandas energéticas del ganado en producción de leche (Zea Gordillo et al., 2023). Asimismo, las proteínas de Calidad como leguminosas y subproductos de la industria agrícola, para apoyar la síntesis de leche.

*Complementos.* Incluye minerales y Vitaminas: Suministrar suplementos que contengan minerales esenciales (calcio, fósforo, zinc) y vitaminas (A, D, E) para mantener la salud y apoyar la producción lechera.

*Suplementos.* Los Ácidos Grasos Omega-3 pueden ser adicionados para mejorar la calidad de la grasa en la leche y potencialmente aumentar la producción. Igualmente, los Probióticos y Prebióticos favorecen la salud digestiva, mejorando la eficiencia alimentaria y potencialmente aumentando la producción de leche mientras que las levaduras y Aditivos han demostrado tener efectos positivos en la digestibilidad mejorando también la producción de leche.

*Determinación de la cantidad de alimento para bovinos de producción lechera.* La eficiencia productiva de una vaca lechera está directamente relacionada con la cantidad y calidad del alimento que consume, el cual se convierte en energía para producir leche o aumentar de peso, su dieta se fundamenta en la cantidad de materia seca (MS) que se les proporciona, siendo este un componente esencial para mantener una buena salud y lograr una alta producción láctea (Molina et al., 2014).

Para un bovino de 300 kg, se recomienda suministrar 12 kg de material seco por día. El consumo de MS representa entre el 3 y 4 % del peso corporal de la vaca, y se sugiere emplear el 4 % para calcular la ración diaria. Asimismo, la relación recomendada entre forraje y concentrado es de 50:50, es decir, de los 12 kg de MS necesarios, 6 kg deben provenir del forraje y otros 6 kg de suplementos, es fundamental controlar la EM de la dieta para ofrecer una alimentación consistente a las vacas y para calcular la MS de un alimento.

*Consideraciones Nutricionales y de Manejo.* La alimentación del ganado lechero debe ser manejada cuidadosamente, teniendo en cuenta las proteínas, aminoácidos, carbohidratos, lípidos, minerales, vitaminas y aditivos alimentarios. Es crucial conocer las necesidades nutricionales del ganado lechero y gestionar adecuadamente la alimentación para maximizar la producción de leche, la alimentación basada en forraje es esencial y puede incluir un 60% de ensilado de maíz, junto con granos de destilería, torta de soja, maíz amarillo y, ocasionalmente, harina de arroz.

### **Reporte de investigación: Determinación de la cantidad de alimento para bovinos de producción lechera**

*Cálculo de la cantidad de materia seca.* La eficiencia productiva de una vaca lechera está directamente relacionada con la cantidad y calidad del alimento que consume, el cual se convierte

en energía para producir leche o aumentar de peso. La dieta de las vacas de ordeño se fundamenta en la cantidad de materia seca (MS) que se les proporciona, siendo este un componente esencial para mantener una buena salud y lograr una alta producción láctea.

La ración alimenticia de un bovino debe compensar la energía perdida por el animal, considerando su superficie corporal. Para un bovino de 300 kg, se recomienda suministrar 12 kg de materia seca (ms) diarios. El consumo de MS representa entre el 3 % y 4 % del peso corporal del animal; sin embargo, se sugiere utilizar el 4 % para calcular la ración diaria (Molina et al., 2014).

La relación óptima entre forraje y concentrado es de 50:50. En consecuencia, de los 12 kg de MS necesarios, 6 kg deben provenir del forraje y los otros 6 kg de suplementos. Además, es fundamental controlar la energía metabolizable (em) de la dieta para garantizar una alimentación consistente y equilibrada para las vacas.

*Consideraciones Nutricionales y de Manejo.* La alimentación del ganado lechero debe ser manejada cuidadosamente, teniendo en cuenta las proteínas, aminoácidos, carbohidratos, lípidos, minerales, vitaminas y aditivos alimentarios, es crucial conocer las necesidades nutricionales del ganado lechero y gestionar adecuadamente la alimentación para maximizar la producción de leche, es recomendable que la dieta bovina debe incluir proteínas, minerales y agua todos los días distribuyéndola en varios horarios para asegurar una ingesta constante y equilibrada. Asimismo, la alimentación basada en forraje es esencial y puede incluir un 60% de ensilado de maíz, junto con granos de destilería, torta de soja, maíz amarillo y, ocasionalmente, harina de arroz (CONtexto ganadero, 2017).

### **Uso de Albahaca en harina para la alimentación de bovinos**

*Descripción.* La Albahaca es una planta anual perteneciente a la familia de las Lamiáceas, caracterizada por sus hojas ovaladas, suaves y brillantes, de un intenso color verde. Según la variedad, las hojas pueden ser lisas o rugosas, e incluso presentar tonalidades rojizas o moradas (Colorado et al., 2013). Dado que la harina de albahaca no es un alimento común en la dieta de bovinos, y considerando la resolución 1382 de 2013, que regula los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal, se decidió emplear una cantidad pequeña de harina para evitar posibles problemas digestivos. En este estudio, se optó por suministrar 0,5 kg diarios como prueba controlada.

*Composición Nutricional de la Albahaca.* La *Ocimum basilicum* es una planta aromática originaria de Asia tropical la planta herbácea contiene un aceite esencial con una composición compleja, rica en estragol, eugenol, linalol y terpenos variando la composición de estos factores como: suelo, clima o la época en la que se coseche, todo ello influenciando directamente en el color olor y sabor de la propia albahaca. ampliamente utilizada en la cocina debido a su fragancia y sabor distintivos (Lara y Lara et al., 2010). algunos aspectos destacados sobre la albahaca:

En la Tabla 1, se presenta la información nutricional de la albahaca, basada en 100 gramos de albahaca fresca. Esta tabla detalla los principales componentes nutricionales, incluyendo el contenido de energía (kcal), hidratos de carbono, azúcares, fibra alimentaria y proteína. Estos datos son esenciales para evaluar el potencial de la albahaca como suplemento en la alimentación de los bovinos, permitiendo determinar su contribución al aporte energético y nutricional en la dieta.

**Tabla 1**

*Composición nutricional sobre 100 gramos de Albahaca*

Información nutricional (sobre 100g sustancia seca)	
Energía (kcal)	233
Hidratos de carbono (g)	47.7
Azúcares (g)	1.7
Fibra alimentaria (g)	3.7
Proteína (g)	22.9

*Nota:* Tabla elaborada por los autores de este estudio donde se muestra la información nutricional sobre 100 gramos de albahaca seca

Asimismo, en la Tabla 2, se presenta una descripción detallada de la información nutricional de 100 gramos de albahaca fresca, destacando su contribución energética y el porcentaje del valor diario recomendado de diferentes nutrientes. Entre los componentes más relevantes se encuentran las calorías, carbohidratos, proteínas, fibra y grasas, lo que permite evaluar su potencial como ingrediente en dietas específicas, tanto para humanos como para animales.

**Tabla 2**

*Información nutricional sobre 100 gramos de Albahaca fresca*

Composición	Cantidad (gr)	CDR (%)
Calorías	178	9.3%
Carbohidratos	20.5	6.6%
Proteínas	14.4	30.1%
Fibra	40.5	135%
Grasas	3.98	7.5%

*Nota:* Tabla elaborada por los autores de este estudio donde se muestra la información nutricional, sobre 100 gramos de Albahaca fresca.

*Varietades.* Existen numerosas variedades de albahaca con características diferentes. Algunas de las más comunes son la albahaca genovesa (la tradicional utilizada en la cocina italiana), la Albahaca tailandesa o sagrada (con un aroma picante y dulce), la Albahaca morada (con hojas de tono violeta) y la Albahaca limón (con aroma cítrico).

*Cultivo.* La Albahaca se cultiva mejor en climas cálidos y soleados. Se puede plantar en macetas, jardines o huertos. Prefiere suelos bien drenados y ricos en materia orgánica. Es una planta fácil de cultivar y crece rápidamente a partir de semillas o mediante esquejes.

