

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



**“EVALUACIÓN DEL *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 EN LA ALIMENTACIÓN  
DE TERNEROS ESTABULADOS EN FASE DE LACTANCIA EN LA GRANJA  
EXPERIMENTAL LA PRADERA-CHALTURA”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

**AUTOR:**

GEOVANNY ALEXANDER VILLARREAL DUARTE

**DIRECTOR:**

MVZ FRANCISCO XAVIER BONIFAZ AGUINAGA, MSc.

**Ibarra, 2025**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

## “EVALUACIÓN DEL *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 EN LA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS ESTABULADOS EN FASE DE LACTANCIA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA-CHALTURA”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

MVZ Xavier Bonifaz, MSc.

**DIRECTOR**



---

FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

**ASESOR**



---

FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003282413		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Villarreal Duarte Geovanny Alexander		
DIRECCIÓN:	Babahoyo y Machala 13-21		
EMAIL:	<a href="mailto:gavillarreal@utn.edu.ec">gavillarreal@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	N/A	TELÉFONO MÓVIL:	0961651739

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DEL <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CECT 5940 EN LA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS ESTABULADOS EN FASE DE LACTANCIA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA-CHALTURA”
AUTOR (ES):	Villarreal Duarte Geovanny Alexander
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	28 de febrero del 2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario.
ASESOR /DIRECTOR:	MVZ Xavier Bonifaz, MSc. e Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

#### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de marzo de 2025

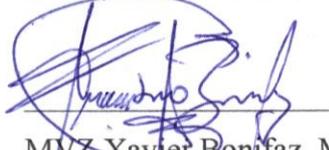
EL AUTOR:

  
.....  
Villarreal Duarte Geovanny Alexander  
C.C.:1003282413

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Geovanny Alexander Villarreal Duarte, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 10 días del mes de marzo de 2025



MVZ Xavier Bonifaz, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 10 días del mes de marzo de 2025

**Geovanny Alexander Villarreal Duarte:** “EVALUACIÓN DEL *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 EN LA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS ESTABULADOS EN FASE DE LACTANCIA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA-CHALTURA”

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 10 días del mes de marzo de 2025 54 páginas.

**DIRECTOR:** MVZ Xavier Bonifaz, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 en la alimentación de terneros estabulados en fase de lactancia en La Granja Experimental La Pradera-Chaltura”. Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Establecer la eficiencia de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 en los parámetros zootécnicos de terneros en fase de lactancia.
- Analizar el impacto económico de la suplementación con *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 en la alimentación de terneros en fase de lactancia.



.....  
MVZ Xavier Bonifaz, MSc.

**Directora de Trabajo de Grado**



.....

Geovanny Alexander Villarreal Duarte

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Técnica del Norte, a sus docentes, en especial a el MVZ. Xavier Bonifaz por su apoyo incondicional y por brindarme la oportunidad de formar parte de este proyecto.*

*Geovanny Villarreal*

## DEDICATORIA

*A mis adorados padres, Enrique Villarreal y Amparo Duarte, por su ejemplo de amor, paciencia, fortaleza, honorabilidad y dedicación. Me han dado todo lo que soy como persona: valores, principios, educación, dignidad; cualidades que cada vez se vuelven más escasas en la sociedad.*

*A mi abuelita Oliva Ibujés, porque con ella he compartido mi infancia y juventud; por ser mi ejemplo a seguir. A ella, quien me enseña que siempre existen motivos para continuar adelante, luchar por los sueños y nunca dejarse vencer.*

*Geovanny Villarreal*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIII</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Hipótesis.....	4
1.5.1 Hipótesis nula.....	4
1.5.2 Hipótesis alterna.....	4
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
2.1 Generalidades de la ganadería en Ecuador.....	5
2.2 Desarrollo de terneros en la fase de lactancia.....	5
2.3 Anatomía estomacal de los terneros.....	6
2.4 Fisiología de digestión del ternero.....	6
2.4.1 Retículo.....	6
2.4.2 Rumen.....	7
2.4.3 Omaso.....	7
2.4.4 Abomaso.....	7

