

# **Universidad Técnica Nacional**

**Sede de Atenas**

**Ingeniería en Sistemas de Producción Animal**

**Evaluación del uso de *Saccharomyces cerevisiae* como suplemento en la alimentación de terneras desde el nacimiento hasta el destete en una lechería de bajura, San Carlos, Costa Rica.**

**Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Producción Animal**

**Estudiantes:**

**Andrea Quirós Fernández.**

**Jorge Mario Solano Cubero.**

**Atenas, Costa Rica**

**2025**



### Hoja de aprobación del Tribunal Evaluador

**"Evaluación del uso de *Saccharomyces cerevisiae* como suplemento en la alimentación de terneras desde el nacimiento hasta el destete en una lechería de bajura, San Carlos, Costa Rica".**

Aprobado por el Tribunal Evaluador el día 2 de mayo de 2025 a las 11:30 horas, como requisito para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Producción Animal del o las personas estudiantes:

**Andrea Quirós Fernández, cédula 117680657.**

**Jorge Mario Solano Cubero, cédula 208000571.**

Julio Rodríguez González  
(Tutor)

Melvin Flores Retana  
(Lector)

Fabián Quezada Ramírez  
(Lector)

Manuel Eduardo Campos Aguilar.  
(Director de Carrera)

Felipe Portillo Chaves  
(Sector Productivo)

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE INVESTIGACIONES Y OTROS  
TRABAJOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA  
NACIONAL**

(documento en grupo)

San Carlos, 12 de mayo de 2025


Señores/as

Vicerrectoría de Investigación, Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales, Repositorio Institucional

Estimados señores/as:

Nosotros en calidad de autores de:

Evaluación del uso de *Saccharomyces cerevisiae* como suplemento en la alimentación de terneras desde el nacimiento hasta el destete en una lechería de bajura, San Carlos, Costa Rica.

Nombre completo	Número de identificación	Firma
Andrea María Quirós Fernández	1-1768-0657	
Jorge Mario Solano Cubero	2-0800-0571	

Autorizamos a la Universidad Técnica Nacional para que nuestro documento sea manejado bajo los siguientes parámetros:

Ver CAPÍTULO V. DISPOSICIONES FINALES. Artículo 43. RTFG.	
Marque con una X o un ✓	
Almacenado en el Repositorio institucional.	✓
Disponible en el Repositorio institucional	✓
Divulgación del resumen en el Repositorio UTN con una cantidad de 200 a 500 Palabras (Describe en forma breve el contenido del documento)	✓
Consulta electrónica con texto protegido	✓
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	✓
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	✓

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio. Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros.

La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional. Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Anexo IV  
**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE  
 LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL  
 (Trabajo en grupo)**

Alenas, 2 de mayo 2025.

Señores/as

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores/as,

Nombre completo de sustentantes	Número de identificación
Andrea Maria Quirós Fernández	1-1768-0857
Jorge Mario Solano Cubero	2-0800-0071

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado:

Evaluación del uso de Baccharomys cervinus como suplemento en la alimentación de lecheros desde el nacimiento hasta el destete en una lechería de altura, San Carlos, Costa Rica

El cual se presenta bajo la modalidad de, marque una opción:

Seminario de Graduación

Proyecto de Graduación

Tesis de Graduación

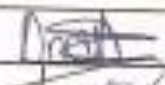
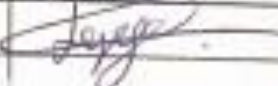
Presentado en la fecha 02/05/2025, autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, sede Alenas, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Ver CAPÍTULO V, DISPOSICIONES, FINALES. Artículo 43. RTFG.

Marque con una X o un ✓	
Conservación y disseminación en las bibliotecas de la Universidad	✓
Almacenado en el Repositorio Institucional.	✓
Divulgado en el Repositorio Institucional.	✓
Divulgación del resumen en el Repositorio UTN (Describe en forma breve el contenido del documento)	✓
Consulta electrónica con texto protegido	✓
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	✓
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	✓

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA) última edición en español. Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros.

La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional. Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre de la persona estudiante	Número de identificación	Firma
Andrea María Quiros Fernández	1-1768-0657	
Jorge Mario Solano Cubero	2-0800-0571	

Fecha: 5 de mayo de 2025

## Resumen

**Título:** Evaluación del uso de *Saccharomyces cerevisiae* como suplemento en la alimentación de terneras desde el nacimiento hasta el destete en una lechería de bajura, San Carlos, Costa Rica.

**Autores:** Jorge Mario Solano Cubero y Andrea Quirós Fernández

En la presente investigación se evaluó el uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* como suplemento probiótico en la alimentación de terneras de reemplazo desde el nacimiento hasta el destete, el objetivo principal fue determinar su impacto en parámetros productivos, sanitarios y económicos. Se trabajó con 20 terneras de la raza Girolando divididas en dos grupos: uno suplementado con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y otro sin suplementación, el suplemento se aplicó diariamente en la toma de leche de la mañana de las terneras. Las variables evaluadas fueron apariencia de las excretas, apariencia física, ganancia de peso, conversión alimenticia y un análisis bioeconómico. Los resultados mostraron una mejora estadísticamente significativa en la apariencia de las excretas en las terneras suplementadas ( $p < 0.05$ ), lo que sugiere mayores beneficios digestivos atribuibles al probiótico, como una microbiota intestinal más estable y menor incidencia de diarreas. Las variables de apariencia física, conversión alimenticia y ganancia de peso no mostraron diferencias significativas entre los grupos, aunque las terneras suplementadas mostraron una leve tendencia positiva en la ganancia de peso, que se le atribuye a otras variables no evaluadas. El análisis bioeconómico indicó que el costo total por ternera fue similar en ambos tratamientos, pero el costo por kilogramo de peso ganado fue ligeramente mayor en el grupo suplementado, lo que sugiere que el uso de suplemento no representó una mejora económica directa bajo las condiciones del estudio.

**Palabras clave:** *Saccharomyces cerevisiae*, terneras de reemplazo, análisis bioeconómico, ganancia de peso, apariencia de excretas, apariencia física, conversión alimenticia.

## ***I. Tabla de contenido***

<i>I. Tabla de contenido</i> .....	8
I. Índice de gráficos.....	11
II. Índice de tablas .....	11
III. Índice de ilustraciones .....	11
IV. Justificación .....	13
V. Introducción .....	15
VI. Objetivo General.....	17
VII. Objetivos específicos .....	17
VIII. Marco Teórico .....	18
1. Sistemas de producción lechera en Costa Rica.....	18
1.1. Cantidad de fincas dedicadas al sistema de producción de leche en Costa Rica. 18	
1.2. Costos de producción de leche .....	18
2. Crianza de terneras de reemplazo en sistemas de producción lechera. ....	19
2.1. Costo de cría de terneras de reemplazo .....	20
2.2. Tipos de alimentación de terneras.....	20
3. Propuestas alimentarias en ganado de leche .....	21
4. Alimentos funcionales .....	22
4.1. Ejemplos de alimento funcionales .....	23

5.	Probióticos .....	23
5.1.	Ejemplos de probióticos .....	24
5.2.	Probióticos como alimentos funcionales en la nutrición animal .....	24
5.3.	Efecto del uso de probióticos en los bovinos.....	25
6.	Levaduras.....	26
6.1.	Saccharomyces cerevisiae .....	26
6.2.	Efectos del uso de Saccharomyces cerevisiae en los bovinos. ....	27
6.3.	Efectos del uso de Saccharomyces cerevisiae en la alimentación de terneras 27	
7.	Procreatin 7 .....	29
7.1.	¿Qué es Procreatin7? .....	29
7.2.	Beneficios del procreatin7 .....	30
IX.	Materiales y métodos .....	31
7.3.	Localización de la explotación .....	31
7.4.	Sistema Productivo .....	31
7.5.	Tratamientos experimentales .....	31
7.6.	Variables a evaluar .....	32
7.7.	Análisis estadístico .....	35
7.8.	Análisis bio económico.....	37
7.9.	Presupuesto parcial .....	37

	10
X. Resultados y discusión.....	39
7.10. Apariencia de excretas .....	39
7.11. Apariencia física .....	41
7.12. Ganancia diaria de peso .....	43
7.13. Conversión alimenticia .....	45
7.14. Análisis bio económico y presupuesto parcial.....	48
XI. Conclusiones y recomendaciones .....	51
Conclusiones .....	51
Recomendaciones.....	53
1. Literatura citada .....	54
2. Anexos .....	65

## I. Índice de gráficos

Gráfico1 Resultados de la comparación de la apariencia de excretas por tratamiento .....	40
Gráfico 2 Grafico de barras comparativo entre los resultados de las observaciones realizadas sobre la apariencia de las excretas de las terneras evaluadas. ....	40
Gráfico 3 Resultados de la comparación de la apariencia física por tratamiento ....	42
Gráfico 4 Grafico de barras comparativos entre los resultados de las observaciones realizadas sobre la apariencia física de las terneras evaluadas. ....	42
Gráfico 5 Comparación de las ganancias de peso entre las terneras con y sin tratamiento. ....	44
Gráfico 6 Medias estimadas sobre la conversión alimenticia de los dos grupos e estudio .....	47

## II. Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de heces según consistencia y forma .....	34
Tabla 2 Clasificación de apariencia física general de terneras .....	35
Tabla 3 Comparación de costo y ganancia de peso en terneras con y sin suplementación de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	49

## III. Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Registros de apariencia de excreta y apariencia física .....	65
Ilustración 2 Registros de alimento consumido y rechazado y de lactoreemplazador consumido .....	66
Ilustración 3 Registros de pesajes semanales .....	67

Ilustración 4 Observación de una excreta tipo 2 .....	68
Ilustración 5 Pesaje de alimento rechazado .....	69
Ilustración 6 Toma de chupón de la mañana .....	70
Ilustración 7 Ternera incluida en el experimento .....	71
Ilustración 8 Ternera suplementada con <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	72

#### **IV. Justificación**

Según Villarreal et al. (2022), en Costa Rica, la actividad ganadera centrada en la producción de leche abarca aproximadamente 13,236 fincas. donde se estima que en estas fincas hay alrededor de 327,130 cabezas de ganado especializadas en la producción de leche y 409,880 destinadas al doble propósito (producción de carne y leche); este conjunto, generan una producción diaria de aproximadamente 1,61 millones de litros de leche.

En los sistemas de producción de ganado lechero, se incluye la crianza de terneras de reemplazo, un área cuyo manejo ha experimentado mejoras a lo largo de los años, sin embargo, en algunos sistemas persiste una baja tasa de crecimiento, lo que resulta en una edad excesiva al primer servicio que puede superar los 24 meses, traduciéndose en una eficiencia deficiente en la crianza de terneras y, por ende, en un aumento de los costos de producción (García et al., 2017).

Ante el desafío que plantea la crianza de terneras de reemplazo, es crucial planificar y mejorar la gestión de las fincas ganaderas en Costa Rica, por lo que se exploran alternativas como el uso de levaduras vivas para prevenir y curar diarreas de diversas causas en animales; además, se busca aprovechar los efectos positivos en parámetros productivos, como la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia, mediante la implementación de probióticos que podría contribuir a mejorar la salud de los terneros, llevando consigo beneficios como la reducción de la mortalidad, la disminución del período de alimentación exclusiva de leche y la reducción de costos asociados a tratamientos medicamentosos (Leonard, 2007; Orozco-Barrantes & Barboza-Arias, 2018; Görgülü et al., 2007).

Dicho proyecto busca enfocarse en utilizar alimentos funcionales que son beneficiosos tanto en la producción como en la sanidad de los animales, como lo son los probióticos que favorecen el desarrollo de la flora microbiana gastrointestinal, además mejora los procesos fisiológicos digestivos, lo que permite un mejor aprovechamiento de los alimentos, por lo que se mejora la ganancia de peso diaria de los animales en hasta un 20%, ya que además también se habla de una ganancia media diaria de hasta más de 100 g/animal/día (Castillo-Barón, 2016; Delgado-Fernández et al., 2019).