*Usos culinarios.* Es ampliamente utilizada como condimento en la cocina mediterránea y asiática. Sus hojas se agregan frescas a ensaladas, salsas, sopas, pasta, pizza y platos de verduras. También se utiliza para hacer pesto, una salsa italiana a base de albahaca, piñones, ajo, queso y aceite de oliva.

*Propiedades y beneficios.* Además de su uso culinario tiene propiedades medicinales y beneficios para la salud. Contiene compuestos antioxidantes, vitamina K, vitamina A, hierro, calcio y otros nutrientes esenciales. Se ha utilizado en la medicina tradicional para tratar problemas digestivos, inflamatorios y respiratorios, aunque se requieren más investigaciones científicas para respaldar estos beneficios (Especias Arias, 2021).

*Conservación.* Se puede almacenar en un frasco con agua en el mostrador de la cocina, similar a un ramo de flores. También se puede secar colgando los tallos boca abajo en un lugar fresco y seco, otra opción es congelar las hojas picadas en bandejas de hielo con un poco de agua o aceite.

*Beneficios para la salud.* La albahaca contiene compuestos fotoquímicos que le confieren propiedades medicinales potenciales. Se ha estudiado por sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias y antihipertensivas, también se cree que puede tener efectos beneficiosos para la salud del corazón y el sistema digestivo.

*Aceite esencial de Albahaca.* El aceite esencial de albahaca se obtiene de las hojas y flores de la planta mediante destilación al vapor. Este aceite esencial se utiliza en aromaterapia debido a su aroma relajante y refrescante. Se cree que puede tener propiedades analgésicas, antisépticas y estimulantes (Especias Arias, 2021).

### **Sal mineralizada para vacas lecheras**

*Descripción.* La sal mineralizada para vacas lecheras es un suplemento que cubre las necesidades de minerales y oligoelementos esenciales para optimizar la producción de leche y mantener la salud del animal. Combinando sal con minerales como calcio, fósforo, zinc y selenio, mejora procesos fisiológicos clave, como el metabolismo y la función inmunológica, contribuyendo a un mejor rendimiento y calidad de la leche (Somex, 2021).

*Composición nutricional.* En la Tabla 3, se presenta la composición garantizada de la sal mineralizada, indicando los niveles máximos y mínimos de sus componentes principales. Esta información es crucial para evaluar la calidad y adecuación del producto en la dieta de los animales, garantizando que se cumplan las necesidades nutricionales específicas de las vacas lecheras.

**Tabla 3***Composición garantizada de sal mineralizada*

<b>Humedad Máximo</b>	<b>5.0%</b>
NaCl Máximo	38.0%
Calcio Mínimo	14.0%
Fósforo Máximo	8.0%
Flúor Máximo	0.08%
Magnesio Mínimo	0.6%
Azufre Mínimo	6.0%
Zinc Mínimo	0.8%
Cobre Mínimo	0.33%
Selenio Mínimo	0.0075%
Cobalto Mínimo	0.005%
Yodo Mínimo	0.020%

*Nota:* Tabla elaborada por los autores de este estudio donde se muestra la composición garantizada de sal mineralizada.

### **Tipos de sal mineralizada para vacas lecheras**

Existen diferentes tipos de sal mineralizada para vacas lecheras, cada una formulada para cubrir necesidades específicas según la fase de producción y el estado de salud de los animales. Estos tipos varían en su composición de minerales, y pueden incluir aditivos como vitaminas y oligoelementos para optimizar el rendimiento y la calidad de la leche.

*Sal mineralizada 6%.* Es especial para los terneros desde su nacimiento hasta los siete meses, contiene zinc, cobre, magnesio, fósforo y micro minerales, que son elementos ideales para su crecimiento y desarrollo (CONtexto ganadero, 2015).

*Sal mineralizada 8%*. es una sal especializada para el ganado adulto, contiene magnesio, fósforo, azufre, selenio y macrominerales, como fuente importante para peso y productividad del ganado.

*Sal mineralizada 10%*. Es una sal especializada para el ganado bovino en la etapa de lactancia. Contiene fósforo, azufre, selenio, cobre y micro minerales, aumentando la producción lechera.

### **2.1.3 Marco legal**

A continuación, se encuentran algunos aspectos legales que fortalecen la normatividad legal vigente para una adecuada producción agropecuaria:

**Ley 2183 de 2022:** Establece directrices para el uso responsable de insumos, priorizando aquellos de origen biológico, con el fin de promover una producción agropecuaria sostenible en todo el territorio nacional. Su aplicación abarca tanto los cultivos agrícolas como las actividades de explotación agroforestal (Minagricultura, 2022). Esta normativa se relaciona directamente con el proyecto ya que el uso de la harina de albahaca como complemento alimenticio representa una innovación basada en insumos de origen biológico. Al incorporar la albahaca, rica en compuestos bioactivos naturales, se promueve un enfoque sostenible en la alimentación del ganado, alineándose con los principios de la ley para reducir el impacto ambiental y optimizar los recursos disponibles.

**Decreto 1071 de 2015:** unifica las reglas para los sectores agropecuarios en Colombia, estableciendo parámetros que promueven la educación enfocada en la conservación ambiental y el desarrollo sostenible. Este decreto regula aspectos administrativos y operativos del sector, incluyendo la expedición de certificados para garantizar el cumplimiento de las normas

(Funcionpublica, 2015). En el contexto del presente proyecto de investigación esta normativa es relevante porque fomenta prácticas responsables y sostenibles, como el uso de suplementos nutritivos innovadores. La inclusión de la harina de albahaca en la dieta de los bovinos contribuye a la producción sostenible, respetando los lineamientos de conservación ambiental establecidos en esta legislación.

**Decreto 1500 de 2007:** Establece el reglamento técnico para la inspección, vigilancia y control de alimentos destinados al consumo humano y animal, incluyendo requisitos sanitarios para su producción, almacenamiento y comercialización. Este decreto es clave para garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos utilizados en la suplementación bovina, como la harina de albahaca con sal mineralizada. En el proyecto, su aplicación asegura que los ingredientes cumplan con los estándares sanitarios, evitando riesgos en la cadena alimentaria y contribuyendo a una producción láctea segura y eficiente.

**Norma Técnica Colombiana No 421 del 2022:** La norma técnica colombiana NTC 421 establece los requisitos que deben cumplir los empaques y rótulos de los productos destinados a la alimentación animal, garantizando su calidad y seguridad hasta su uso final. Los empaques deben estar elaborados con materiales que no transmitan olores ni sabores, aseguren la estabilidad fisico-química, microbiológica y sensorial del producto, y eviten su deterioro o pérdida. Además, está prohibida la reutilización de empaques para estos productos (ICONTEC, 2022).

En cuanto al rotulado, debe presentarse principalmente en español (con la opción de incluir otros idiomas), ser claro, legible, y visible, utilizando tipografías como Arial o Helvética en un tamaño mínimo de 8 puntos. El rótulo debe incluir información indeleble y completa, como: nombre del producto, composición, contenido neto, indicaciones de uso, ingredientes, número de lote, registro Ica y, si aplica, la fecha de expiración. En el caso de productos importados, se permite

una etiqueta sobrepuesta siempre que cumpla con los requisitos vigentes. Esta norma garantiza que tanto los empaques como los rótulos se ajusten a los estándares legales y de calidad establecidos

Esta norma garantiza que productos como la harina de Albahaca destinados a la alimentación bovina cumplan con altos estándares de calidad y seguridad. En cuanto al empaque, se exige el uso de materiales que preserven las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del producto, evitando su deterioro y asegurando su estabilidad. Respecto al rotulado, la norma estipula incluir información clara sobre la composición, el uso (especificando la especie bovina y su etapa productiva), el contenido neto, el número de lote, el registro Ica y la fecha de caducidad, entre otros detalles. Estas disposiciones permiten cumplir con la normativa vigente, garantizar la trazabilidad y ofrecer un producto confiable para el sector ganadero.

### **3 Metodología**

Para el desarrollo de esta investigación se empleó una metodología de tipo experimental y descriptiva, centrada en analizar el impacto del consumo de sal mineralizada con harina de albahaca en la producción y calidad de la leche en bovinos. El estudio se realizó en el municipio de San Alberto, Cesar, utilizando un diseño que incluyó tres lotes de cuatro bovinos cada uno, todos en un rango de edad de 3 a 4 años. Las variables consideradas fueron la cantidad, el porcentaje de grasa y la densidad de la leche producida, las cuales se midieron a través de registros sistemáticos en hojas de registro. Los datos recolectados fueron analizados utilizando técnicas gráficas que facilitaron la interpretación y comparación de los resultados.