2.5 Probióticos .....	8
2.5.1 Tipos de probióticos utilizados en rumiantes .....	8
2.5.2 Función de los probióticos en el animal .....	8
2.6 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CECT 5940 .....	9
2.6.1 Beneficios del uso de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CECT 5940 .....	9
2.7 Mecanismos de acción de los probióticos en alimentación animal .....	9
2.8 Efecto de los probióticos en el intestino delgado.....	10
2.9 Efectos positivos sobre la producción y la salud de estos animales .....	10
2.10 Marco legal .....	10
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>12</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
3.1 Caracterización del área de estudio.....	12
3.1.1 Ubicación geográfica, política y características climáticas: .....	12
3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas .....	13
3.3 Métodos.....	13
3.3.1 Factor en estudio .....	13
3.3.2 Tratamientos .....	13
3.3.3 Diseño experimental .....	14
3.3.4 Análisis estadístico.....	15
3.4. Variables evaluadas .....	15
3.4.1. Consumo de materia seca (kg).....	15
3.4.2. Ganancia de peso (kg).....	15
3.4.3 Ganancia de estatura (cm).....	16
3.4.4 Perímetro torácico (cm) .....	17
3.4.5 Incidencia de diarrea .....	17
3.4.6 Mortalidad % .....	17
3.4.7 Conversión alimenticia (CA) .....	17

3.4.8 Relación beneficio/costo.....	18
3.5 Manejo específico del experimento .....	18
3.5.1 Adquisición de animales en estudio.....	18
3.5.2 Actividades al ingreso de los terneros .....	18
3.5.3 Desparasitación y vitaminización .....	19
3.5.4 Alimentación de los terneros .....	19
3.5.5 Medición de parámetros productivos.....	20
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>21</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Ganancia de peso GP (kg).....	21
4.2 Ganancia de estatura (cm).....	22
4.3 Perímetro torácico (cm) .....	23
4.4 Consumo de materia seca (kg).....	24
4.5 Conversión alimenticia (CA) .....	26
4.6 Mortalidad % .....	27
4.7 Incidencia de diarrea .....	28
4.8 Relación beneficio/costo .....	29
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>31</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>31</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	31
5.2 RECOMENDACIONES .....	31
<b>V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>32</b>
<b>VI. ANEXOS .....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Ubicación geográfica, política y características climáticas del estudio.....	12
<b>Tabla 2.</b> Materiales, equipos, insumos y herramientas. ....	13
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos evaluados para la investigación. ....	13

<b>Tabla 4.</b> Características del experimento. ....	14
<b>Tabla 5.</b> Características de la unidad experimental.....	14
<b>Tabla 6.</b> Análisis estadístico.....	15
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza para la variable ganancia de peso. ....	21
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza para la variable perímetro torácico. ....	23
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza para la variable consumo de materia seca. ....	24
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia (CA). ....	26
<b>Tabla 11.</b> Costos de producción de los tratamientos 1.....	29
<b>Tabla 12.</b> Costos de producción de los tratamientos 2.....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Crecimiento diferenciado de los distintos compartimientos del estómago de un rumiante. ....	7
<b>Figura 2.</b> Ubicación geográfica del área de estudio sobre evaluación del <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CECT 5940 en la alimentación de terneros establecidos en fase de lactancia. ....	12
<b>Figura 3.</b> Diseño experimental completamente al azar. ....	14
<b>Figura 4.</b> Toma de pesos de los terneros con cinta bovinométrica. ....	16
<b>Figura 5.</b> Toma de altura de los terneros con cinta métrica. ....	16
<b>Figura 6.</b> Toma de perímetro torácico de los terneros con cinta métrica.....	17
<b>Figura 7.</b> Terneros en estudio. ....	18
<b>Figura 8.</b> Aplicación del plan sanitario.....	19
<b>Figura 9.</b> Alimentación de terneros.....	20
<b>Figura 10.</b> Comportamiento de la variable ganancia de peso en días. ....	21
<b>Figura 11.</b> Comportamiento de la variable ganancia de estatura en días.....	22
<b>Figura 12.</b> Comportamiento de la variable perímetro torácico en días.....	24
<b>Figura 13.</b> Comportamiento de la variable consumo de materia seca en días/tratamientos. ..	25
<b>Figura 14.</b> Comportamiento de la variable conversión alimenticia (CA) en días/tratamientos. ....	26
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de mortalidad. ....	27
<b>Figura 16.</b> Porcentaje de incidencia de diarreas. ....	28
<b>Figura 17.</b> Incidencia de diarreas.....	28

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Alimentación con heno de alfalfa a los terneros. ....	38
---	----

<b>Anexo 2.</b> Probiótico utilizado para la investigación.....	38
<b>Anexo 3.</b> Suministración de desparasitante y vitaminas. ....	38
<b>Anexo 4.</b> Ficha Técnica (Probiótico).....	39
<b>Anexo 5.</b> Ficha Técnica (Sustituto lácteo).....	40