## V. Introducción

Actualmente la alimentación de los animales en los sistemas de producción pecuaria en el país constituye aproximadamente entre el 60% y el 70% de los costos totales de producción, subrayando la importancia de trabajar en la optimización de la alimentación (Núñez-Torres, 2017). Además, se menciona que después de la pandemia, los costos de producción han experimentado un aumento de hasta el 80% en algunos sistemas, lo que destaca la necesidad crítica de buscar alternativas para reducir estos costos (Barboza-Navarro et al., 2022).

Dentro de los sistemas de producción pecuaria, como es el caso del ganado lechero, la crianza de terneras de reemplazo emerge como un aspecto crucial; estas terneras, que representan el futuro de cualquier explotación lechera, constituyen un costo significativo y a menudo subestimado por un número considerable de productores antes de que ingresen a su etapa productiva (Elizondo-Salazar & Solís-Chaves, 2018). La crianza adecuada de terneras para reemplazo en el ganado lechero se considera uno de los mayores desafíos en la ganadería moderna, ya que sienta las bases para un sistema de producción pecuario eficiente (Delgado, 2001).

Ante el escenario de aumento en los costos de producción y los desafíos asociados a la crianza de terneras de reemplazo en sistemas de producción de ganado lechero, surgen los alimentos funcionales, estos alimentos ofrecen efectos beneficiosos en la producción y salud de los animales, superando a menudo a los alimentos tradicionales; dentro de la categoría de alimentos funcionales se encuentran los probióticos, que consisten en microorganismos vivos, que cuando se agregan como suplemento en la dieta, favorecen el desarrollo de la flora microbiana gastrointestinal del ganado bovino (Castillo-Barón, 2016).

Según Gutiérrez-Castro & Güechá-Castillo (2016), estudios recientes destacan que la inclusión de probióticos en la dieta animal ha demostrado un aumento óptimo en los parámetros productivos tanto en animales rumiantes como no rumiantes, esto se presenta como una opción positiva para los productores, mejorando indicadores económicos y de producción. Un ejemplo de probiótico alimentario es la *Saccharomyces cerevisiae*, que muestra un impacto positivo en los parámetros productivos y reproductivos de los animales y además, aumenta la digestibilidad de los nutrientes, mejora las variables de morfometría intestinal, modula la población microbiana y beneficia al sistema inmunológico (Cuenca et al., 2022).

En este ensayo, se utilizó *Saccharomyces cerevisiae* con el objetivo de demostrar que la incorporación de esta levadura puede conducir a un aumento en la ganancia diaria de peso de las terneras, también se busca reducir la incidencia de diarreas, favorecer el equilibrio microbiológico del tubo digestivo, mejorar el proceso de población microbiana en el rumen al aumentar el consumo de alimento y además se espera que estos beneficios contribuyan a disminuir la mortalidad y a lograr una edad a primer parto más temprana, mejorando así el rendimiento productivo y bioeconómico del sistema (Paucar-Anasi, 2014).

## VI. Objetivo General

Evaluar el efecto de la suplementación de *Saccharomyces cerevisiae* a la dieta de terneras en parámetros productivos, de salud y económicos en la etapa pre-destete en una finca de ganado lechero.

## VII. Objetivos específicos

- Investigar los efectos de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* como suplemento en la salud y el rendimiento productivo de terneras de reemplazo, desde la primera semana de vida, hasta el destete.
- Analizar datos acerca de indicadores económicos y productivos previos y posteriores a la implementación de *Saccharomyces cerevisiae*, con el fin de evaluar el impacto en la rentabilidad de la actividad ganadera lechera.
- Evaluar la conversión alimenticia, ganancia diaria de peso, apariencia del animal y de las heces en terneras de reemplazo en ganado de leche en la zona norte del país (San Carlos), al ser suplementadas desde su primera semana de vida con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

## **VIII. Marco Teórico**

### **1. Sistemas de producción lechera en Costa Rica**

#### **1.1.Cantidad de fincas dedicadas al sistema de producción de leche en Costa Rica.**

Según los estudios realizados por Villarreal et al. (2022), la actividad ganadera centrada en la producción de leche en Costa Rica involucra alrededor de 13,236 explotaciones, que albergan aproximadamente 327,130 cabezas de ganado especializadas en la producción de leche y 409,880 dedicadas al doble propósito de carne y leche, en conjunto, estas fincas generan una producción diaria de aproximadamente 1.61 millones de litros de leche.

En términos de la distribución de fincas dedicadas a la producción de leche en todo el país, el 80% de las propiedades agrícolas poseen extensiones de tierra inferiores a las 50 hectáreas, dentro de este grupo, el 39% cuenta con menos de 10 hectáreas; por otro lado, solo alrededor del 9% de las fincas superan las 80 hectáreas, pero estas representan hasta un 42% de la población total de ganado en Costa Rica (Vilaboa-Arroniz et al., 2012).

#### **1.2.Costos de producción de leche**

De acuerdo con Hernández (2021), la relevancia de calcular los costos de producción se convierte en una herramienta esencial para la toma de decisiones en la producción animal, comprender los elementos y factores más significativos facilita un análisis detallado y focalizado de cada componente y su impacto en el costo total. En el contexto de Costa Rica, el costo de producción oscila entre ₡185,91 y ₡566,67 por kilogramo de leche, siendo los

costos de alimentación los que destacan como el factor más influyente, representando el 53%, seguido por la mano de obra con un 21%, el mantenimiento con un 8%, y otras variables como reproducción, salud, transporte y servicios generales, que en conjunto suman el 18% (Castro-Chávez, 2019).

En sistemas de producción de leche que requieren una alimentación concentrada, el suministro de alimentos para los animales representa aproximadamente entre el 60% y el 70% de los gastos totales de producción, destacando la importancia de mejorar la eficiencia en la alimentación (Núñez-Torres, 2017). Además, la pandemia ha introducido incertidumbre en los costos de producción y en las perspectivas del mercado alimentario, persistiendo incluso casi un año después de su conclusión, y de hecho, según Barboza-Navarro et al. (2022), en ciertos sistemas ganaderos en Costa Rica, los costos de producción de alimentos han experimentado aumentos de hasta un 80%.

## **2. Crianza de terneras de reemplazo en sistemas de producción lechera.**

Cuando se habla de la crianza de terneras de reemplazo en una producción lechera, es muy importante conocerse que su alimentación es lo que va a permitir obtener una ternera que va a lograr alcanzar un mejor desarrollo en un menor tiempo (Hazard, 2004).

Según Pirachicán-Martínez (2020), existen tres tipos de métodos para la crianza de terneras en una producción lechera:

- La crianza natural que se basa en mantener al ternero junto con su madre hasta el destete; este método tiene como desventaja que para el ordeño solamente se puede realizar una vez al día ya que únicamente se ordeña los excedentes de leche que el ternero haya

dejado, y como ventaja tiene que sus costos son muy bajos ya que no requiere de compra de sustitutos lácteos ni de mano de obra para alimentar al ternero.

- La crianza con vacas nodrizas permite utilizar vacas con algún problema que impida que se pueda ordeñar como la mastitis, a estas vacas se les pueden llegar a dar hasta 4 terneros si todos sus pezones son funcionales.

- La crianza artificial es el método más utilizado en las lecherías para tener un mejor crecimiento del ternero, se basa en una alimentación por medio de chupón o balde con sustitutos lácteos o con leche que no puede ser utilizada para la venta.

## **2.1. Costo de cría de terneras de reemplazo**

Para poder determinar el costo que requiere la crianza de terneras de reemplazo se deben de tomar en cuenta dos etapas muy importantes, como lo son la etapa que va desde el nacimiento hasta aproximadamente los tres meses de vida, y de los tres meses hasta los dieciséis meses (Morales-Pavez & Ramírez-Retamal, 2014).

Según Elizondo-Salazar & Vargas-Ramírez (2015), el costo aproximado de la crianza de una ternera de reemplazo de los cero meses hasta los tres meses es de ₡221 287,88, contemplado el rubro de alimentación que en esta etapa se basa principalmente en el lactoreemplazador junto con algunos otros alimentos, el manejo sanitario y mano de obra.

## **2.2. Tipos de alimentación de terneras**

Para los tipos de alimentación de terneras se pueden hablar de dos tipos como lo es primeramente la alimentación líquida, que se basa en la alimentación por medio de leche entera o de lacto reemplazadores, garantizando una alimentación por medio de este método de mínimos 8 semanas (Nemocón-Cobos et al., 2020).

Después de esta, se encuentra la alimentación sólida, que se basa en la suplementación con concentrados, garantizando una buena calidad de estos para no perjudicar el buen desarrollo ruminal (Guilloteau et al., 2009).

### **3. Propuestas alimentarias en ganado de leche**

Se proyecta que la población mundial alcance los 10.000 millones de personas para el año 2050, planteando desafíos sociales significativos como la inseguridad alimentaria, la pobreza global, la escasez de recursos naturales y el creciente impacto del cambio climático; ante este panorama, el sector pecuario a nivel mundial se encuentra en la necesidad de desempeñar un papel fundamental, adoptando prácticas de producción más sostenibles para abordar estos desafíos., esto implica concentrarse en propuestas alimentarias que mejoren la productividad y reduzcan los costos (Moore et al., 2021).

La nutrición desempeña un papel fundamental en el rendimiento de las vacas lecheras, con el objetivo principal de satisfacer sus necesidades nutricionales, mantener la salud, favorecer una función digestiva óptima y buscar maximizar la eficiencia en la utilización de todos los recursos disponibles; en este sentido, se busca lograr una relación beneficiosa entre costo y beneficio en la alimentación, por ende, las estrategias de alimentación, como la inclusión de alimentos funcionales, deben estar orientadas a cumplir uno o varios de estos objetivos (Alpízar-Solís & Romero, 2017).

La estructura agropecuaria en Costa Rica y su relación con el sector lácteo se fundamenta en un enfoque de desarrollo que integra la sostenibilidad, los sistemas de innovación y el crecimiento inclusivo, el objetivo es fomentar la innovación y facilitar el crecimiento del sistema de producción pecuaria; todo esto se logra mediante la

implementación de propuestas alimenticias que buscan aumentar la producción y reducir costos (Orozco-Barrantes & Barboza-Arias, 2018).

En la actualidad, la prohibición de antibióticos en muchos países ha llevado a la búsqueda urgente y eficaz de alternativas, en este contexto, han surgido los alimentos funcionales, como los probióticos utilizados en la alimentación de rumiantes; estos probióticos no solo tienen efectos positivos en la producción, sino que también influyen de manera beneficiosa en la salud de los animales, lo que a su vez se traduce en mejoras en la producción (Saro et al., 2017).

#### **4. Alimentos funcionales**

De acuerdo con Sarmiento-Rubiano (2006), el concepto de alimento funcional abarca cualquier alimento o componente alimentario, ya sea en su estado natural o modificado, que posea el potencial de proporcionar beneficios al individuo más allá de los nutrientes convencionales presentes en la dieta. Estos alimentos funcionales tienen la capacidad de contribuir al mantenimiento de un estado de bienestar y salud, además de disminuir la probabilidad de enfermedades y potenciar la productividad.

Los probióticos se posicionan como los alimentos funcionales más notables y respaldados por la comunidad científica, a pesar de esto, la aceptación plena de los alimentos funcionales por parte de los científicos aún no se ha materializado por completo; no obstante, se reconoce que estos alimentos pueden generar beneficios fisiológicos en los individuos, y las acciones positivas derivadas de su consumo respaldan la idea de contribuir a un estado de salud más sólido y un mejor estado fisiológico (Silveira-Rodríguez et al., 2003).

#### **4.1. Ejemplos de alimento funcionales**

Estos componentes pueden asumir la forma de un macronutriente que desempeña una función fisiológica específica, un micronutriente esencial o un elemento constituyente de los alimentos, y aunque algunos de estos elementos carezcan de un valor nutricional claramente definido o no sean considerados esenciales, su consumo puede influir en diversas funciones corporales y, de este modo, reducir la probabilidad de enfermedades; un ejemplo de esto son los probióticos y prebióticos, que ofrecen efectos funcionales (Castillo-Barón, 2016).