El proceso de muestreo se aplicó de manera directa, tomando muestras en cada lote y garantizando que los animales recibieran una dieta uniforme que incluyó la sal mineralizada con harina de albahaca. El método cualitativo permitió observar las reacciones de los animales y analizar cómo la combinación de ingredientes influyó los resultados. La pregunta de investigación orientó todo el proceso: ¿cómo afecta el consumo de sal mineralizada con harina de albahaca la producción y calidad de la leche en bovinos? Así, la información obtenida proporcionó insumos valiosos para responder a este interrogante y establecer conclusiones sobre el impacto de este suplemento en la ganadería lechera.

## 4 Resultados

### 4.1 **Objetivo 1. Determinar el Método Óptimo de Extracción y Rendimiento de la Harina de Albahaca, Incluyendo su Mezcla con sal Mineralizada como Complemento para Bovinos.**

Para determinar el método óptimo de extracción y rendimiento de la harina de Albahaca, así como su mezcla con sal mineralizada como suplemento para bovino se llevaron a cabo procesos estructurados que incluyeron la selección rigurosa de la materia prima, el secado adecuado de las hojas, el control de calidad, y la formulación de la mezcla en proporciones balanceadas. Además, se implementó una metodología experimental con grupos de control y un grupo de prueba, a fin de evaluar los efectos de este suplemento sobre la producción y la calidad de la leche, lo que permitió un análisis comparativo detallado.

**Selección de la materia prima:** El primer paso consiste en la selección cuidadosa de la materia prima. Para la harina de Albahaca, hojas frescas, libres de marchitez, plagas o enfermedades, garantizando así una base de alta calidad. En el caso de la sal mineralizada debe

cumplir con los estándares nutricionales requeridos para bovinos, incluyendo niveles óptimos de calcio, fósforo, sodio y magnesio, entre otros minerales esenciales.

**Pesaje de la materia prima:** En este paso, tal y como se presenta en la Figura 3, se pesaron las hojas de albahaca, tanto con como sin tallos, para calcular el rendimiento obtenido tras el proceso de secado. Además, se registraron las cantidades necesarias de sal mineralizada, siguiendo la proporción recomendada del 50 % de cada componente, asegurando una base homogénea para la mezcla final.

### Figura 3

*Pesaje de materia prima (Albahaca)*



*Nota:* Este paso es crucial para asegurar que las cantidades sean precisas, lo que garantiza la eficacia y homogeneidad de la mezcla para los bovinos.

**Secado de las hojas:** Las hojas de albahaca se colocaron sobre una superficie limpia, desinfectada y bien ventilada, evitando cualquier tipo de contaminación. En la Figura 4, se puede observar que el proceso de secado se realizó hasta obtener hojas crujientes al tacto, garantizando así la ausencia de humedad y minimizando el riesgo de formación de moho.

**Figura 4**

*Secado de hojas de Albahaca*



**Control de calidad de la harina:** Una vez procesadas las hojas, se realizaron análisis básicos para asegurar la ausencia de humedad residual y contaminantes. Además, se verificaron el aroma y el color como indicadores de frescura y calidad, garantizando que el producto final cumpla con los estándares necesarios.

**Mezcla con la sal mineralizada:** La harina de albahaca se combinó con la sal mineralizada en una proporción balanceada del 50 %, basada en los requerimientos nutricionales de los bovinos. Para lograr una distribución homogénea, se utilizó un mezclador manual, asegurando la integración adecuada de ambos componentes.

**Figura 5**

*Mezcla con sal mineralizada*



*Nota:* La homogeneidad de la mezcla asegura que los bovinos reciban una dosis equilibrada de nutrientes, maximizando los beneficios del suplemento.

**Empaque y almacenamiento:** La mezcla final se empacó en recipientes herméticos o bolsas, debidamente etiquetados con información sobre su composición, fecha de producción y caducidad. Posteriormente, se almacenó en un lugar fresco, seco y protegido de la luz solar directa, manteniendo su calidad y vida útil.

**Figura 6**

*Empaque y almacenamiento del producto*



*Nota:* El producto final se empaquetó en bolsas herméticas y se almacenó en un lugar fresco y seco para preservar su calidad.

**Dosificación y suministro a los bovinos:** Se determinó la dosis diaria adecuada por animal, en función de su edad, peso y objetivo nutricional, como la producción de leche o el engorde. La mezcla se proporcionó en comederos limpios o como complemento en su dieta habitual, garantizando un consumo óptimo.

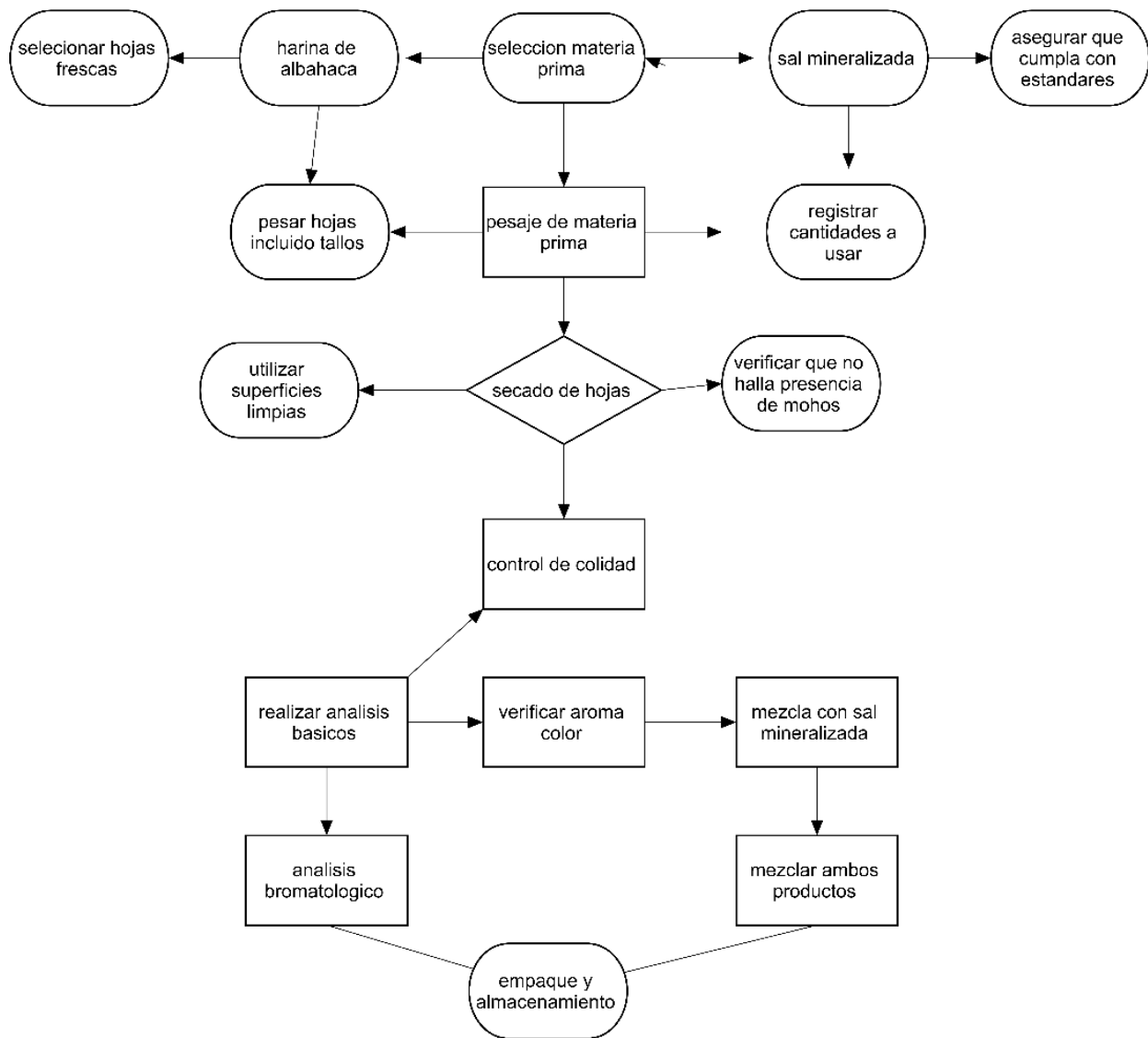
**Monitoreo de resultados:** Durante el periodo de evaluación, se observó la aceptación del suplemento por parte de los bovinos y se registraron sus efectos en salud, producción y comportamiento. Con base en los resultados obtenidos, se ajustó la fórmula o dosificación según fue necesario.