**“EVALUACIÓN DEL *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 EN LA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS ESTABULADOS EN FASE DE LACTANCIA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA-CHALTURA”**

Autor: Geovanny Alexander Villarreal Duarte

Universidad Técnica del Norte

Correo: [gavillarreal@utn.edu.ec](mailto:gavillarreal@utn.edu.ec)

**RESUMEN**

La ganadería es fundamental para la economía agropecuaria, por lo cual el manejo adecuado de los terneros lactantes es esencial para su salud y desarrollo. Estos durante su fase de lactancia, enfrentan riesgos debido a la falta de inmunidad completa, lo que puede resultar en enfermedades digestivas como diarreas, estos problemas afectan negativamente su desarrollo, incrementando la mortalidad y morbilidad. Por otro lado, ha mostrado beneficios en la salud intestinal, inmunidad y rendimiento productivo, lo que mejora la rentabilidad ganadera. Este estudio evaluó el impacto del *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 en la alimentación de terneros estabulados en fase de lactancia en La Granja Experimental “La Pradera-Chaltura”. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar, se utilizó 8 terneros de raza Normando, divididos en dos tratamientos: T1 con *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 y T2 como control, sin probiótico. Las variables evaluadas incluyeron ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA), ganancia de estatura, perímetro torácico, diarreas, mortalidad y beneficio/costo. Los resultados revelaron que T1 mostró una mejor conversión alimenticia (1.51), a comparación con T2 (5.76), además de presentar una menor mortalidad con 0% comparado con T2 que registra 50%, destacando su impacto positivo en la salud animal. Por otra parte, T2 presentó mayor consumo de materia seca (1 243 g/día) a diferencia de T1 (1 105 g/día). Mientras que en ambos tratamientos obtuvieron un promedio similar en ganancias de peso (5.67 kg/semana) y perímetro torácico (2.6 cm/semana). En conclusión, T1 sobresalió en la relación beneficio/costo (1.16), consolidándose como una alternativa rentable y viable para las prácticas ganaderas.

**Palabras claves:** Ganadería, conversión alimenticia, rentabilidad, salud y desarrollo.

# “EVALUATION OF BACILLUS AMYLOLICEFACIANS CECT 5940 IN THE FEEDING OF CALVES IN THE LACTATION PHASE IN THE LA PRADERA-CHALTURA EXPERIMENTAL FARM”

Author: Geovanny Alexander Villarreal Duarte

Technical University of the North

Email: [gavillarreal@utn.edu.ec](mailto:gavillarreal@utn.edu.ec)

## ABSTRACT

Livestock farming is fundamental for the agricultural economy, so the proper management of suckling calves is essential for their health and development. During their lactation phase, calves face risks due to the lack of complete immunity, which can result in digestive diseases such as diarrhea. These problems negatively affect their development, increasing mortality and morbidity. On the other hand, it has shown benefits in intestinal health, immunity and productive performance, which improves livestock profitability. This study evaluated the impact of *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 in the feeding of stabled calves in the lactation phase at the Experimental Farm "La Pradera-Chaltura". A completely randomized experimental design was applied, using 8 Normando breed calves, divided into two treatments: T1 with *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 and T2 as a control, without probiotic. The variables evaluated included weight gain (WG), feed conversion (FC), height gain, chest circumference, diarrhea, mortality and benefit/cost. The results revealed that T1 showed a better feed conversion (1.51), compared to T2 (5.76), in addition to presenting a lower mortality with 0% compared to T2 which registered 50%, highlighting its positive impact on animal health. On the other hand, T2 presented a higher dry matter intake (1 243 g/day) unlike T1 (1 105 g/day). While in both treatments they obtained a similar average in weight gains (5.67 kg/week) and chest circumference (2.6 cm/week). However, T1 stood out in the benefit/cost ratio (1.16), consolidating itself as a profitable and viable alternative for livestock practices.

**Keywords:** Livestock, feed conversion, profitability, health and development.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La crianza de terneros lactantes es una práctica habitual en la ganadería, durante este período, la nutrición y el cuidado adecuados de los terneros son esenciales para garantizar un crecimiento saludable y prevenir enfermedades. Sin embargo, en sistemas intensivos, el confinamiento puede representar un desafío para la salud digestiva y el bienestar general de los terneros (Chisaguano, 2019).