### **5. Probióticos**

Se refiere a microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades apropiadas en la dieta del animal, contribuyen a mejorar el equilibrio y la armonía de los microorganismos, generando un impacto positivo en el huésped, según (Oliveira & Gonzales-Molero, 2016). Esto se traduce en una mejora de la microbiota interna, ejerciendo una influencia beneficiosa en el sistema inmunológico intestinal y aumentando la competencia por los nutrientes con otros tipos de microorganismos presentes en el intestino (Gutiérrez-Castro & Güechá Castillo, 2016).

Los probióticos se describen como cualquier preparación que incluya microorganismos claramente identificables, reconocibles, vivos y en cantidades adecuadas para alterar la comunidad de microorganismos en alguna región del organismo anfitrión, en este contexto, los rumiantes, lo que al final se traduce en que este ajuste tiene consecuencias positivas en la salud de quienes los ingieren (Pérez-Leonard, 2007).

## 5.1. Ejemplos de probióticos

Según Saro et al. (2017), se pueden mencionar varios ejemplos de probióticos, entre ellos:

- *Lactobacillus*: Este tipo de microorganismo contribuye a la asimilación de los nutrientes ingeridos y descompone moléculas en formas más simples, facilitando así su absorción a través de la pared intestinal del animal.
- *Bacillus*: Estas enzimas hidrolíticas generan una mayor absorción de nutrientes, especialmente aquellos más complejos. Además, contribuyen a la reducción de la acidez intestinal.
- *Saccharomyces Cerevisiae*: Este probiótico mejora la digestibilidad y absorción de los nutrientes consumidos por el animal. Al mismo tiempo, inhibe el establecimiento y reproducción de bacterias perjudiciales.

## 5.2. Probióticos como alimentos funcionales en la nutrición animal

La utilización de probióticos en animales destinados a la producción tiene un impacto beneficioso en el huésped, siendo en este caso, el animal, logrando mejorar su equilibrio intestinal, además es de suma importancia tener en cuenta que este proceso está influenciado por diversas variables, como las especies microbianas, la especie animal, la etapa de desarrollo de los animales y, por último, la salud de su microbiota intestinal (FAO, 2006).

Los microorganismos probióticos posibilitan la adecuada ingestión de nutrientes de manera anaeróbica, ya que al concluir la fermentación, los productos principales de este proceso incluyen ácidos grasos volátiles y biomasa microbiana; estos elementos son

aprovechados por el rumiante, estableciendo una relación simbiótica que facilita la digestión de dietas con alto contenido de fibra (Castillo-González et al., 2014).

Los probióticos provocan una modificación en la composición microbiana, lo que resulta en una disminución del crecimiento de microorganismos perjudiciales, este proceso facilita el fomento de microbios beneficiosos en el tracto digestivo, contribuyendo así a un mejor rendimiento animal, lo que se traduce en la observación de una digestión más eficiente y una mejora en la inmunidad como consecuencia de esta acción (Molina, 2019).

### **5.3.Efecto del uso de probióticos en los bovinos.**

Investigaciones indican, especialmente en terneros, que la administración de probióticos está estrechamente asociada con una alimentación más eficiente, ya que este proceso impulsa el desarrollo de las papilas ruminales, mejorando la retención de nutrientes y resultando en aumentos de peso superiores al 20%; además, se observa una reducción en el período de alimentación exclusiva de leche en terneras, una minimización de las incidencias de diarreas y se sugiere una influencia moduladora en el equilibrio de la flora intestinal (Görgülü et al., 2007).

Debido a la creciente demanda de productos lácteos y cárnicos, se han explorado alternativas que incluyen la adición de probióticos en el alimento del animal, esta práctica ha demostrado generar mejoras significativas en la producción de leche y carne, y de igual manera, la incorporación de probióticos ha mostrado efectividad en la prevención de diarreas, convirtiéndose así en una técnica biomédica eficaz y segura; lo que indica que este enfoque no solo potencia la respuesta inmunológica, sino que también contribuye a reducir la necesidad de utilizar antibióticos de amplio espectro (Gelvis-Alba et al., 2021).

Según el estudio llevado a cabo por García et al. (2017), en las mediciones de condición corporal, no se observa ninguna alteración significativa entre el grupo control y el grupo experimental durante los primeros 60 días, sin embargo, en lo que respecta a la ganancia de peso diaria, se registra un valor superior en el grupo experimental; esto sugiere que el desarrollo corporal constituye una medida indirecta del efecto probiótico de *Saccharomyces cerevisiae*.

## **6. Levaduras**

Según Tanya-Morocho y Leiva-Mora (2019), las levaduras constituyen un grupo de microorganismos que forman parte de la composición de los microorganismos eficientes, estas destacan por su gran capacidad para aprovechar una amplia variedad de fuentes de carbono y energía, siendo la levadura de cerveza una de las más destacadas por sus buenos resultados.

### **6.1. *Saccharomyces cerevisiae***

La *Saccharomyces cerevisiae* es una levadura de tipo heterótrofa que se origina como subproducto del alcohol, obteniendo su energía a partir de la glucosa y destacando por su notable capacidad de fermentación (Suárez-Machín et al., 2016). Además, esta levadura representa una importante fuente de proteínas y vitaminas en la alimentación animal, llegando a alcanzar niveles de materia seca que oscilan entre 18 y 20%, su contenido de proteína bruta alcanza un rango de 32 a 36% sobre una base seca, con una proteína verdadera del 40,2% (Suarez-Machín & Guevara-Rodríguez, 2017).

## **6.2.Efectos del uso de *Saccharomyces cerevisiae* en los bovinos.**

En el ámbito de la nutrición animal, la adición de levadura de cerveza como aditivo microbiano facilita la fermentación ruminal, lo que tiene un impacto positivo tanto en el bienestar de los animales como en la eficiencia de la digestión de los alimentos, culminando en una mejora en la producción animal (Marrero et al., 2020).

La suplementación con levadura de cerveza, según Kung et al. (1997), resultó en un aumento del pH del rumen en un 1,6%, así como en un incremento del 5,4% en la concentración de ácidos grasos volátiles, además, mejoró la digestibilidad de la materia orgánica y condujo a una disminución del 8,1% en la concentración de lactato en el rumen del animal.

De acuerdo con Ugalde (2011), la inclusión de levadura viva tiene varios efectos beneficiosos:

- Reduce el nivel de oxígeno entre un 46 y un 89%, lo que resulta en un aumento de hasta un 30% en la población microbiana ruminal, mejorando la eficiencia alimentaria y aumentando la producción de energía y proteína microbiana, lo que genera un aumento del 5 al 8% en la producción de leche y carne.
- Estimula el crecimiento de bacterias que consumen lactato, fortaleciendo las defensas del animal y reduciendo la incidencia de enfermedades en la población animal.

## **6.3.Efectos del uso de *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de terneras**

De acuerdo con Delgado-Fernández et al. (2019), los terneros que recibieron la adición de *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo nutricional exhibieron un incremento en

la ganancia de peso superior a los 10 kg ( $p < 0,05$ ) en comparación con los terneros del grupo de control, además, la ganancia media diaria también fue significativamente mayor, superando los 100 g por animal por día.

Fernández-Chauca (2018), indica que, al momento de suplementar a las terneras con probióticos, como lo es en este caso el *Saccharomyces cerevisiae*, se tiene una ganancia de peso de 43,80 kg desde el nacimiento hasta el destete, siendo superior que la ganancia de los animales que no fueron suplementados por una diferencia de 11,45 kg.

Según García et al. (2017) en un estudio realizado, mencionan que la condición corporal evaluada, a pesar de tener valores similares durante los primeros 60 días, mostró un incremento en el grupo experimental a partir de los 90 y 116 días de edad de las terneras, esto con respecto al grupo control respectivamente, los resultados que mencionan sugieren que el desarrollo corporal de las terneras fue una medida indirecta del efecto probiótico de la *Saccharomyces cerevisiae*, pero sin embargo esta levadura promueve la salud del rumen, lo que al final logra un mejor aprovechamiento de los alimentos y mejor crecimiento del animal indirectamente.

Según Castro-Muñoz et al. (2015) los resultados del trabajo que realizaron vieron que la mayor ganancia de peso se obtuvo con la suplementación en donde utilizaron 3 Nitro-20 3g/ternera/día junto con forraje en una porción de 0,75kg /ternera/día, más balanceado con una dosis de 0,75kg/ternera/día, más jabón cálcico en 25g/ternera/día, más sales minerales en 50 g/ternera/día y por último la levadura con una dosis de 15 g/ ternera/día, con el cual se alcanzó, un incremento de peso vivo de 0,80 kg/ternera /día y una condición corporal de 2.73, lo cual será muy positivo en el futuro productivo y reproductivo de las terneras, permitiéndole que las terneras llegara a una edad de 17 meses y con el peso apropiado de 400 kg a la primera

monta. Beneficios que genera la *Saccharomyces cerevisiae*, para lograr una obtención de productos con actividad probiótica en el animal.

Según Pérez-Leonard (2007), las levaduras representan una valiosa fuente para la obtención de productos con actividad probiótica, ya sea a través de cepas vivas o mediante derivados obtenidos de sus paredes celulares; estos productos ofrecen diversos beneficios, entre ellos:

- Mejora del sistema inmunológico.
- Estimulación de enzimas digestivas.
- Disminución de la colonización de enteropatógenos.
- Inducción de cambios positivos en la mucosa intestinal.
- Mejora del rendimiento en dietas bajas en proteínas.
- Aumento de bacterias en el tracto digestivo.
- Asistencia en la absorción de carbohidratos, especialmente en situaciones de estrés.
- Reducción de la frecuencia de diarreas.
- Mejora de la digestibilidad de nutrientes y de la producción animal.

## **7. Procreatin 7**

### **7.1.¿Qué es Procreatin7?**

Es un producto que contiene *Saccharomyces cerevisiae*, reconocida y utilizada en diversos sectores gracias a su fácil cultivo y la formación resultante de una masa fúngica,

cuya composición química aproximadamente consta de un 40% de proteínas, un 15% de ácidos nucleicos, un 25% de polisacáridos, un 15% de lípidos, y un 5% de compuestos hidrosolubles como nucleótidos, aminoácidos, vitaminas y minerales; además, esta especie demuestra una notable capacidad para sobrevivir en condiciones adversas, comportándose como anaerobia facultativa, y aunque no es una presencia común en el tracto digestivo, mantiene su viabilidad en el tiempo después de ser introducida. (Paucar-Anasi, 2014).

## **7.2. Beneficios del procreatin7**

Es un concentrado de 15 billones de celular levaduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*) por gramo ( $1.5 \times 10^{10}$  UFC/g), logrando beneficios como favorecer el equilibrio microbiológico del tubo digestivo y mejorando así el proceso de formación de la población microbiana del rumen, disminuyéndose notablemente al incidencia de diarreas, además logra un aumento de las ganancias diarias de peso y también de la conversión alimenticia y por último refuerza el sistema inmune logrando un animal más sano al momento del destete y por ende un animal que empieza a generar ingresos en un periodo de tiempo más corto (Bionutrix Costa Rica, 2023).

## **IX. Materiales y métodos**

### **7.3. Localización de la explotación**

El ensayo se realizó de enero a octubre 2024, en la unidad de lechería del Colegio Agropecuario de San Carlos, ubicado en Santa Clara de Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica (latitud 10°21'19"N y longitud 84°30'50"O), a una altura media de 225 m s. n. m, con una temperatura media de 26 °C (Municipalidad de San Carlos, 2018).

### **7.4. Sistema Productivo**

El sistema productivo cuenta con 91 vacas en ordeño, con proyección a llegar a 110 vacas en producción, con una producción promedio de 16 kg de leche por vaca por día; estas se encuentran en 84 potreros los cuales suman 33 hectáreas en total.

### **7.5. Tratamientos experimentales**

Se utilizaron 20 terneras de la raza Girolando desde el nacimiento hasta el destete, a los 3 meses de edad. Los animales se mantuvieron en un recinto individual con piso elevado y ranurado durante todo el tiempo en el que se estará realizando el ensayo. El ensayo consistió en dos tratamientos en los cuales 10 terneras a las cuales en la toma de leche se suplementaron con *Saccharomyces cerevisiae*, y las otras 10 sin este suplemento.