**Documentación:** Se llevó un registro detallado de todo el proceso, incluyendo las cantidades utilizadas, las fechas y las observaciones de campo. Este registro es esencial para mejorar futuros procesos y asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes.

En la Figura 3, se presenta el diagrama de flujo con el método óptimo de extracción y rendimiento de la harina de Albahaca incluyendo su mezcla con sal mineralizada como complemento para bovinos.

**Figura 7**

*Diagrama de flujo elaboración harina de Albahaca*



*Nota:* Elaboración propia. El diagrama de flujo permite identificar el proceso desarrollado para obtener harina de Albahaca y realizar la evaluación en los tres lotes de animales de prueba.

Para realizar la evaluación en los tres lotes de animales de prueba se utilizaron 12 animales de prueba, divididos en tres grupos de 4 animales cada uno. Solo a uno de los grupos (T2) se le suministró una mezcla de harina de Albahaca y sal mineralizada, mientras que los otros dos grupos actuaron como control. A los animales del grupo T2 se les proporcionaron 20 gramos de harina de

albahaca y 20 gramos de sal mineralizada por animal evaluado, lo que equivale a un total de 80 gramos diarios por cada animal. Estos suplementos se administraron durante un periodo de 45 días.

Para determinar la cantidad de libras de Albaca fresca se desarrolló la siguiente relación presentadas en la ecuación 1 (Ec. 1) y ecuación 2 (Ec. 2).

$$1 \text{ libra de Albahaca Fresca} \cong 20 \text{ gramos de Albahaca seca (Ec. 1)}$$

$$x \text{ Libras de Albahaca Fresca} \cong 3600 \text{ gramos de Albahaca Fresca (Ec. 2)}$$

$$\frac{1 \text{ libra de Albahaca fresca}}{20 \text{ gramos de Albahaca seca}} = \frac{x \text{ libras de Albahaca seca}}{3600 \text{ gramos de Albahaca seca}}$$

$$\text{Resolviendo para } x \text{ tenemos: } x = \frac{3600 \text{ g} * 1 \text{ lb}}{20 \text{ g}} = \frac{3600 \text{ g}}{20 \text{ g}} = 180 \text{ lb Albahaca Fresca}$$

En total, se utilizaron 3,600 gramos de harina de albahaca seca para todo el periodo de evaluación. Cabe destacar que, para obtener esta cantidad de harina, se emplearon aproximadamente 180 libras de hojas de albahaca fresca. Este enfoque permitió evaluar los efectos del suplemento nutricional en comparación con los grupos de control, que no recibieron la mezcla de harina de albahaca y sal mineralizada.

#### **4.2 Objetivo 2. Realizar Análisis Bromatológico de la Harina de Albahaca para Garantizar su Calidad Según Requerimientos Nutricionales de los Animales**

Para garantizar la calidad nutricional de la harina de albahaca utilizada en la alimentación bovina, se realizó un análisis bromatológico detallado, cuyos resultados se presentan en la Tabla 4. Este análisis evaluó diversos parámetros como humedad, proteína, grasa, fibra, carbohidratos, cenizas y valor calórico.

**Tabla 4***Resultado prueba de laboratorio análisis bromatológico*

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	TÉCNICA
Humedad	13,51	%	NTC 529
Proteína	16,81	%	NTC 4657
Cenizas	13,15	%	NTC 282
Grasa	4,58	%	NTC 668
Fibra	13,51	%	NTC668
Carbohidratos	38,44	%	CÁLCULO
Valor Calórico	262,22	Kcal/100g	CÁLCULO

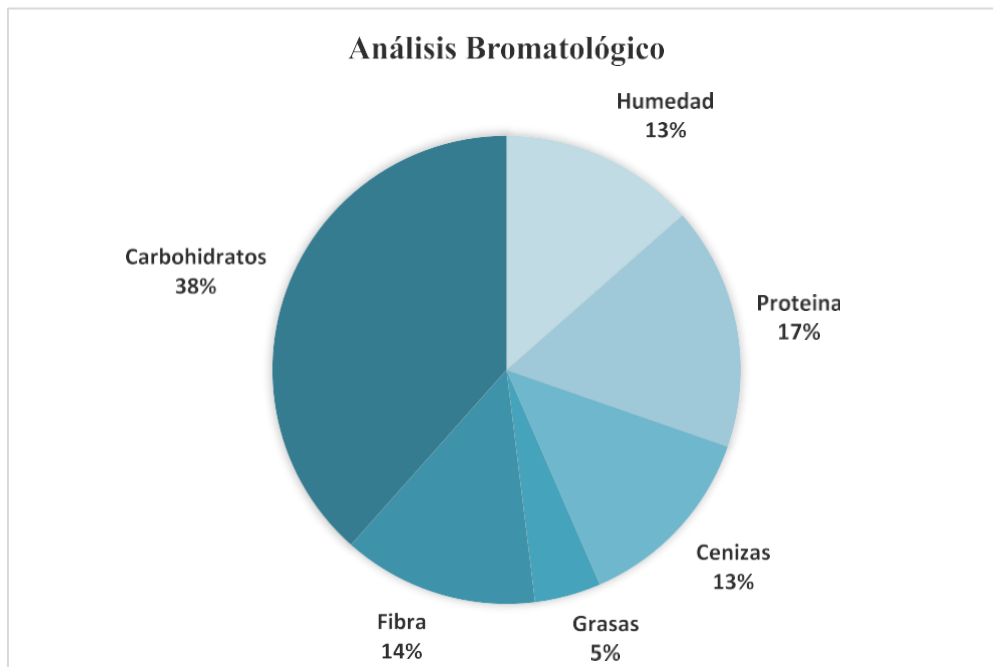
*Nota:* Análisis bromatológico emitido por el laboratorio LABOLIME (2023).

. Los datos obtenidos muestran que la harina de Albahaca tiene un perfil nutricional equilibrado, destacándose por su alto contenido de proteínas (16,81 %) y fibra (13,51 %), lo que la convierte en un suplemento adecuado para mejorar la salud y productividad de los bovinos. A pesar de que el proceso de secado reduce algunos compuestos volátiles, como el Eugenol, se concentra una mayor cantidad de compuestos bioactivos beneficiosos para los animales.

Además, como se puede apreciar en la Grafica 1, el porcentaje de proteína de 16,81%, en este suplemento presenta una buena fuente de este nutriente esencial para el crecimiento y la producción de leche. También, el porcentaje de fibra, que alcanza un 13,51%, es beneficiosa para la salud digestiva de los bovinos, favoreciendo el correcto funcionamiento de su sistema gastrointestinal.

**Gráfica 1**

*Resultados de análisis bromatológico de la harina de Albahaca*



El contenido de humedad representado de 13,51%, indica un nivel adecuado para evitar la proliferación de microorganismos, sin afectar la calidad de la harina. Las cenizas, con un 13,15%, sugieren que la harina tiene una buena cantidad de minerales, lo cual es importante para la salud ósea y el metabolismo mineral del ganado. En cuanto a las grasas (4,58%), y los carbohidratos (38,44%), estos proporcionan energía de manera eficiente, contribuyendo al desarrollo y a la producción de leche de los bovinos.

En general, estos resultados respaldan la utilización de la harina de Albahaca como un suplemento alimenticio efectivo, que no solo mejora la salud de los animales, sino que también puede potenciar su rendimiento productivo.