Se conoce que la inmunidad en los neonatos es compleja y que en su mayoría es proveniente de la madre a través del calostro; cuando los terneros son apartados de su madre, la posibilidad de que adquieran una microbiota natural es mínima y el intestino es susceptible a microorganismos patógenos (Sánchez et al., 2015).

La composición equilibrada de la microbiota intestinal favorece la digestión eficiente de los nutrientes y fortalece el sistema inmunológico de los terneros (Sarro et al., 2017). Por otro lado, varios factores, como los cambios en la dieta, el estrés y la exposición a patógenos, pueden alterar el equilibrio microbiológico del aparato digestivo (Palencia Socarras et al., 2005); esto puede provocar trastornos gastrointestinales, como diarrea y retraso del crecimiento.

En los últimos años, se ha prestado un enorme interés por el uso de probióticos como estrategia para mejorar la salud intestinal y el rendimiento de los animales de producción. Es así que, los probióticos son suplementos alimenticios formados por microorganismos vivos o muertos, que tienen un efecto beneficioso en la salud del hospedador, incrementando la presencia de bacterias intestinales (Ortega, 2013).

Estas bacterias son fundamentalmente productoras de ácido láctico, garantizando en el intestino un pH suficientemente bajo, en el cual los patógenos no tienen capacidad de desarrollarse (Curbelo et al., 2005). Además, mejoran las defensas del cuerpo contra infecciones creando una barrera protectora sobre la mucosa intestinal (Peña, 2007).

El *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 interviene en la digestión del animal, ayudando a la absorción de nutrientes, mejorando la asimilación de nutrientes para posteriormente aumentar la eficiencia alimentaria (Hartman, 2014). En comparación con algunos aditivos comerciales (Proapak, Proamix, Custom Pak), el *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 ofrece beneficios similares a un costo menor; además ayuda en el combate contra la creación de bacterias

multirresistentes que afectan no solo a la sanidad animal, sino que también a la humana. Esto se traduce para el productor en una mayor rentabilidad al reducir los costos de alimentación y medicamentos (Piuri, 2021).

Gracias a su capacidad antimicrobiana, *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 puede tener un impacto relevante en el combate contra bacterias multirresistentes. Esto se debe a los péptidos antimicrobianos que produce, los cuales afectan la membrana celular de las bacterias, alteran su metabolismo y provocan su muerte (Thomas, 2019). Estas bacterias, que suelen habitar el tracto digestivo del huésped o el ambiente, pueden desarrollar resistencia cuando se exponen a dosis bajas de antibióticos durante periodos prolongados (Vargas et al., 2010).

Con este preámbulo, el estudio de este probiótico se lo ha realizado en diversas especies animales de interés zootécnico, donde se ha observado que puede modular la microbiota intestinal, mejorar la digestibilidad de los alimentos y reducir la incidencia de diarreas en los terneros (Evonik, 2020).

Muestra de lo dicho anteriormente, se encontró que Mier & Mishel (2020) demuestran que la suplementación con *Bacillus amyloliquefaciens* en terneros en fase de lactancia mejoró la digestibilidad de los nutrientes, redujo la incidencia de diarreas y mejoró el peso. Por otro lado, Soca et al. (2011) menciona que la ingesta de *Bacillus amyloliquefaciens* disminuyó la mortalidad y morbilidad en los terneros debido a que tiene un efecto beneficioso en la salud.

Así mismo, un estudio realizado por Xiong et al. (2018) encontró que los terneros alimentados con *Bacillus amyloliquefaciens* tuvieron una mayor digestibilidad de proteínas y grasas. Esta mejoró en la digestibilidad al maximizar la absorción de nutrientes y promover un crecimiento óptimo. Además, Wang et al. (2019) determina que los terneros suplementados con *Bacillus amyloliquefaciens* presentaron una menor incidencia de diarrea y una mayor diversidad de bacterias beneficiosas en el intestino, lo que sugiere una mejora en el equilibrio de la microbiota intestinal.

## **1.2 Problema**

Los primeros meses de vida de los terneros son muy importantes, ya que su sistema inmunológico y demás órganos se desarrollan durante el período de lactancia (Ajuriaguerra et al., 2015). En los terneros el mecanismo de defensa no está completamente desarrollado, es por eso que son altamente susceptibles a un amplio espectro de patógenos, provocando una alta tasa de mortalidad y morbilidad (Pintado, 2011).