Las terneras se dejaron con su madre para que consumieran el calostro, luego pasaron a las cunas elevadas en donde se les suministró 4 litros diarios de lactoreemplazador mediante chupón dividido en dos tomas hasta cumplir los 15 días de edad, y luego se les aumenta a 5 litros diarios hasta el destete; las primeras tomas del día se suplementaron con *Saccharomyces cerevisiae*.

A dichos reemplazos se les empezó a colocar agua a partir del día número 5 de estar en cunas y concentrado a partir del día 10 iniciando con una ración de 500 gramos repartidos entre la mañana y la tarde hasta que dejaron completamente sin alimento el balde durante 3 días seguidos, luego se les aumento 500 gramos a la ración diaria. Este aumento se realizó cada vez que la ternera repitiera durante 3 días consumiendo todo, esto para respetar el ritmo de alimentación y no dejarlas con hambre, o servirles más de lo que están comiendo.

## **7.6. Variables a evaluar**






El suplemento de *Saccharomyces cerevisiae* fue administrado de acuerdo con una dosis previamente determinada de 3 gramos por animal por día, con 15 billones de células vivas por gramo, administrada únicamente en la toma de leche de la mañana (Paucar-Anasi, 2014). Para evaluar el desarrollo de las terneras, se llevó un registro de pesaje semanal con cinta desde la primera semana de vida hasta el destete, tanto de los animales como del lactoreemplazador, de la levadura suministrada, el concentrado y el rechazo de concentrado; los pesajes se realizaron durante el día de la semana en la que ella nació, por ejemplo si ella nació un martes, todos sus pesajes se continuaron realizando los martes, con el fin de lograr disminuir el error experimental y con base en los registros semanales de peso, se determinó la ganancia diaria de peso de las terneras (Monge-Rojas & Elizondo-Salazar, 2017).

La conversión alimenticia es un indicador clave en la producción ganadera, y fue calculada para cada grupo dividiendo la cantidad total de alimento consumido por la ganancia de peso obtenida (Pulido & Fehring, 2004). La recolección de datos de la cantidad de leche y concentrado consumidos se realizó diariamente.

Algunos aspectos físicos de las terneras como la apariencia física general también fueron objeto de evaluaciones diarias, a lo largo del ensayo, mediante escalas de 1 a 5 (ver tabla 2), realizadas siempre por la misma persona, para correlacionarlas con los resultados de la conversión alimenticia. (Saborío-Montero & Sánchez, 2014).

La evaluación de la textura de las heces de las terneras de reemplazo constituyó la parte integral del estudio, con evaluaciones periódicas para lograr detectar posibles efectos del suplemento *Saccharomyces cerevisiae*, esto por medio de la evaluación de las heces que comprende tanto la apreciación visual o *in situ*, así como el aspecto de las heces y su variación entre los animales que se les suministró el tratamiento y a los que no (Alpizar-Solís & Romero, 2017). La evaluación se realizó mediante la tabla de clasificación de las heces según su consistencia y forma (ver tabla 1), que trabaja con una escala del 1 a 5, siendo 1 una diarrea importante y 5 un estreñimiento importante (Bavera & Peñafort, 2006).

Tabla 1 Clasificación de heces según consistencia y forma

<b>Clasificación</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Ejemplo</b>
1	Líquida	 A photograph showing a dark, liquid, and somewhat diffuse mass of feces on a patch of dry grass and soil.
2	Blanda	 A photograph of a soft, brown, irregularly shaped mass of feces resting on a surface of dry soil and sparse vegetation.
3	Correcta o balanceada	 A photograph of a dark, well-formed, cylindrical mass of feces with a slightly textured surface, situated on a mix of green grass and dry straw.
4	Firme	 A photograph of a dark, firm, cylindrical mass of feces with a smooth, rounded top, resting on a bed of dry soil and small stones.
5	Dura	 A photograph of several dark, very hard, and irregularly shaped masses of feces scattered on a surface of dry, reddish-brown soil and straw.

Fuente: (Bavera &amp; Peñafort, 2006).

Tabla 2 Clasificación de apariencia física general de terneras

<b>Clasificación</b>	<b>Apariencia</b>
<b>1</b>	Normal: alerta, ojos brillantes y orejas arriba
<b>2</b>	Un poco mal: orejas caídas
<b>3</b>	Depresión moderada: cabeza y orejas caídas, ojos apagados o hundidos y letárgica
<b>4</b>	Depresión moderada severa: cabeza y orejas caídos, ojos pagados o hundidos y no se levanta
<b>5</b>	Depresión severa: tirada de lado

Fuente: (Heinrichs, 2006).

### **7.7. Análisis estadístico**

Los resultados de ganancia de peso y conversión alimenticia que se registraron dentro del ensayo de la administración de lactoreemplazador la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, en terneras de reemplazo, se analizaron mediante un modelo lineal mixto y la prueba ANOVA respectivamente, en los que se analizaron con el método de varianza y se compararon con la prueba Tukey con una significancia de 0.05%, ya que este diseño nos proporciona información sobre tendencias en el tiempo de la variable respuesta bajo distintas condiciones (tratamientos).

Según IBM (2024), el modelo lineal mixto permite suponer que los factores y las covariables tienen una relación lineal con la variable dependiente, la prueba ANOVA ayuda

a examinar las diferencias en las medias de dos o más grupos y la prueba de Tukey ayudará a identificar qué grupos son significativamente diferentes entre sí.

Modelo por utilizar:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + B_{j(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

- $Y_{ijk}$ : es la respuesta de cada individuo a cada tratamiento y tiempo.
- $\mu$ : es la media general o media de la población.
- $\alpha_i$ : es el efecto fijo del tratamiento  $i$ .
- $\beta_j$  es el efecto del tiempo  $k$ .
- $\alpha\beta_{ij}$  es el efecto de la interacción tratamiento-tiempo.
- $B_{j(i)}$  es el efecto aleatorio del nivel  $j$  anidado en  $i$  (individuo está anidado en tratamiento). A diferentes individuos les damos diferentes tratamientos.
- $\varepsilon_{ijk}$  es el error aleatorio.

El análisis de apariencia física general y apariencia de excretas se elaboraron mediante estadística no paramétrica, por lo que los análisis estadísticos serán realizados por el procedimiento de Wilcoxon (Barrantes-Ramírez, 2008), que se emplea cuando los datos no cumplen con los supuestos de normalidad requeridos para otras pruebas estadísticas como la prueba  $t$  de Student.

Para la realización de estos análisis se utilizó el software RStudio y se utilizaran las hipótesis de  $H_0$ = no hay diferencias entre los dos tratamientos y  $H_1$ = si hay diferencias entre los dos tratamientos.

## **7.8. Análisis bio económico**

Para obtener el análisis bio económico se realizó un modelo en Excel, mediante el uso de VBA en donde se generó un código que nos permitió ingresar datos de costos de producción por mes crianza de reemplazos desde el nacimiento hasta la edad a primer servicio, y además que permita el ingreso del peso al destete con lo cual generar una proyección con ese peso para determinar el tiempo aproximado en el cual será el primer servicio, y así proyectar cuánto tiempo se ahorra, y de esta forma poder calcular cuánto dinero se ahorra.

## **7.9. Presupuesto parcial**

Se realizó una evaluación con el presupuesto parcial, el cual en producción pecuaria es esencial para planificar, organizar y controlar los costos y los ingresos relacionados con la cría y el mantenimiento de animales. Este tipo de presupuesto se enfoca en aspectos específicos de la actividad pecuaria, como la alimentación, la salud, la reproducción y otros gastos directamente relacionados con la crianza de animales, para esta propuesta de tesis se realizó para obtener un costo-beneficio y ver la rentabilidad de la propuesta con el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* a utilizar.

Su importancia radica en varios puntos clave:

**Planificación financiera:** Permite estimar los costos involucrados en la producción pecuaria, lo que nos ayuda a planificar los gastos y tomar decisiones financieras informadas.

**Control de costos:** Al desglosar los costos específicos (alimentación, cuidado veterinario, infraestructura, tratamiento, lactoreemplazador, mano de obra, agua, etc),

podemos identificar áreas donde se pueden reducir costos o mejorar la eficiencia o bien si es funcional la propuesta planteada.

**Optimización de recursos:** Ayuda a asignar recursos de manera más efectiva, asegurando que se utilicen adecuadamente para maximizar la producción y minimizar el desperdicio.

**Toma de decisiones:** Proporciona información crucial para tomar decisiones sobre la cría de las terneras de reemplazo.

**Análisis de rentabilidad:** Facilita el cálculo de los márgenes de ganancia, lo que permite evaluar la viabilidad económica de la crianza de las reemplazo con el tratamiento y sin el tratamiento.

El Presupuesto Parcial es una opción para planificación y toma de decisiones, en la cual se comparan los costos e ingresos que tendremos comparando lo que estamos haciendo en el momento presente con las alternativas que enfrenta, permitiendo entender como la decisión tomada afectará la rentabilidad de la unidad productiva.

## X. Resultados y discusión

### 7.10. Apariencia de excretas

En la evaluación de la apariencia de las excretas entre los grupos de tratamiento, se observó una distribución de calificaciones entre 1 y 5 en ambos grupos. Visualmente, las medianas de las puntuaciones parecen ser similares entre las terneras a las que, si se les dio el tratamiento y las que no lo recibieron, lo que inicialmente sugeriría que el suplemento podría no tener un impacto positivo significativo en la apariencia de las excretas.

Sin embargo, la prueba Wilcoxon para la apariencia de excretas arrojó un valor  $W$  de 368,733 con un valor  $p$  de  $3.707e-05$ , lo que indica una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). El valor  $W$  representa la suma de los rangos asignados a los datos del grupo evaluado. En este contexto, un valor  $W$  elevado indica que hay una diferencia notable en las posiciones o rangos de las puntuaciones entre los dos tratamientos, lo que sugiere que el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* afecta positivamente la apariencia de las excretas, ya que según Pérez-Leonard (2007), las levaduras representan una valiosa fuente para la obtención de productos con actividad probiótica, ya que ayuda con la estimulación de enzimas digestivas, la inducción de cambios positivos en la mucosa intestinal, el aumento de bacterias en el tracto digestivo, la asistencia en la absorción de carbohidratos, especialmente en situaciones de estrés y la reducción de la frecuencia de diarreas.

Gráfico 1 Resultados de la comparación de la apariencia de excretas por tratamiento