### **4.3 Objetivo 3. Establecer y Comparar la Producción de Leche en dos Lotes de Investigación Dentro de un Plazo Determinado, Analizando los Cambios en los Sólidos Lácteos al Suministrar Harina de Albahaca**

La investigación se realizó durante un período de 45 días, comprendido entre el 1 de septiembre y el 15 de octubre de 2023. Para llevar a cabo este estudio, se seleccionaron 12 bovinos hembras, las cuales fueron distribuidas en tres grupos de 4 animales cada uno, identificados como T0, T1 y T2.

Para cumplir con este objetivo del proyecto, se diseñó un experimento enfocado en evaluar y comparar la producción de leche en tres lotes de bovinos bajo diferentes condiciones de alimentación. Este análisis se realizó considerando un plazo determinado y prestando especial atención a los cambios en los sólidos lácteos al suministrar un suplemento basado en harina de albahaca. A continuación, se describe el procedimiento seguido para la identificación y diferenciación de los lotes de estudio, estableciendo las bases para el análisis comparativo entre los grupos tratados y los controles.

#### *1. Identificación de los lotes de estudio*

La correcta identificación de cada lote fue clave para garantizar un control adecuado de las variables y asegurar la validez de los resultados. Los lotes fueron diferenciados de la siguiente manera:

**Lote T2 (Tratamiento).** Este grupo fue identificado con marcas rojas y recibió una dieta suplementada con sal mineralizada mezclada con harina de Albahaca en las proporciones previamente definidas. Este lote permitió evaluar los efectos del suplemento en la producción y

calidad de la leche, considerando su impacto potencial en los sólidos lácteos y otros parámetros de interés.

**Lote T1 (Control 1).** Marcado con color negro, este lote recibió únicamente sal mineralizada, sin la adición de harina de Albahaca. Este grupo actuó como un control positivo, ayudando a comparar los efectos del tratamiento con una dieta basada exclusivamente en un suplemento tradicional.

**Lote T0 (Control 2).** Este grupo no recibió ningún tipo de intervención, ni sal mineralizada ni harina de albahaca. Sirvió como un control absoluto, proporcionando una línea base para medir los efectos de ambos tratamientos en los otros grupos.

## 2. Evaluación de homogeneidad

Tras la identificación y marcaje de los lotes, en la Tabla 5, se detallan las características de homogeneidad de los animales asignados a los tres grupos de estudio. Este análisis permitió verificar que no existían diferencias significativas entre los lotes al inicio del experimento, asegurando así la validez y la confiabilidad de los resultados obtenidos

**Tabla 5**

*Características de los lotes de estudio*

Lote	Identificación	Edad (Años)	Peso (Kg)	Número de Partos	Condición	Color de Marca
Lote 0	1	8	430	4	Libre pastoreo	Roja
Lote 0	2	8	370	4	Libre pastoreo	Roja
Lote 0	3	7	350	2	Libre pastoreo	Roja
Lote 0	4	6	440	3	Libre pastoreo	Roja
Lote 1	1	4	450	1	Libre pastoreo	Negra

Lote 1	2	6	340	3	Libre pastoreo	Negra
Lote 1	3	4	340	1	Libre pastoreo	Negra
Lote 1	4	4	380	1	Libre pastoreo	Negra
Lote 2	1	8	440	5	Libre pastoreo	Sin especificar
Lote 2	2	8	340	5	Libre pastoreo	Sin especificar
Lote 2	3	7	380	5	Libre pastoreo	Sin especificar
Lote 2	4	6	430	2	Libre pastoreo	Sin especificar

*Nota:* Características de los animales en cada lote experimental, incluyendo edad, peso, número de partos y condición de manejo, identificados según su marca y tratamiento recibido.

Previo al inicio del suministro de la harina de Albahaca, se realizó el registro inicial de la producción láctea de cada animal incluido en la evaluación. Estos resultados presentados en la Tabla 6, sirvieron como referencia para analizar los cambios y dar cumplimiento al tercer objetivo de la investigación.

**Tabla 6**

*Consolidado de medición inicial de litros de leche y presencia de moscas en lotes de estudio*

Lote	Identificación	Litros Iniciales	Presencia de Moscas
Lote 0 (Control sin Tratamiento)	1	4	Si
	2	5	Si
	3	4	Si
	4	4	Si
Lote 1 (Sal mineralizada sin Harina de Albahaca)	1	4	Si
	2	5	Si
	3	4	Si
	4	4	Si
Lote 2 (Sal mineralizada con Harina de Albahaca)	1	4	No
	2	4	Si
	3	5	Si
	4	5	Si

*Nota:* La tabla consolida los datos de los tres lotes de evaluación, indicando la medición inicial de litros de leche producidos y la presencia de moscas al inicio del estudio. Los resultados obtenidos sirvieron como referencia para el análisis comparativo posterior.

Como parte del proceso experimental, se suministró sal mineralizada en combinación con harina de Albahaca a los animales evaluados, administrándola día de por medio. Para monitorear los efectos de esta dieta en la producción láctea, se registraron diariamente los volúmenes de leche producidos por cada animal. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 7, permitiendo analizar el impacto del tratamiento en la productividad diaria de los bovinos, ofreciendo una base sólida para evaluar los beneficios de este suplemento dietario.

**Tabla 7**

*Producción diaria de leche (en litros) de los tres lotes de estudio*

Día	Lote 0 (Litros diarios Sin Sal Mineralizada ni Harina de Albahaca)				Lote 1 (Litros diarios adicionando sal mineralizada sin harina de Albahaca)				Lote 2 (Litros diarios adicionando sal mineralizada con harina de Albahaca)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00
2	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00
3	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00
4	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00
5	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00
6	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,50	4,50	5,50	5,50
7	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,10	4,10	5,10	5,10
8	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,15	4,15	5,15	5,15
9	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,20	4,20	5,20	5,20
10	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,25	4,25	5,25	5,25
11	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,30	4,30	5,30	5,30

12	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,35	4,35	5,35	5,35
13	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,40	4,40	5,40	5,40
14	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,45	4,45	5,45	5,45
15	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,50	4,50	5,50	5,50
16	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,55	4,55	5,55	5,55
17	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,60	4,60	5,60	5,60
18	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,65	4,65	5,65	5,65
19	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,70	4,70	5,70	5,70
20	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,75	4,75	5,75	5,75
21	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,80	4,80	5,80	5,80
22	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,85	4,85	5,85	5,85
23	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,90	4,90	5,90	5,90
24	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,95	4,95	5,95	5,95
25	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00
26	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,50	5,50	6,50	6,50
27	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,10	5,10	6,10	6,10
28	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,15	5,15	6,15	6,15
29	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,20	5,20	6,20	6,20
30	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,25	5,25	6,25	6,25
31	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,30	5,30	6,30	6,30
32	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,35	5,35	6,35	6,35
33	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,40	5,40	6,40	6,40
34	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,45	5,45	6,45	6,45
35	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,50	5,50	6,50	6,50
36	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,55	5,55	6,55	6,55
37	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,60	5,60	6,60	6,60
38	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,65	5,65	6,65	6,65
39	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,70	5,70	6,70	6,70
40	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,75	5,75	6,75	6,75
41	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,80	5,80	6,80	6,80
42	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,85	5,85	6,85	6,85