Con lo mencionado anteriormente, una de las causas por las que se da una alta tasa de mortalidad es la presencia de diarreas, provocando entre un 55 y 60% de muertes durante la primera semana de vida, y el 75% en las tres semanas iniciales (Zapata, 2018). Estas se dan cuando existe presencia de microorganismos patógenos (virus, bacterias y protozoos), entre los cuales se encuentran *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Pasteurella*, *Clostridium perfringens tipo C* (Landa-Salgado et al., 2019).

El ganadero, al tratar de contrarrestar la presencia de bacterias patógenas, opta por aplicar antibióticos, pero el uso excesivo de los mismos provoca la aparición de microorganismos multirresistentes, mismos que poseen la capacidad de soportar los efectos de un antibiótico cuya función es contrarrestarlo o eliminarlo. En la actualidad, las bacterias multirresistentes se han convertido en una amenaza a la salud tanto humana como animal (Jorquera, 2017).

La alimentación de terneros en fase de lactancia es de vital importancia para asegurar su crecimiento y desarrollo saludables. Sin embargo, existen desafíos relacionados con la salud digestiva y el rendimiento de los terneros durante esta etapa, ya que se enfrentan a factores de estrés, como cambios en la dieta, el ambiente y la separación de la madre, lo que puede comprometer su salud intestinal y sistema inmunológico (Diaz, 2014).

### **1.3 Justificación**

La producción ganadera en el Ecuador representa un pilar fundamental en el sector agropecuario; de esta manera, el ganado vacuno lidera el sector pecuario con un total de 4,07 millones de cabezas a nivel nacional. Esto contribuye a la economía rural y campesina del país, ofreciendo productos cárnicos y lácteos que son parte de la canasta básica y la seguridad alimentaria del país (INEC, 2021).

La inclusión del *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 en la alimentación de terneros en fase de lactancia se justifica por sus potenciales beneficios en la salud digestiva, el rendimiento y el bienestar de los animales. Esta bacteria probiótica ha demostrado capacidad para mejorar la digestión y absorción de nutrientes, promover un equilibrio saludable de la microbiota intestinal, fortalecer el sistema inmunológico y reducir la incidencia de trastornos digestivos en terneros lactantes (Mateos et al., 2014).

Si se suministra con una frecuencia adecuada esta bacteria probiótica, se puede lograr equilibrar el contenido bacteridiano en el intestino y la microflora de la cavidad oral, ya que coloniza y reduce la presencia de bacterias patógenas (Lójan, 2017).

La investigación detallada en este documento presenta una alternativa para mejorar la salud de los terneros, donde la suplementación con *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 permite optimizar la ganancia de peso, reducir los trastornos digestivos, reducir la presencia de diarreas a temprana edad y reducir el consumo de medicamentos.

Con lo expresado, esta investigación propone como objetivo principal la inclusión de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 en la dieta de terneros lactantes como alternativa nutricional, que permita reducir la incidencia de diarreas y mejorar los parámetros zootécnicos.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Evaluar el *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 en la alimentación de terneros estabulados en fase de lactancia en La Granja Experimental La Pradera-Chaltura”.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Establecer la eficiencia de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 en los parámetros zootécnicos de terneros en fase de lactancia.
- Analizar el impacto económico de la suplementación con *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 en la alimentación de terneros en fase de lactancia.

## **1.5 Hipótesis**

### ***1.5.1 Hipótesis nula***

El suministro de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 como probiótico no mejora los parámetros zootécnicos de los terneros en fase de lactancia en La Granja Experimental “La Pradera-Chaltura”.

### ***1.5.2 Hipótesis alterna***

El suministro de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 como probiótico mejora los parámetros zootécnicos de los terneros en fase de lactancia en La Granja Experimental La Pradera-Chaltura”.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Generalidades de la ganadería en Ecuador**

En Ecuador, el sector agropecuario es muy importante para la economía, ya que es la principal fuente de empleo del país y actualmente representa el 29,4% de la población económicamente activa (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021).

La producción y comercialización de carne está experimentando cambios globales debido a las tendencias de consumo. Ecuador no ha sido la única nación que ha experimentado cambios en la producción y consumo de este alimento (José Conde & Leonor Rivera, 2018).

Sánchez & Delgado (2021) indican que, a nivel mundial, factores como el crecimiento de la población, cambios en la dieta y el estilo de vida de las personas han hecho que se incremente la ingesta de proteína animal. De la misma manera, la demanda mundial de los productos cárnicos se estima que crezca en un 1,3% anual, aumentando significativamente entre los años 2007 y 2050, con un incremento neto de 1.1% más que la producción agrícola total (OCDE & FAO, 2020).