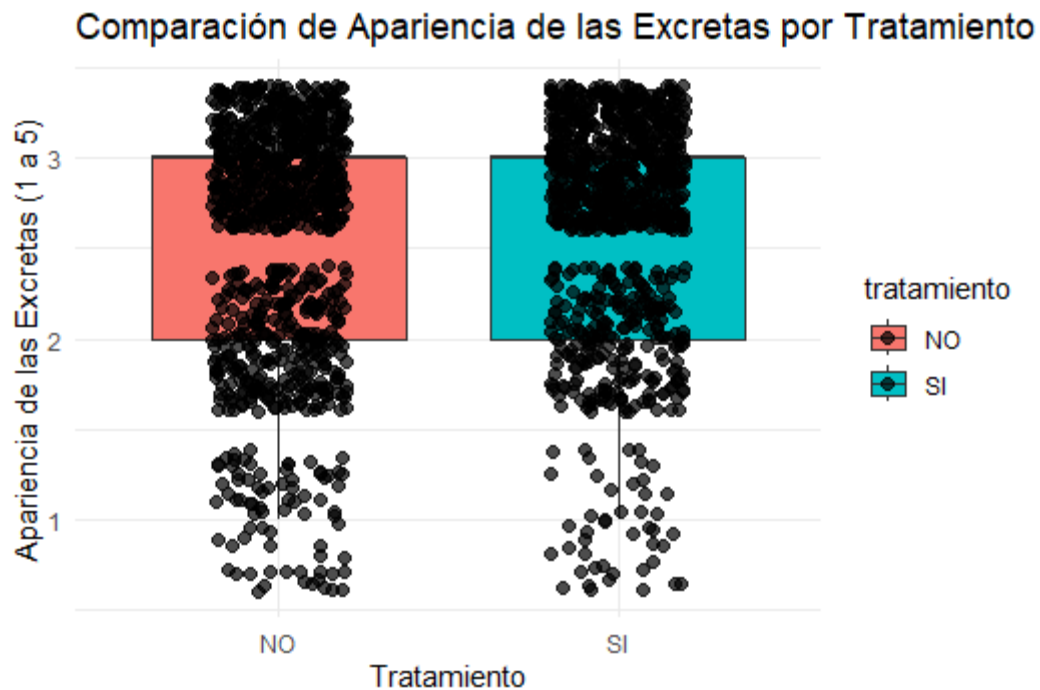
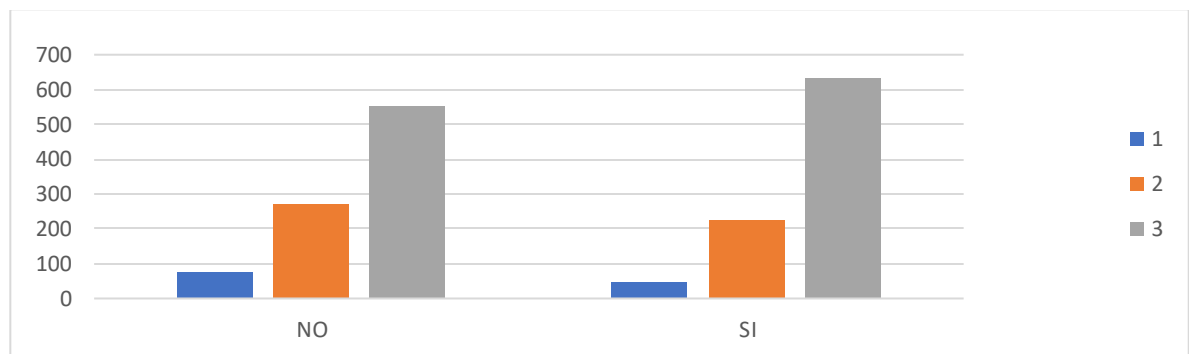


Gráfico 2 Gráfico de barras comparativo entre los resultados de las observaciones realizadas sobre la apariencia de las excretas de las terneras evaluadas.



La diferencia significativa en la apariencia de las excretas sugiere que el suplemento de *Saccharomyces cerevisiae* tiene un impacto positivo en la salud digestiva de las terneras. Este hallazgo podría estar relacionado con mejoras en el microbioma intestinal o en la eficiencia digestiva, promovidas por el suplemento.

La importancia de este resultado radica en la posibilidad de utilizar *Saccharomyces cerevisiae* como una herramienta para mejorar la salud digestiva, lo que podría traducirse en

beneficios adicionales, como una mejor absorción de nutrientes y un crecimiento más saludable.

Estos resultados son reforzados con los hallazgos que tuvieron Chaucheyras-Durand et al. (2008), quienes mediante su investigación verificaron que la suplementación con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* mejora la estabilidad microbiana del rumen, lo que a su vez reduce la acidez y reduce la incidencia de diarreas, lo que se traduce en una mejor apariencia de las excretas debido a una mejor eficiencia en la digestibilidad de los alimentos.

### **7.11. Apariencia física**

La comparación de la apariencia física entre los mismos grupos muestra una distribución de calificaciones entre 1 y 5, las medianas y la distribución general de las puntuaciones son visualmente similares entre los grupos con tratamiento y sin tratamiento.

La prueba Wilcoxon para la apariencia física resultó en un valor W de 402,334 con un valor p de 0.3083. Este valor p, superior al umbral de significancia de 0.05, indica que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la apariencia física entre los grupos tratados y no tratados, en este caso, el valor W refleja que las diferencias en los rangos de las puntuaciones entre los tratamientos no son suficientemente grandes como para ser considerados estadísticamente relevantes, sugiriendo que el suplemento no tiene un efecto observable en la apariencia física.

Gráfico 3 Resultados de la comparación de la apariencia física por tratamiento

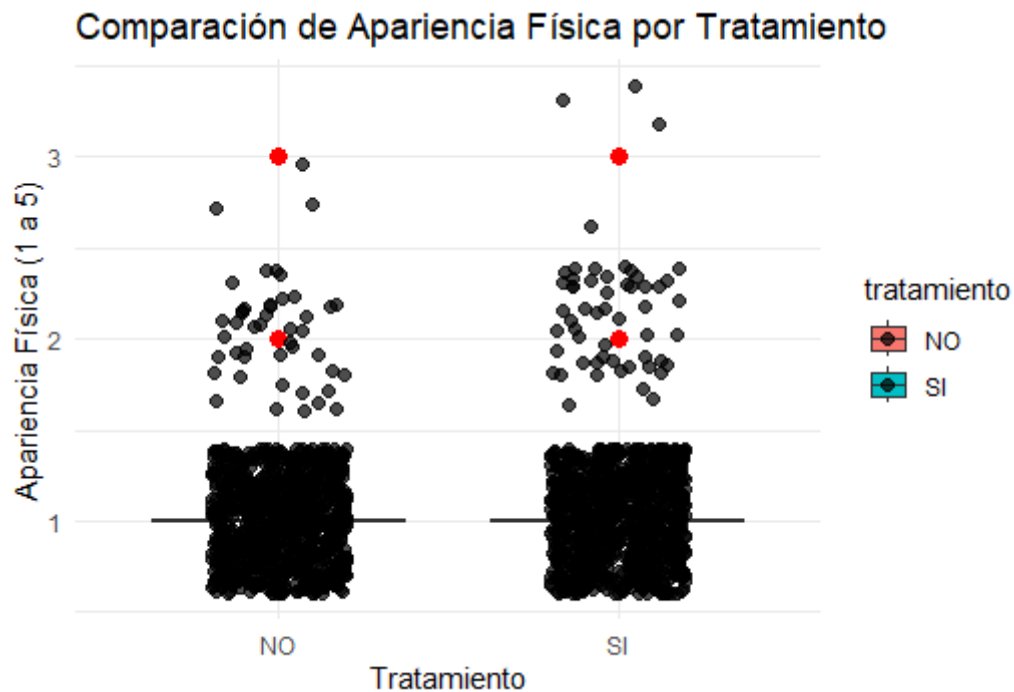
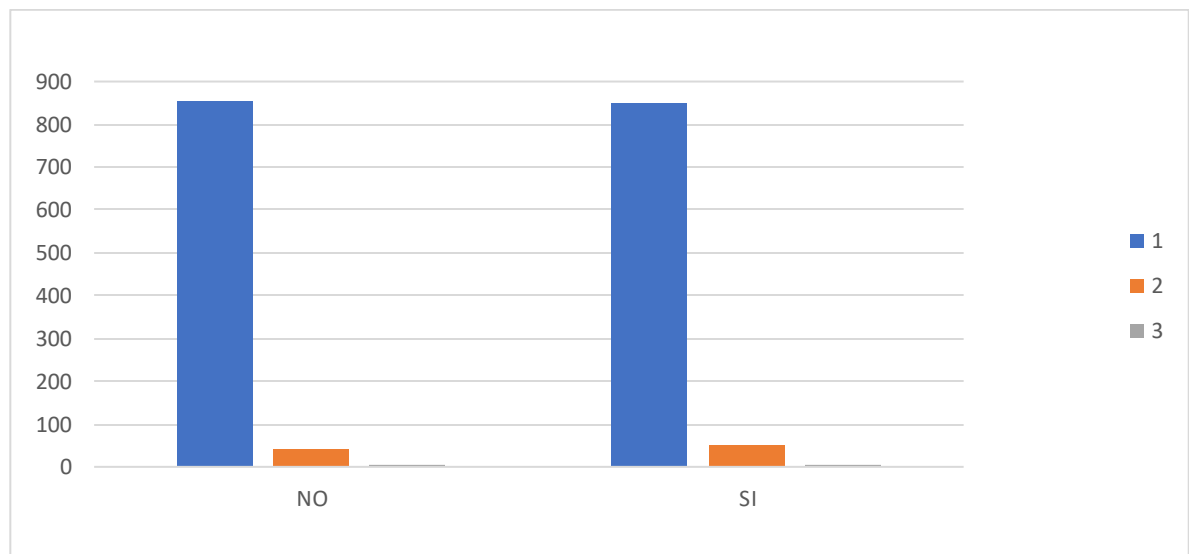


Gráfico 4 Gráfico de barras comparativos entre los resultados de las observaciones realizadas sobre la apariencia física de las terneras evaluadas.



La falta de diferencias significativas en la apariencia física sugiere que el suplemento no afecta visiblemente la apariencia física de las terneras en el periodo evaluado. Esto podría deberse a que los cambios en la apariencia física requieren un periodo más prolongado de

suplementación o que el suplemento no influye directamente en los aspectos físicos externos medidos, estos se confirman con lo expuesto por Wagemann (2020), quien indica que, aunque las levaduras no reflejan beneficios directamente en cambios visibles en la apariencia física, contribuyen al crecimiento y bienestar general de los animales. Estos mismos resultados los observamos en la investigación de Zhang et al. (2024), donde se destaca que la suplementación con levaduras tiende a generar cambios fisiológicos internos, como mejora en el perfil hematológico o en la absorción de nutrientes, que nos siempre se traduce en cambios visibles inmediatos.

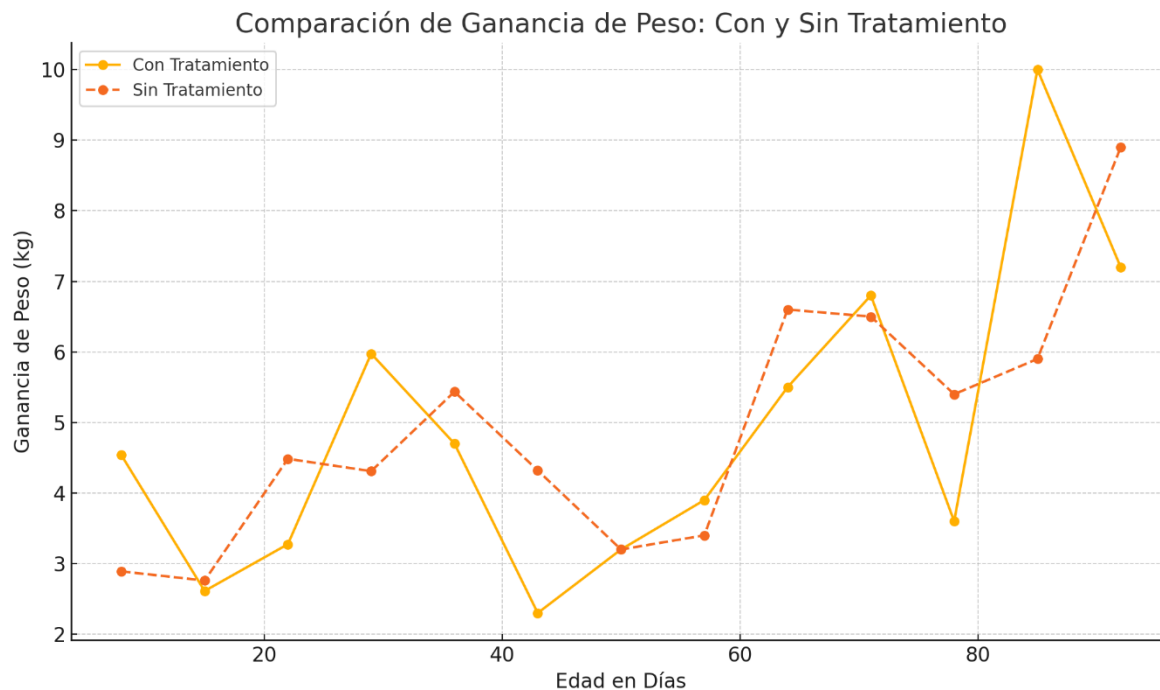
### **7.12. Ganancia diaria de peso**

El análisis estadístico basado en un modelo lineal mixto permitió evaluar el efecto del tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* sobre la ganancia de peso de las terneras de reemplazo. Los resultados mostraron que el coeficiente estimado para las terneras que sí recibieron tratamiento fue de 19.00, lo que sugiere una tendencia hacia un aumento en la ganancia de peso en las terneras tratadas en comparación con las no tratadas. Sin embargo, este efecto no fue estadísticamente significativo ( $p = 0.751$ ), lo cual implica que no se encontraron diferencias concluyentes entre los grupos bajo las condiciones de este estudio, en comparación con Delgado-Fernández et al. (2019), en donde los terneros que recibieron la adición de *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo nutricional exhibieron un incremento en la ganancia de peso superior, rechazando así la hipótesis nula, demostrando un resultado positivo ( $p < 0,05$ ).