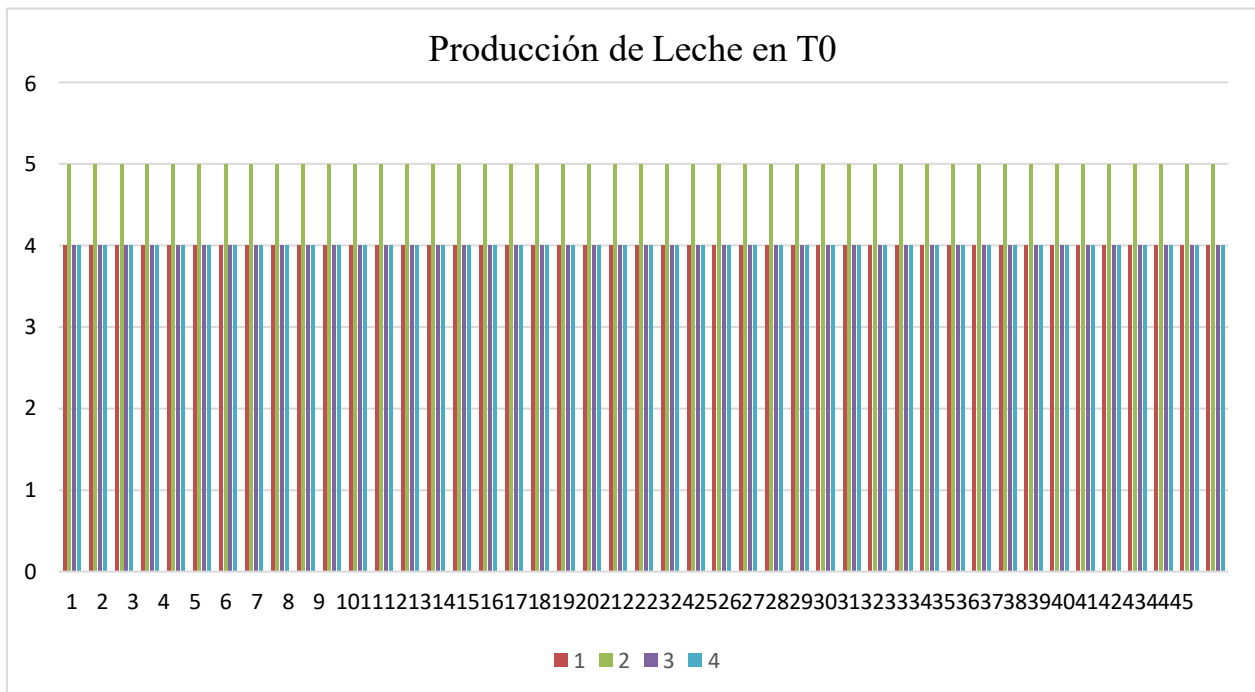
43	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,90	5,90	6,90	6,90
44	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,95	5,95	6,95	6,95
45	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	6,00	6,00	7,00	7,00

*Nota:* La tabla muestra la producción diaria de leche de tres lotes de vacas durante 45 días. El Lote 2, con harina de albahaca, presenta un incremento progresivo en la producción, destacando su efecto positivo en la dieta bovina.

La grafica 2, presenta la evolución de la producción de leche en el Lote 0 durante un período de 45 días. Esta representación permite observar las fluctuaciones y tendencias en la producción lechera, mostrando el desempeño del lote a lo largo del tiempo y permitiendo una evaluación detallada de los factores que podrían haber influido en dichos resultados.

**Gráfica 2**

*Representación de producción láctea en Lote 0*

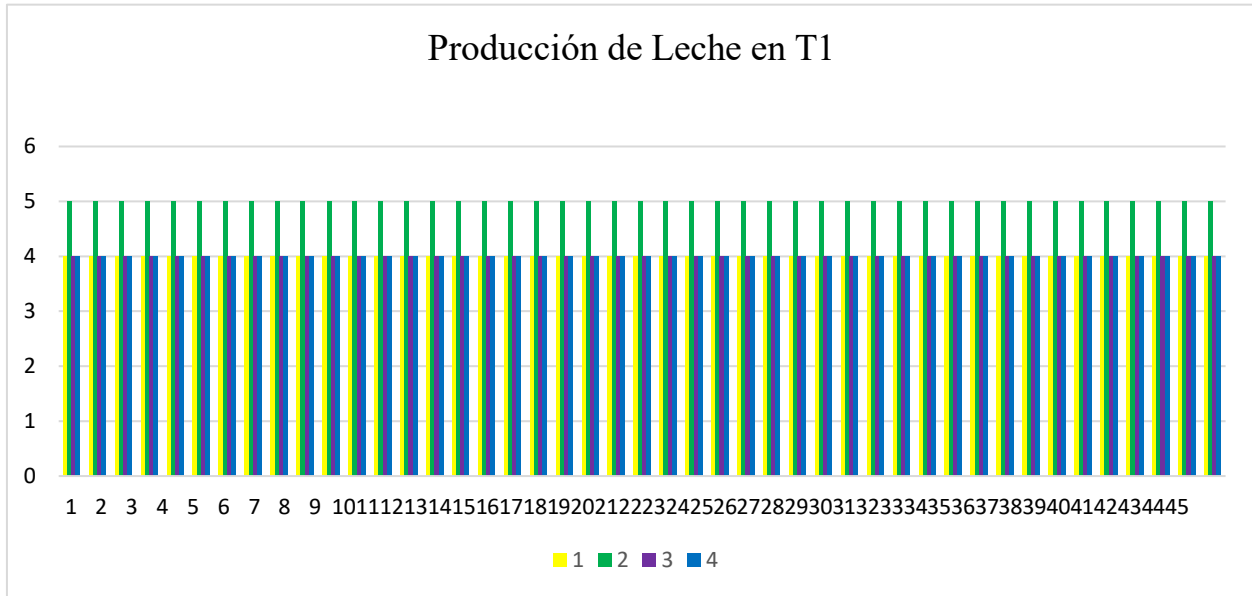


*Nota:* Los bovinos a los cuales no se les suministro ni sal ni harina mantuvieron su producción normal no presento ningún cambio.

La Gráfica 3, muestra la producción de leche en el Lote 1 durante un período de 45 días. A representado las variaciones en la producción lechera de este lote, lo que facilita la comparación con otros tratamientos.

**Gráfica 3**

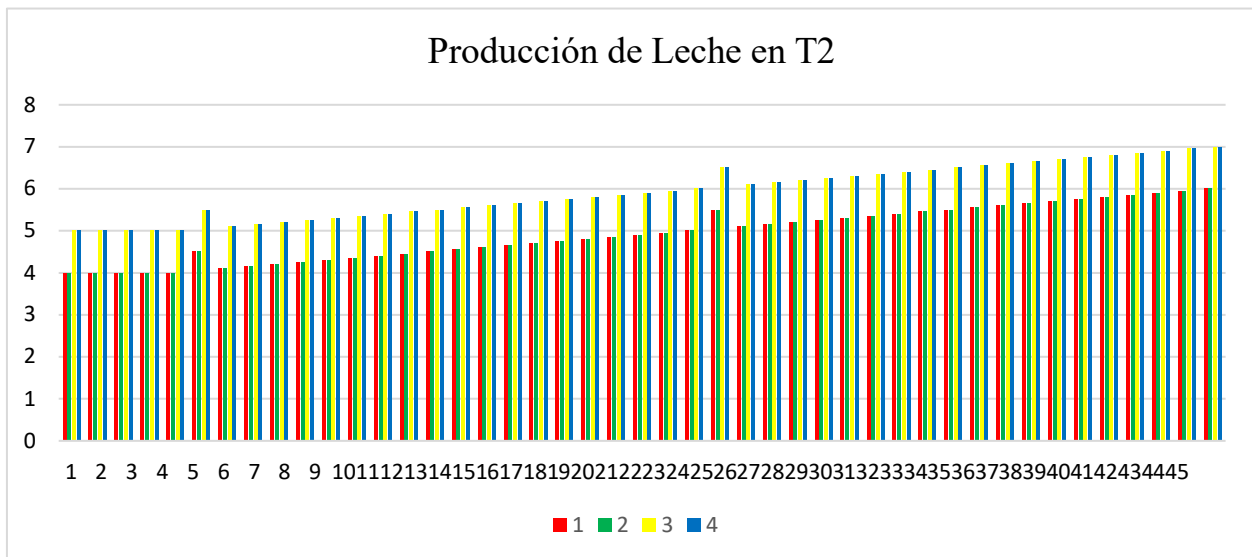
*Representación de producción láctea en Lote 1*



Nota: En la gráfica se pueden observar los litros de leche producidos por los bovinos a los cuales no se les suministro harina de albahaca, solamente sal mineralizada por los respectivos 45 días.

**Gráfica 4**

*Representación de producción láctea en Lote 2*



Nota: En la gráfica anterior se observa el incremento en la producción de leche de los animales a los que se les suministró harina de Albahaca durante un período de 45 días.