La varianza residual del modelo fue de 2680.4, mientras que la varianza asociada al efecto aleatorio del número de terneras fue de 519.8. Esto indica que una proporción considerable de la variabilidad observada en la ganancia de peso no está explicada directamente por el tratamiento. Posibles fuentes de esta variabilidad incluyen diferencias en factores como las condiciones ambientales que no fueron controladas explícitamente. Estos factores experimentales podrían haber afectado el desempeño productivo de las terneras y enmascarado posibles efectos del suplemento.

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey respaldó los resultados del modelo al indicar que las diferencias entre los grupos experimentales no fueron significativas. Esto se refleja en los valores p ajustados que estuvieron por encima del umbral de significancia (0.05) en todas las comparaciones realizadas, reforzando la conclusión de que el tratamiento no tuvo un impacto estadísticamente significativo en la ganancia de peso.

*Gráfico 5 Comparación de las ganancias de peso entre las terneras con y sin tratamiento.*



La elevada varianza residual detectada en el modelo sugiere que gran parte de la variación en la ganancia de peso de las terneras no pudo ser explicada únicamente por el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae*. Esto implica, la posible influencia de otras variables no incluidas en el diseño experimental, una fuente potencial de esta variabilidad podría ser las condiciones ambientales, como temperatura y humedad, que podrían haber fluctuado durante el ensayo, afectando indirectamente el desempeño de los animales.

A pesar de que el coeficiente estimado por el tratamiento mostro una tendencia positiva, su falta de significancia indica que este efecto no fue suficientemente consistente para establecer una relación concluyente entre el uso de *Saccharomyces cerevisiae* y la ganancia de peso. Esto no significa necesariamente que el suplemento no sea efectivo, sino que, bajo las condiciones de este experimento, los datos no proporcionaron suficiente evidencia para confirmar su impacto.

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Delgado-Fernández et al. (2019), donde señalan que a los terneros a los que se les suplemento con *Saccharomyces cerevisiae* mostraron una ganancia de peso superior en 10kg ( $p < 0,05$ ) a los del grupo control, indicando un efecto positivo en la ganancia de peso.

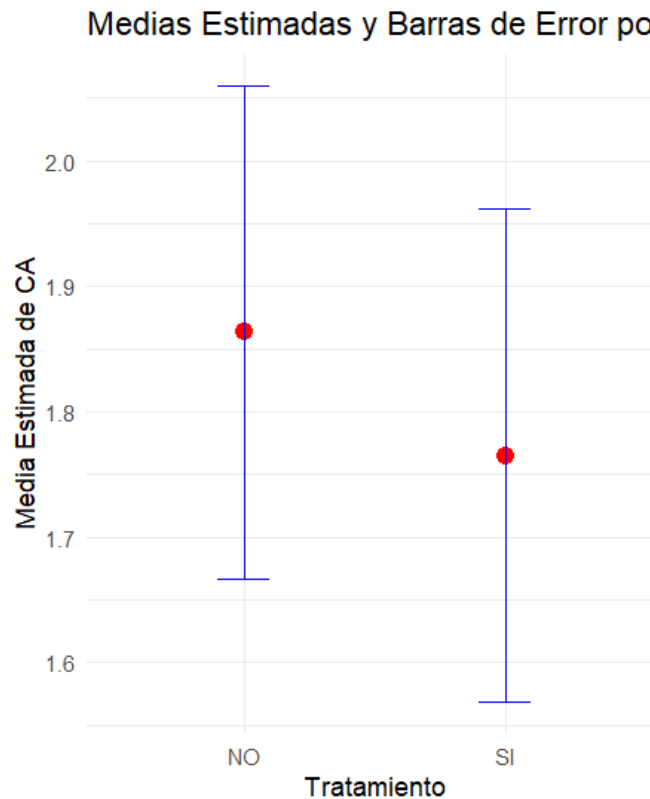
### **7.13. Conversión alimenticia**

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar si existían diferencias significativas en la conversión alimenticia (CA) de las terneras entre los tratamientos con suplementación de *Saccharomyces cerevisiae* y sin suplementación, en se divide el consumo de alimento en kg entre el peso final menos el peso inicial. Los resultados mostraron que no

se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos ( $p = 0.466$ ,  $F(1,18) = 0.5548$ ). Esto significa que, con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0.05$ ), no se rechaza la hipótesis nula, lo que establece que no hay diferencia en la conversión alimenticia entre los tratamientos.

El análisis post hoc con el método Tukey indicó que las medidas estimadas de conversión alimenticia fueron 1.86 para el grupo que sin tratamiento y 1.76 para el grupo con tratamiento, ambas con un error estándar de 0.0937. los intervalos de confianza del 95% para las medias fueron 1.67-2.06 para el grupo sin tratamiento y 1.57-1.96 para el que, si se suplemento, estos resultados indican que, aunque las medias difieren ligeramente, las diferencias están dentro del rango del error estándar y no son estadísticamente significativas. Según Moreno-Flores (2021), el índice de conversión alimenticia disminuye a medida que los terneros pasan a ser rumiantes, siendo 1.9 kg para terneros de 0 a 3 meses de edad.

Gráfico 6 Medias estimadas sobre la conversión alimenticia de los dos grupos en estudio



El gráfico generado con RStudio muestra las medias estimadas de conversión alimenticia para ambos tratamientos, representadas con puntos rojos, juntos con las barras de error (en azul) que indican los intervalos de confianza al 95%. Visualmente, las medias de los tratamientos están muy cercanas, y las barras de error se superponen, lo que refuerza el resultado de que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Esta uniformidad en los resultados sugiere que las condiciones del experimento fueron homogéneas, lo que permitió que los grupos respondieran de manera similar a las condiciones del entorno y manejo aplicado. La comparación directa entre los resultados evidencia una consistencia en los datos, reforzando la validez del experimento y demostrando que, bajo las condiciones descritas, los parámetros evaluados no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

Estudios previos han reportado resultados mixtos respecto al uso de levaduras en la alimentación animal, en algunos casos, se han observado mejoras en la digestibilidad y en la salud intestinal, mientras que en otros no se han encontrado efectos significativos en parámetros como la conversión alimenticia. Esto resalta la importancia de considerar otros factores, como la dosis, el tipo de dieta base y las condiciones del manejo y del ambiente, que podrían influir en la efectividad del suplemento.

Otros estudios como el de Maamouri & Salem (2021), han obtenidos resultados positivos en la mejora en la conversión alimenticia gracias a la adición de *Saccharomyces cerevisiae*, especialmente cuando se administran dietas con altos niveles de carbohidratos fermentables.

#### **7.14. Análisis bio económico y presupuesto parcial**

El análisis de los datos muestra que el uso de *Saccharomyces cerevisiae* no generó un impacto significativo en los costos totales de producción. Las terneras que recibieron el suplemento tuvieron un costo promedio de ₡285,111.5, mientras que aquella sin suplementación presentaron un costo ligeramente mayor de ₡ 285,780.85. Esto sugiere que la inclusión de la levadura no representó un aumento considerable en los costos de producción, ya que los gastos principales como el concentrado, el lactoreemplazador y la mano de obra fueron similares en ambos grupos.

En términos de ganancia de peso, las terneras sin suplemento obtuvieron un promedio de 64.1 kg, mientras que las suplementadas con levadura alcanzaron 63.6 kg, una diferencia mínima de 0.5 kg. Este resultado indica que el uso de *Saccharomyces cerevisiae* no tuvo un efecto significativo en el crecimiento de las terneras. La variabilidad de una ganancia de peso

dentro de cada grupo también sugiere que otros factores pudieron influir en el rendimiento, por lo que el suplemento, bajo estas condiciones no mejoró sustancialmente la productividad.

Desde el punto de vista económico, el costo por kilogramo de peso fue mayor en el grupo con suplemento (¢4,678.48) en comparación con el grupo sin suplemento (¢4,530.46). Esto indica, que el uso de *Saccharomyces cerevisiae* no ofreció una ventaja económica en términos de eficiencia de conversión de inversión en peso corporal. En consecuencia, la inclusión de este aditivo en la alimentación de los terneros no se tradujo en una mejora del rendimiento productivo ni en un beneficio financiero ardiente.

Tabla 3 Comparación de costo y ganancia de peso en terneros con y sin suplementación de *Saccharomyces cerevisiae*.

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo Total Promedio por Ternera (¢)</b>	<b>Ganancia Promedio de Peso (kg)</b>	<b>Costo por kg de Peso Ganado (¢)</b>
<b>Sin suplemento (NO)</b>	¢285,780.85	64.1kg	¢4,530.46
<b>Con suplemento (SI)</b>	¢285,111.55	63.6 kg	¢4,675.48

Al comparar los costos de producción obtenidos en esta investigación con los reportados por Elizondo-Salazar & Solís-Chaves (2018), se observan diferencias significativas. En dicho estudio, el costo promedio para la crianza de un ternero hasta los tres meses de edad fue de

¢205,948.00, mientras que, en esta investigación, los costos fueron considerablemente más altos, con un promedio de ¢285,111.5 para las terneras suplementadas y ¢285,780.85 para las no suplementadas. A pesar de esta diferencia en los valores absolutos, los costos de esta investigación indican que el uso del suplemento no tuvo un impacto significativo en los costos totales de producción, ya que la variación entre los grupos fue mínima. Estas discrepancias en los costos pueden atribuirse a factores como diferencias en los sistemas de manejo, costos de insumos y condiciones específicas de la explotación.

## **XI. Conclusiones y recomendaciones**

### **Conclusiones**

Al finalizar esta investigación, se concluye que el uso de *Saccharomyces cerevisiae* mostró un impacto positivo en la salud digestiva de las terneras, evidenciado por una mejora significativa en la apariencia de las excretas, lo que sugiere una mejor estabilidad en la microbiota intestinal y un menor riesgo de diarreas.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en apariencia física de las terneras suplementadas en comparación con el grupo control, lo que indica que los efectos del probiótico en la apariencia física podrían requerir un período de suplementación más prolongado.

Aunque las terneras suplementadas mostraron una tendencia hacia una mayor ganancia de peso, este efecto no fue estadísticamente significativo. Factores ambientales o individuales pudieron influir en los resultados, lo que sugiere que el impacto en el suplemento puede depender de las condiciones adicionales.

No se encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia entre los grupos con y sin suplementación, lo que indica que la eficiencia del consumo del alimento no se ve afectada por el uso del probiótico dentro del periodo evaluado.

La inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de ternera de reemplazo puede representar una estrategia beneficiosa para mejorar la salud digestiva y posiblemente reducir costos relacionados con tratamientos de diarreas, aunque no se observó un impacto inmediato en los parámetros productivos principales.

El uso de *Saccharomyces cerevisiae* no representó un beneficio económico directo, ya que el costo total por ternera fue similar en ambos grupos, pero el costo por kilogramo de peso ganado fue mayor en las terneras suplementadas. Esto indica que, bajo las condiciones del estudio el suplemento no mejoró la eficiencia económica en términos de conversión de inversión en peso corporal.

Aunque el suplemento no generó un aumento significativo en los costos de producción, tampoco resultó en una mejora de la rentabilidad, ya que la ganancia de peso no fue superior en el grupo tratado. Para justificar su uso desde un punto de vista económico, sería necesario demostrar un beneficio adicional, como una reducción en costes veterinarios con menores incidencia en trastornos digestivos.

La viabilidad económica del uso de *Saccharomyces cerevisiae* podría depender de factores como el precio del suplemento, las condiciones del sistema y la presencia de problemas digestivos en las terneras. Su implementación sería más justificable en situaciones donde las pérdidas por enfermedades intestinales sean significativas y el suplemento ayude a reducir los costos asociados a tratamientos y mortalidad.