Al analizar las tablas y gráficas, se observó un cambio positivo en el tratamiento 2 (T2), mientras que en los tratamientos 0 (T0) y 1 (T1) no se registraron variaciones significativas en la producción de leche. En base a estos resultados, se tomaron muestras de leche de los grupos evaluados, especialmente de los lotes T1 y T2, para evaluar el impacto de los cambios en la dieta. Estos tratamientos recibieron suplementación con sal mineralizada y, en el caso de T2, con harina de albahaca. A continuación, se exponen los resultados obtenidos de esta evaluación.

**Análisis de Sólidos de la Leche:** Para determinar los sólidos presentes en la leche, se tomaron muestras el mismo día de la prueba, sin aplicar cadena de frío, con el objetivo de obtener una muestra más representativa y precisa de las condiciones reales de producción. Las muestras fueron recolectadas utilizando utensilios con capacidad de un litro (ver anexos, apéndice 6), lo que garantizó una medición consistente y permitió verificar la efectividad de la evaluación diaria.

El análisis de los sólidos se realizó utilizando equipos de laboratorio especializados, los cuales permitieron determinar el pH y otros componentes sólidos de la leche. Esta evaluación no solo se centró en los sólidos, sino que también proporcionó información sobre las condiciones de los terrenos donde se encuentran los animales y el tipo de forraje que consumen. Estos factores influyen directamente en la calidad de la leche producida.

Aunque no se utilizó cadena de frío durante la recolección, el procedimiento adoptado buscó reflejar de manera fiel las prácticas habituales de manejo de los animales y el entorno en el que se desarrollan. El uso de utensilios de un litro facilitó la recolección de muestras diarias, asegurando la homogeneidad de los datos y permitiendo una comparación precisa entre los diferentes días y condiciones de alimentación.

Este enfoque integral ofrece una visión más completa de cómo los factores ambientales y dietéticos impactan en la calidad de la leche, destacando la importancia de un manejo adecuado de los forrajes y las condiciones del terreno en la producción láctea. A continuación, se presentan los resultados de los análisis de sólidos de las muestras de leche.

#### *Muestra Lote 1 y Lote 2*

En la Tabla 8, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la muestra del Lote 1 y Lote 2, donde se determinaron los principales componentes de la leche, incluyendo grasa, proteína, lactosa, y otros parámetros físico-químicos relevantes, los cuales son esenciales para evaluar la calidad y composición de la leche producida.

**Tabla 8***Análisis de sólidos de muestras de leche en T1 y T2*

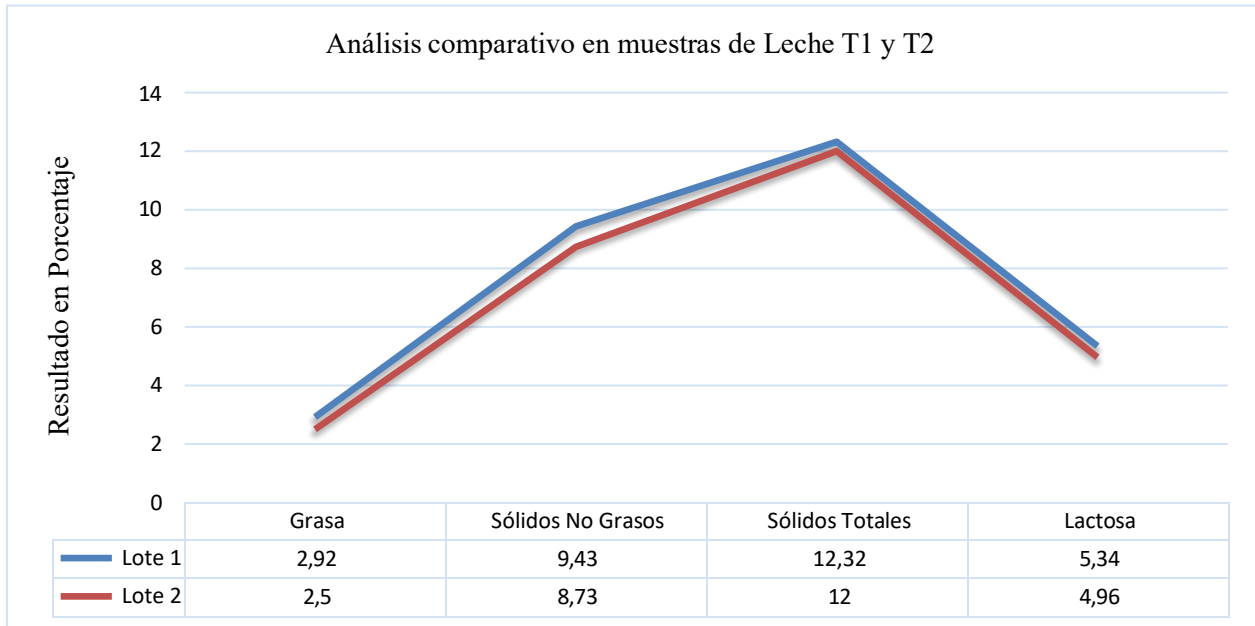
<b>Componente</b>	<b>Valor T1</b>	<b>Valor T2</b>
Grasa	2,92%	2,5%
Punto de congelación	-0,621°C	-0,59°C
Sólidos no grasos (SNG)	9,43%	8,73%
Sólidos Totales	12,32%	12%
Densidad	34,23	31,97
pH	7,71	7,70
Lactosa	5,34%	4,96%
Conductividad	6,25	6,51

*Nota:* Al realizar el análisis de los sólidos en la leche, no se registró ningún cambio. Esto determinó que, al suministrar únicamente sal mineralizada, no se reflejan variaciones en la composición de la leche.

En la Gráfica 2, se muestra una comparación entre los dos lotes de investigación (T1 y T2), analizando los principales componentes de la leche, como grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, densidad, pH, lactosa, conductividad y punto de congelación. Esta comparación facilita la observación de las variaciones en la calidad de la leche entre ambos tratamientos, proporcionando información crucial sobre el impacto de la suplementación y las condiciones de manejo en la producción láctea.

**Gráfica 5**

*Análisis de sólidos de las muestras de leche para T1 y T2*



*Nota:* Variaciones mínimas entre Lote 1 y Lote 2 en el análisis de sólidos.

Al analizar la gráfica que compara los sólidos lácteos entre T1 y T2, se observa que la suplementación con harina de Albahaca (T2) tuvo efectos diferenciados en los parámetros evaluados. Aunque T2 presenta una ligera reducción en componentes como grasa (2,5% frente a 2,92%), sólidos no grasos (8,73% frente a 9,43%) y lactosa (4,96% frente a 5,34%), estos valores aún se mantienen dentro de rangos aceptables para la calidad de la leche. Por otro lado, la conductividad es mayor en T2 (6,51 frente a 6,25), lo que podría estar relacionado con una mejor estabilidad en la leche bajo las condiciones evaluadas.

## 5 Conclusiones

- Se estableció un método eficiente de extracción de harina de albahaca combinada con sal mineralizada, desarrollando un suplemento de alta calidad que mejora la salud del ganado y optimiza la producción lechera. Este enfoque garantiza el cumplimiento de los requerimientos nutricionales bovinos y se alinea con normatividades como la NTC 421:2022.

- Los análisis bromatológicos confirmaron que la harina de albahaca seca es adecuada para la alimentación bovina, destacando su contenido de proteína (16,81%), fibra (13,51%) y carbohidratos (38,44%). Aunque el secado disminuye algunos compuestos volátiles, se concentran nutrientes esenciales que favorecen la salud y productividad del ganado.

- El lote T2, suplementado con harina de albahaca, presentó un aumento sostenido en la producción de leche de 50 mililitros diarios desde el quinto día, superando a los lotes T0 y T1. Esto demuestra la efectividad del suplemento, especialmente en condiciones adversas como la escasez de pasto, y su potencial para beneficiar razas de alto rendimiento lechero.

- El análisis de sólidos lácteos mostró mínimas variaciones entre T1 y T2, manteniéndose dentro de los estándares normativos. T2 evidenció ligeras reducciones en grasa, lactosa y sólidos totales, sin comprometer la calidad de la leche, respaldando la viabilidad de la harina de albahaca como complemento nutricional.

- Aunque el empaque y rotulado del producto están en desarrollo, la harina de albahaca cumple con parámetros bromatológicos y legales necesarios para garantizar calidad y seguridad. Su consolidación como suplemento confiable dependerá de su adecuación a la NTC 421:2022.

Estos hallazgos subrayan el potencial de la harina de Albahaca como un complemento efectivo en la producción lechera, cumpliendo los objetivos del estudio y resaltando la necesidad de continuar investigando su uso en ganadería.

## 6 Recomendaciones

*Estudios sobre dosis óptimas.* Aunque los resultados iniciales son prometedores, se recomienda profundizar en investigaciones que determinen la dosis óptima de harina de albahaca seca en la dieta de los bovinos. Esto permitirá maximizar los beneficios en la producción lechera sin comprometer la salud y el bienestar de los animales.

*Exploración de combinaciones con otras fuentes nutricionales.* Se sugiere evaluar la sinergia entre la harina de albahaca y otros forrajes o suplementos nutricionales. La integración de diversas fuentes podría potenciar los beneficios tanto en la productividad como en la salud del ganado, ofreciendo soluciones más completas y efectivas.

*Monitoreo de salud animal.* Es esencial implementar un seguimiento continuo de la salud del ganado durante el uso del suplemento con harina de albahaca. Este monitoreo debe incluir parámetros como digestibilidad, bienestar animal y detección de posibles efectos secundarios o enfermedades, garantizando así la sostenibilidad del suplemento en la dieta.

*Pruebas en diferentes condiciones climáticas y geográficas.* Replicar el estudio en diversas condiciones ambientales y geográficas permitirá evaluar la efectividad de la harina de albahaca en contextos variados. Esto es crucial para validar su aplicabilidad en otras regiones y garantizar resultados consistentes en climas y ecosistemas distintos.

*Capacitación para ganaderos.* Se recomienda implementar programas de formación dirigidos a los ganaderos sobre el uso adecuado de la harina de albahaca como suplemento nutricional. Estas capacitaciones contribuirán a su correcta aplicación, mejorando la productividad y aumentando la rentabilidad, especialmente para pequeños y medianos productores.

### Referencias

- Arango Nieto, L. (1972). *Manejo de las vacas lecheras bajo condiciones tropicales*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/29488>.
- Ardila Silva, A. (2010). Valor genético estimado y qtl que afecta el porcentaje de sólidos totales en la raza bovina GYR. *Revista De Medicina Veterinaria*, (20), 27–37. <https://doi.org/10.19052/mv.580>
- Asosimmental-colombia. (2020). *Nuestra raza simbrah*. Asociación Simmental Simbrah Colombia.
- Bacci, M. L. V., Borja, M. J. C., & Casallas, L. E. M. (2014). Selección de los canales de distribución del ganado vacuno en Cumarál y Barranca de Upía. *Inquietud Empresarial*, 13(2), 73–89. <https://doi.org/10.19053/01211048.2737>
- Becerril-Pérez, C. M., & Rosendo-Ponce, A. (2019). La raza bovina criolla Lechero Tropical. *AgroProductividad*, 12(12). <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1559>
- Becerril-Pérez, C. M., & Rosendo-Ponce, A. (2021). La raza bovina criolla Lechero Tropical. *Agro-Divulgación*, 1(CERO). <https://doi.org/10.54767/ad.v1i1.13>
- Certified Humane. (2022, 25 de noviembre). *Buenas prácticas de ordeño: La importancia de la salud de las vacas y los ordeñadores*. <https://certifiedhumanelatino.org/buenas-practicas-de-ordene-la-importancia-de-la-salud-de-las-vacas-y-los-ordenadores/#:~:text=Ordeño%20sustentable%20-%20concepto,realiza%20para%20obtener%20la%20leche>".

Colcha Gusqui, R. C. (2015). *Efecto de la utilización de Ocimum basilicum (Albahaca) y Cinnamomum verum (Canela) en la producción de pollos broilers* [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. biblioteca Espoch. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/5260/1/TESIS.%20para%20imprimir%202015.pdf>

Colorado, F., Montañez, I., Bolaños, C., & Rey, J. (2013). Crecimiento y desarrollo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) bajo cubierta en la Sabana de Bogotá. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16(1), 121–129. <https://doi.org/10.31910/rudca.v16.n1.2013.866>

CONtexto ganadero. (2015, 6 de marzo). *Los múltiples beneficios de las sales minerales en el ganado bovino* | CONtexto Ganadero. CONtexto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/los-multiples-beneficios-de-las-sales-minerales-en-el-ganado-bovino>

CONtexto ganadero. (2017, 3 de marzo). *Informe: Las fórmulas para calcular la cantidad de materia seca* | CONtexto Ganadero. CONtexto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/informe-las-formulas-para-calcular-la-cantidad-de-materia-seca>

Espicias Arias. (2021, 19 de febrero). *Albahaca, ¿cómo se usa?, propiedades Y beneficios*. <https://especiarias.com/albahaca-planta-propiedades/>

Farías, C., Cisternas, C., Morales, G., Muñoz, L., & Valenzuela, R. (2022). Albahaca: Composición química y sus beneficios en salud. *Revista chilena de nutrición*, 49(4), 502–512. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182022000500502>

Función pública. (26 de Mayo de 2015). Decreto 1071 de 2015 Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural. Obtenido de Funcionpublica:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=76838>

ICONTEC. (2022). *Norma Técnica Colombiana NTC 421:2022*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Lara y Lara, P. E., Itzá Ortiz, M. F., Aguilar Urquiso, E., & Sanginés García, J. R. (2010). Harinas de hojas de plantas aromáticas como fitoterapéuticos en pollos de engorda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(3), 294–298. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2010000300009>

Molina, X. M., Alfaro, M., & Saldaña, R. (2014). *Composicion de alimentos para el ganado bovino* (4ª ed.). Consorcio Tecnológico de la Leche. <https://consorciolechero.cl/wp-content/uploads/2021/04/composicion-de-alimentos-para-ganado-bovino.pdf>

Minagricultura. (06 de Enero de 2022). Ley 2183 de 06 de Enero 2022. Obtenido de Minagricultura:

<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/LEY%202183%20DEL%206%20DE%20ENERO%20DE%202022.pdf>

Razas bovinas de Colombia. (s.f.). *Gir / Gyr*. Razas Bovinas de Colombia. <https://razasbovinasdecolombia.weebly.com/gir--gyr1.html>

Salas-Pérez, L., Moncayo-Lujan, M. d. R., Borroel-García, V. J., Guzmán-Silos, T. L., & Ramírez-Aragón, M. G. (2022). Composición fitoquímica y actividad antioxidante en tres variedades de albahaca por efecto de distintos solventes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (28), 113–123. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3267>

Somex. (2021, 7 de julio). *Qué papel cumplen las sales mineralizadas en la alimentación ganadera*. <https://somex.com.co/que-papel-cumplen-las-sales-mineralizadas-en-la-alimentacion-ganadera/>

Vargas Blandón, S. (2023). *Suplementación estratégica en bovinos y su uso en el herrero claramar S.A.S.* [Trabajo de grado, Unilasallista Corporación Universitaria]. <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/936df2e8-363a-4407-aa1f-0eb579b8407d/content>

Vega Fierro, O. J. (2022, 14 de junio). *Los sistemas de pastoreo*. Somex. <https://somex.com.co/conoces-los-sistemas-de-pastoreo-aqui-te-los-contamos/>

Zea Gordillo, R. E., Gómez Hernández, E. E., & Esponda Perez, J. A. (2023). Alternativa comercial sustentable del ganado bovino en la región frailesca. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(2). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.660>

## Apéndice

### Apéndice A

*Pesaje de la planta completa (hojas y tallos)*



### Apéndice B

*Pesaje de hojas*



**Apéndice C**

*Secado de hojas de Albahaca*



**Apéndice D**

*Identificación de animales de evaluación*



**Apéndice E**

*Medición inicial de litros de leche*



**Apéndice F**

*Suministro de sal mineralizada*



**Apéndice G**

*Suministro de harina de Albahaca*



**Apéndice H**

*Consumo de sal mineralizada*