## Recomendaciones

Se recomienda revisar si fuese conveniente explorar la posibilidad de ajustar la dosis de *Saccharomyces cerevisiae* o combinarlo con otros aditivos funcionales que puedan potenciar su efecto en el desarrollo de las terneras.

Se sugiere realizar estudios adicionales en diferentes etapas de desarrollo de las terneras, ya que el impacto del probiótico podría ser más evidente en fases más tardías o durante situaciones de estrés nutricional o ambiental.

Dado que el suplemento mostró un efecto positivo en la salud digestiva, sería recomendable evaluar su impacto en parámetros inmunológicos y la incidencia de enfermedades digestivas, lo que podría justificar su uso más allá del impacto en la ganancia de peso.

También sería conveniente analizar su costo-beneficio en escenarios donde las terneras estén expuestas a mayores desafíos sanitarios, como en sistemas de producción con alta densidad de animal o con historial de problemas digestivos y recurrentes.

## 1. Literatura citada

Alpízar-Solís, C., & Romero, J. J. (2017). Revisión de los aspectos para la evaluación de la nutrición y alimentación en programas de salud de hato de ganado lechero I: evaluación del hato. *Revista de Ciencias Veterinarias*, 35(1), 7—31. doi:<http://dx.doi.org/10.15359/rcv.35-1.1>

Barboza-Navarro, D., Vásquez-Soto, A., Paniagua-Molina, J., & Solórzano-Tompson, J. (2022). Optimización del costo de alimentación para ganado de engorde en Guanacaste, Costa Rica. *Agronegocios*, 8(1), 25—44. doi:<https://doi.org/10.18845/ea.v8i1.5654>

Barrantes-Rampirez, R. (2008). Efecto de la suplementación con melaza –urea – metionina sobre el desempeño productivo de novillas de reemplazo (bos taurus x bos indicus). *Instituto Tecnológico de Costa Rica*, 1—55. Recuperado el 2023, de <https://repositoriotec.tec.ac.cr>

Bavera, G. A. & Peñafort, C. H. (2006). Lectura de la bosta del bovino y su relación con la alimentación. *Universidad Nacional de Río Cuarto*, 1—9. Recuperado el 2023, de [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/61-heces\\_del\\_bovino\\_y\\_relacion\\_con\\_la\\_alimentacion.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/61-heces_del_bovino_y_relacion_con_la_alimentacion.pdf)

Bionutrix Costa Rica. (2023). *Procreatin7*. Obtenido de <https://bionutrixcostarica.com/ganado-de-leche/procreatin7/>

Cagigas-Reig, A.L., & Blanco-Anesto, J. (2002). Prebióticos y Probióticos, una relación beneficiosa. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 16(1), 63—68. Recuperado el 2023, de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/cum-24051?lang=es>

Castillo-Barón, L. V. (2016). Probióticos y prebióticos como alimentos funcionales en nutrición animal. *Zoociencia*, 3(2), 15—21. Recuperado el 2023, de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/zoociencia/article/download/514/437/855>

Castillo-González, A., Burrola-Barraza, M., Domínguez-Viveros, J., & Chávez-Martínez, A. (2014). Rumen microorganisms and fermentation. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46(3), 349—361. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2014000300003>

Castro, M., & Rodríguez, F. (2005). Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. *Revista Corpoica*, 6(1), 26—38. Recuperado el 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624724>

Castro-Chaves, K. M. (2019). Visión práctica hacia el gerenciamiento de unidades productivas lecheras. *Congreso Nacional Lechero*, 32(2), 1—42. Recuperado el 2023, de <http://proleche.com/wp-content/uploads/2019/11/5.-Kathia-Castro-Una-visi%C3%B3n-pr%C3%A1ctica-hacia-el-gerenciamiento-de-unidades-productivas-lecheras.pdf>

Chaucheyras-Durand, F., Walker, N. D., & Bach, A. (2008). Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1), 5—26. Recuperado el 2025 doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.019>

Corzo, N, Alonso, J. L., Azpiroz, F., Calvo, M. A., Cirici, M., Leis, R., Lombó, F., MateosAparicio, I., Plou, F. J., Ruas-Madiedo, P., Rúperez, P., Redondo-Cuenca, A., Sanz, M. L., & Clemente, A. (2015) Prebióticos; concepto, propiedades y efectos beneficiosos. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1), 99—118. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309238517015.pdf>

Cuenca, M., Chauca, J., García, C., Sigüencia, H. (2022). *Saccharomyces cerevisiae* as a replacement alternative to growth-promoting antibiotics in animal feed. *Archivos de Zootecnia*, 71 (273), 62—69. Recuperado el 2023, de <file:///C:/Users/andre/Downloads/5612-14497-1-PB.pdf>

Delgado, A. (2001). Manejo de Terneraje. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 12(2), 33—35. Recuperado el 2023, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172001000200007%20](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200007%20).

Delgado-Fernández, R., Barreto-Argilagos, G., & Rodríguez-Torrens, H. (2019). Empleo de *Saccharomyces cerevisiae* como tecnología para incrementar la ganancia de peso de terneros. *Avances*, 21(1), 1—20. Recuperado el 2023, de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/145/145662009/html/>

Elizondo-Salazar, J.A., & Solís-Chaves, H.A. (2018). Costo de criar una ternera lechera de reemplazo desde el nacimiento al parto. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 547—555. Doi: 10.15517/ma.v29i3.32545

Elizondo-Salazar, J.A., & Vargas-Ramírez, A.M. (2015). Determinación del costo de la crianza de terneras desde el nacimiento hasta el destete en una lechería comercial especializada. *Nutrición Animal Tropical*, 9(2), 1—10. Recuperado el 2023, de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/20989/21121>

FAO. (2006). Probióticos en los alimentos. *Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*, 6(1), 1—46. Recuperado el 2023, de <https://www.fao.org/3/a0512s/a0512s00.pdf>

Fernández-Chauca, T. (2018). Uso de probiótico y prebiótico en terneros lactantes raza Holstein sobre los parámetros productivos del establo Santa Fe, Lurín- Lima. *Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga*, 1—94. Recuperado el 2023, de [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3546/1/TESIS%20MV180\\_Fer.pdf](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3546/1/TESIS%20MV180_Fer.pdf)

García, M., Garzón, J., López, E., & Galarza, D. (2017). Efecto de la levadura *Saccharomices cerevisiae* sobre el desarrollo corporal y parámetros hematológicos en terneras Holstein criadas al pastoreo. *MASKANA*, 8(1), 5—8. Recuperado el 2023, de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1475/1162>

García-Paloma, J. A. (1990). El metodo de la condicion corporal en vacuno lechero: propuesta de una metodología unificadora. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animal*, 5 (3), 121—130. Recuperado el 2023, de <https://ria.asturias.es/RIA/bitstream/123456789/2001/1/Archivo.pdf>

Gelvis-Alva, D. H., Mendoza-Guzman, M., & Sánchez-Duran, M. (2021). Uso de probióticos en la nutrición de bovinos. *Nutrition and Dietetics*, 15(3), 1—10. Recuperado el 2023, de [https://www.researchgate.net/publication/356473945\\_USO\\_DE\\_PROBIOTICOS\\_EN\\_LA\\_NUTRICION\\_DE\\_BOVINOS](https://www.researchgate.net/publication/356473945_USO_DE_PROBIOTICOS_EN_LA_NUTRICION_DE_BOVINOS)

Guilloteau, P., Zabielski, R. & Blum, J. W. (2009). Gastrointestinal tract and digestion in the young ruminant: ontogenesis, adaptations, consequences and manipulations. *J Physiol Pharmacol*, 60(3), 37—46. Recuperado el 2023, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19996480/>

Görgülü, M., Siuta, A., Yurtseven, S., Öngel, E., & Kutlu, H. (2007). Efecto de probióticos en el comportamiento y salud de terneros en crecimiento. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 37(2), 125—129. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193018061004.pdf>

Gutiérrez-Castro, L., & Güechá-Castillo, A. (2016). Uso de probióticos en alimentación animal. *Sistemas de Producción Agroecológica*, 7(2), 43—55. Recuperado el 2023, de <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/687/740>

Hazard, S. (2004). Alimentación de terneros y vaquillas de lechería. *INIA Carrillanca*, 112 (1), 41—51. Recuperado el 2023, de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7003/NR31865.pdf?sequence=10&isAllowed=y#:~:text=Es%20as%C3%AD%20como%20los%20terneros,ser%20170%20a%20220%20kg>.

Heinrichs, J. (2006). CalfTrack Calf Management System. *The Pennsylvania State University*, 1—86. Recuperado el 2023, de <https://extension.psu.edu/calfrack-calf-management-system>

Hernández, O. M. (2021). Estimación del costo de producción de un kilogramo de leche y sus variables más influyentes. *Agronegocios*, 7(2), 44—62. doi: <https://doi.org/10.18845/ea.v7i2.5682>

IBM. (30 de noviembre de 2024). *El modelo mixto lineal*. Obtenido de SPSS Statistics: <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/saas?topic=models-linear-mixed-model>

Kung, L., Kreck, M., Tung, R., Hession, A., Sheperd, A., & Cohen, M. (1997). Effects of a live yeast culture and enzymes on In vitro ruminal fermentation and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(9), 2045—2051. Recuperado el 2023, de <https://www.journalofdairyscience.org/action/doSearch?type=quicksearch&text1=Effects+of+a+Live+Yeast+Culture+and+Enzymes+on+In+Vitro+Ruminal+Fermentation+and+Milk+Production+of+Dairy+Cows&field1=AllField>

Lawson, J. (2015). Design and analysis of experiments with R. *CRC Press*, 1(1), 1—592.

Leonard, H. P. (2007). Beneficios de las levaduras vivas en la obtención de productos con actividad probiótica. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*, 41(3), 35—41. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120666005.pdf>

Maamouri, O., & Salem, M. B. (2021). Effect of yeast culture feed supply on growth, ruminal pH, and digestibility of fattening calves. *Food Sci Nutr*; 9(5), 2762—2767. Recuperado el 2025. doi:doi: 10.1002/fsn3.2238

Marrero, Y., Galindo, J., Castillo, Y., & Ruiz, O. (2020). Desarrollo de aditivos con levaduras para la alimentación de rumiantes en Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(4), 1—13. Recuperado el 2023, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2079-34802020000400457&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2079-34802020000400457&script=sci_arttext&tlng=es)

Mínguez-Pérez, M., Benages-Martínez, A. (2009). Escala de Bristol; ¿un sistema útil para valorar la forma de las heces? *Revista Española de Enfermedades Digestivas*, 101(5), 305—311. Recuperado el 2023, de <https://scielo.isciii.es/pdf/diges/v101n5/editorial.pdf>

Molina, A. (2019). Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*, 30(2), 601—611. Recuperado el 2023, de [https://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v30n02\\_601.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_meso/v30n02_601.pdf)

Moore, D., Harden, K., Sampaio, F., Mille, G., McCullough, K., Calvo-Lorenzo, M., Arno, C. (2021). La importancia de la producción pecuaria y la proteína animal: la perspectiva del hemisferio occidental. *U.S. Dairy Export Council*, 7(2), 1—59. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/16954/BVE21068221e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morales-Pavez, R. & Ramírez-Retamal, J. (2014). Optimización de la crianza de hembras de reemplazo de lechería. *Institutos de Investigaciones Agropecuarias*, 297 (1), 1—96. Recuperado el 2023, de [https://web.inia.cl/wp-content/uploads/2015/01/Bolet%C3%ADn297\\_Optimizaci%C3%B3n-e-la-crianza-hembras-de-reemplazo-lecher%C3%ADa.pdf](https://web.inia.cl/wp-content/uploads/2015/01/Bolet%C3%ADn297_Optimizaci%C3%B3n-e-la-crianza-hembras-de-reemplazo-lecher%C3%ADa.pdf)

Moreno-Flores, D. (2021). Influencia de la moensina sódica sobre el crecimiento corporal, conversión alimenticia, perfil hematimétrico y carga parasitaria en terneros lactantes *tipo leche en los primeros 63 días de nacidos*. Panamá: Universidad de Panamá.

Nemocón-Cobos, A. M., Angulo-Arizala, J., Gallo-Marín, J. A. & Mahecha-Ledesma, L. (2020). Alimentación: factor estratégico durante la crianza artificial de terneros provenientes de lecherías. *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 803—819. doi: 10.15517/am.v31i3.40217

Núñez-Torres, O. P. (2017). Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4(2), 93—94. Recuperado el 12 de 06 de 2023, de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2311-25812017000200001](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812017000200001)

Olveira, G., & González-Molero (2007). Probióticos y prebióticos en la práctica clínica. *Nutrición Hospitalaria*, 22(2), 26—34. Recuperado el 2023, de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112007000500005](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000500005)

Olveira, G., & González-Molero, I. (2016). Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica. *Endocrinología y Nutrición*, 63(9), 482—494. doi:10.1016/j.endonu.2016.07.006

Orozco-Barrantes, J., & Barboza-Arias, L. (2018). Innovación y crecimiento inclusivo en Costa Rica: el caso del sector lácteo. *Revista de Política Económica y Desarrollo Sostenible*, 4(1), 1—20. Recuperado el 2023, de <file:///C:/Users/jorge/Downloads/11087-Texto%20del%20art%C3%ADculo-39185-2-10-20181130.pdf>

Paucar-Anasi, E.P. (2014). Evaluación del efecto de las levaduras Procreain y Yesac, para el incremento de peso de las terneras de reemplazo (Holstein Friesian). *Universidad de Guayaquil*, 1—75. Recuperado el 2023, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6923/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20EDWIN%20PAUCAR.pdf>

Pérez-Leonard, H. (2007). Beneficios de las levaduras vivas en la obtención de productos con actividad probiótica. *Instituto cubano de investigaciones de los derivados de la caña de azúcar*, 41(3), 35—41. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120666005.pdf>

Pirachicán-Martínez, J. C. (2020). Diseño de protocolos para la cría de terneras lecheras del CIC Santa María. *Universidad de la Salle*, 1—38. Recuperado el 2023, de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2014&context=zootecnia#:~:text=Existen%20cuatro%20tipos%20de%20manejo,el%20sistema%20de%20crianza%20artificial.>

Santovito, E., Greco, D., Logrieco, A. F. & Avantaggiato, G. (2018). Eubiotics for food security at farm level: yeast cell wall products and their antimicrobial potential against pathogenic bacteria. *Foodborne Pathog Dis*, 15(9), 531—537. doi: 10.1089/fpd.2018.2430.

Sarmiento-Rubiano, L. (2006). Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, 10(1), 16—23. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/896/89610103.pdf>

Saro, C., Mateos, I., Ranilla, M., & Carro, M. (2017). Uso de próbioticos para mejorar la salud digestiva de los rumiantes. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 5(1), 1—5. Recuperado el 2023, de [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_promotores\\_crecimiento/106-Uso\\_de\\_probioticos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/106-Uso_de_probioticos.pdf)

Silveira-Rodríguez, M., Monereo-Megías, S., & Molina-Baena, B. (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima ¿cerca o lejos?. *Revista Española de Salud Pública*, 77(3), 317—331. Recuperado el 2023, de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272003000300003](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000300003)

Suárez-Machín, C., & Guevara-Rodríguez, C. (2017). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de rumiantes. *Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 51(2), 21—30. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251004.pdf>

Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N., & Guevara-Rodríguez, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50(1), 20—28. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>

Tanya-Morocho, M., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93—103. Recuperado el 2023, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852019000200093&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852019000200093&script=sci_arttext)

Torres, C. & Zarazaga, M. (2002). Antibiotics as growth promoters in animals. Are we going down the right road? *Gac Sanit*, 16 (2), 109—112. doi: 10.1016/s0213-9111(02)71640-3.

Ugalde, E. A. (2011). Beneficios del uso de levaduras en rumiantes ¿mito o realidad?. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 3(1), 1—3. Recuperado el 2023, de [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_promotores\\_crecimiento/40-levaduras.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/40-levaduras.pdf)

Vilaboa-Arroniz, J., Quirós-Madrigal, O., Díaz-Rivera, P., WingChing-Jones, R., Brower-Keating, N., & Zetina-Córdoba, P. (2012). Los sistemas ganaderos con criollo lechero tropical (Reyna) en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 23(1), 167—178.

Recuperado el 2023, de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212012000100018#Correspondencia1](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212012000100018#Correspondencia1)

Villareal, L., Imbach, A., & Escobedo, A. (2022). Sistemas productivos bovinoslecheros de la zona baja de Turrialba, Costa Rica: caracterización y limitantes. *Visión Antataura*, 6(1), 1—16. Recuperado el 2023, de <http://portal.amelica.org/ameli/journal/225/2253327018/html/>

Wagemann, C. (13 de abril de 2020). *Levaduras vivas para terneros ¿Cómo actúan y cuáles son sus beneficios?* Recuperado el 2025, de Infortambo: <https://infortambo.cl/es/contenidos/levaduras-vivas-para-terneros-como-actuan-y-cuales-son-sus-beneficios?>

Zhang, M., Yang, Z., Wu, G., Xu, F., Zhang, J., Luo, X., . . . Tan, Z. (2024). Effects of Probiotic-Fermented Feed on the Growth Profile, Immune Functions, and Intestinal Microbiota of Bamei Piglets. *Animals*, 14(4), 647—669. Recuperado el 2025. doi:<https://doi.org/10.3390/ani14040647>

## 2. Anexos

Fecha	Número temera	Apariencia excretas	Apariencia Física
29-2-24	1065	0	1
1-3-24		0	1
2-3-24		0	1
3-3-24		0	1
4-3-24		0	1
5-3-24		0	1
6-3-24		0	1
7-3-24		0	1
8-3-24		0	1
9-3-24		0	1
10-3-24		0	1
11-3-24		0	1
12-3-24		0	1
13-3-24		0	1
14-3-24		0	1
15-3-24		0	1
16-3-24		0	1
17-3-24		0	1
18-3-24		0	1
19-3-24		0	1
20-3-24		0	1
21-3-24		0	1
22-3-24		0	1
23-3-24		0	1
24-3-24		0	1
25-3-24		0	1
26-3-24		0	1
27-3-24		0	1
28-3-24		0	1
29-3-24		0	1
30-3-24		0	1
31-3-24		0	1
01/04/24		0	1
2-4-24		0	1
3-4-24		0	1
4-4-24		0	1
5-4-24		0	1
6-4-24		0	1
7-4-24		0	1
8-4-24		0	1
9-4-24		0	1
10-4-24		0	1

Ilustración 1. Registros de apariencia de excreta y apariencia física

Fecha	Número de ternera	Kg de alimento suministrados	Kg de alimento rechazado	Litros de lactoreemplazador suministrados
25-3-24	1065	500	376	5 (30)
29-3-24		500	317	5 (30)
1-3-24		500	209	5 (30)
2-3-24		500	124	5 (30)
7-3-24		500	238	5 (30)
4-3-24		500	87	5 (30)
5-3-24		500	10	5 (30)
6-3-24		500	139	5 (30)
7-3-24		500	150	5 (30)
8-3-24		500	29	5 (30)
9-3-24		500	24	5 (30)
10-3-24		500	24	5 (30)
11-3-24		500	79	5 (30)
12-3-24		500	18	5 (30)
13-3-24		500	4	5 (30)
14-3-24		500	0	5 (30)
15-3-24		1000	14	5 (30)
16-3-24		1000	439	5 (30)
17-3-24		1000	216	5 (30)
18-3-24		1000	78	5 (30)
19-3-24		1000	157	5 (30)
20-3-24		1000	130	5 (30)
21-3-24		1000	173	5 (30)
22-3-24		1000	0	5 (30)
23-3-24		1000	0	5 (30)
24-3-24		1000	0	5 (30)
25-3-24		1000	0	5 (30)
26-3-24		1000g	0	5 (30)
27-3-24		1kg	0	5 (30)
28-3-24		1kg	0	5 (30)
29-3-24		1kg	15	5 (30)
30-3-24		1kg	21	5 (30)
31-3-24		1kg	82	5 (30)
01-04-24		1kg	0	5 (30)
02-04-24		1	0	5 (30)
03-4-24		1500	8	5 (30)
04-4-24		1500	158	5 (30)
05-4-24		1,5kg	321	5 (30)
06-4-24		1,5kg	317	5 (30)
07-4-24		1,5kg	436	5 (30)
08-4-24		1500	548	5 (30)

→ carbon coques

Ilustración 2. Registros de alimento consumido y rechazado y de lactoreemplazador consumido





Ilustración 4. Observación de una excreta tipo 2

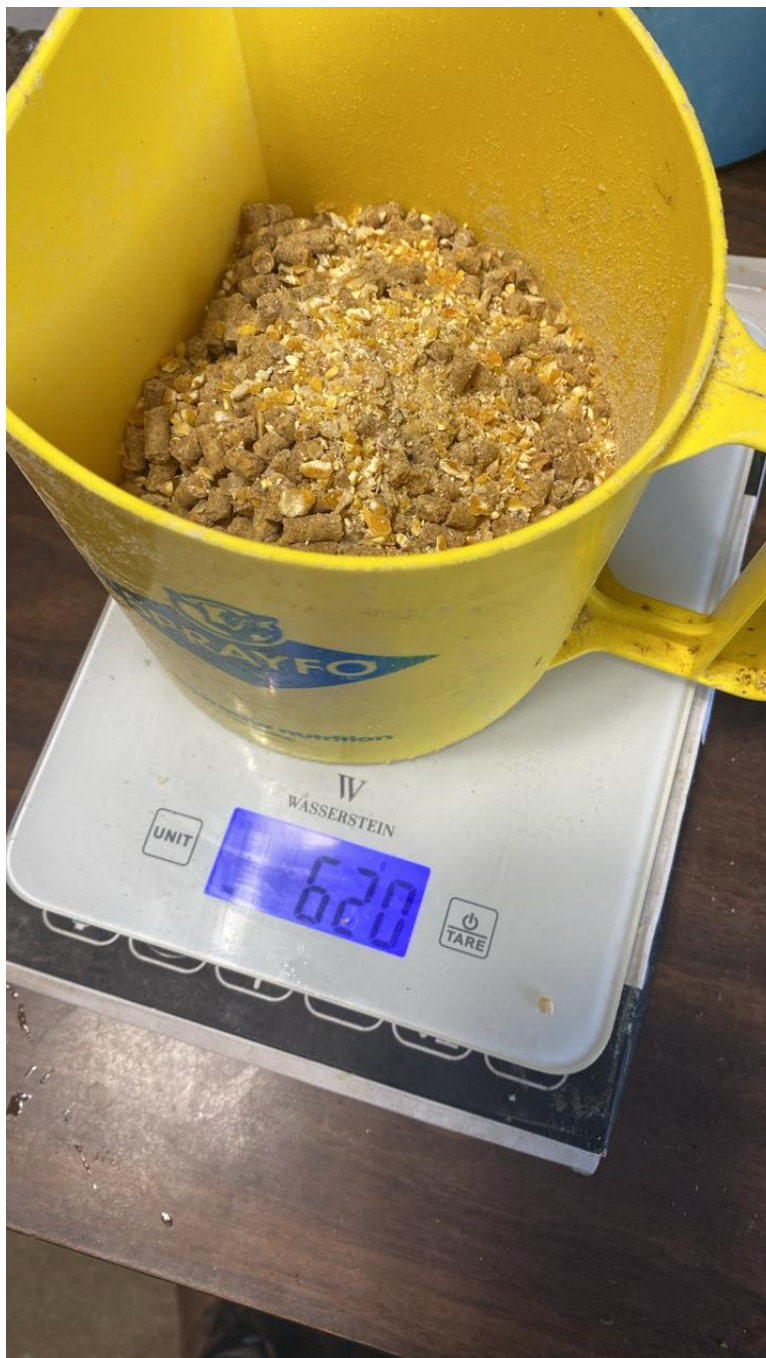


Ilustración 5. Pesaje de alimento rechazado



Ilustración 6. Toma de chupón de la mañana



Ilustración 7. Ternera incluida en el experimento



Ilustración 8. Ternera suplementada con *Saccharomyces cerevisiae*