#### **2.2 Desarrollo de terneros en la fase de lactancia**

El cuidado y crianza de los terneros es una de las tareas más importantes a realizar para garantizar un buen rendimiento durante la fase productiva de la explotación. El crecimiento inicial del ternero es la fase más crucial de su vida y el secreto de su éxito, ya que es el momento en que un animal es más susceptible a enfermedades (Portillo, 2021).

En las primeras semanas de vida del ternero, dentro de su tracto digestivo, el abomaso ocupa en su mayoría el 60% de su volumen corporal; por otra parte, el rumen y el retículo son de un tamaño corto por su falta de desarrollo. Así mismo, el omaso, al ser un órgano reducido, forma un puente de unión entre el rumen y el abomaso. Este último cuenta con un revestimiento inmaduro, el cual puede cambiar según transcurren los días; además, puede estar relacionado con la capacidad de absorber anticuerpos calostrales (Aspinall & Cappello, 2020).

A medida que crece el ternero, la estructura estomacal tiende a tener pocos cambios en su desarrollo, hasta la segunda semana de edad, donde el ternero empieza a ganar un interés por alimentos sólidos; el tener una dieta con plantas debe permanecer durante un tiempo para estimular su desarrollo, teniendo como resultado que el abomaso crezca constantemente, por

otro lado, el rumen y el retículo se desarrollarán aceleradamente. El estómago del animal alcanza las proporciones adultas entre los 3 y 12 meses de edad (Aspinall & Cappello, 2020).

### **2.3 Anatomía estomacal de los terneros**

Es conocido que la anatomía digestiva de un ternero está compuesta por cuatro partes: rumen, retículo, omaso y abomaso, y que cada uno de estos se encuentra cubierto por epitelio escamoso estratificado queratinizado (Quintanilla & Rodríguez, 2014). Los terneros al nacer tienen un sistema estomacal parecido al de un monogástrico debido a que el rumen no está totalmente perfeccionado; es por esto que el ternero nace con la capacidad de digerir leche solo por procesos enzimáticos y no fermentativos. La ingesta de leche pasa directamente al abomaso por medio de la gotera esofágica que se encuentra en el esófago (Samecash, 2010).

### **2.4 Fisiología de digestión del ternero**

La fisiología digestiva de los terneros es un proceso dinámico que comienza con una dependencia casi exclusiva de la leche materna y evoluciona hacia la capacidad de digerir alimentos sólidos. Al nacer, los terneros tienen un sistema digestivo inmaduro en el que el abomaso, el estómago verdadero, es el principal responsable de la digestión de la leche. A medida que el ternero crece y se introduce a alimentos sólidos, el rumen, el retículo y el omaso comienzan a desarrollarse. Este desarrollo incluye la colonización del rumen por microorganismos que fermentan los carbohidratos complejos en ácidos grasos volátiles, una importante fuente de energía. Este proceso de transición es crucial para asegurar una nutrición adecuada y un crecimiento saludable, destacando la importancia de una apropiada alimentación desde los primeros días de vida del ternero (2003). A continuación, se describe cada uno de los estómagos y su funcionalidad:

#### **2.4.1 Retículo**

La función del retículo es la movilización del alimento al rumen. Al ser un órgano pequeño, se encuentra por encima de la apófisis xifoides; opuesto al diafragma, está dispuesto en forma de pliegue con una altura de 1 cm que encierra espacios de cuatro hasta seis lados, tomando un aspecto de panal. El nombre retículo se da así debido a la disposición en forma de red de los pliegues de su mucosa, a su vez comunicándose con el rumen a través del pliegue retículo-ruminal, formando una sola unidad llamada retículo-rumen, teniendo una importante funcionalidad (Escobar, 2019).

### 2.4.2 Rumen

El rumen es el compartimiento más voluminoso, ya que este se extiende desde la octava costilla hasta la entrada de la pelvis. Este se encuentra formado por varias papilas que varían en forma y tamaño. En este espacio se produce la fermentación microbiana anaeróbica debido a que se encuentra una gran variedad de microorganismos; además, es aquí donde se produce un desdoblamiento de alimento obteniendo la producción de ácidos grasos volátiles (CUENCA GONZÁLEZ, 2018).

### 2.4.3 Omaso

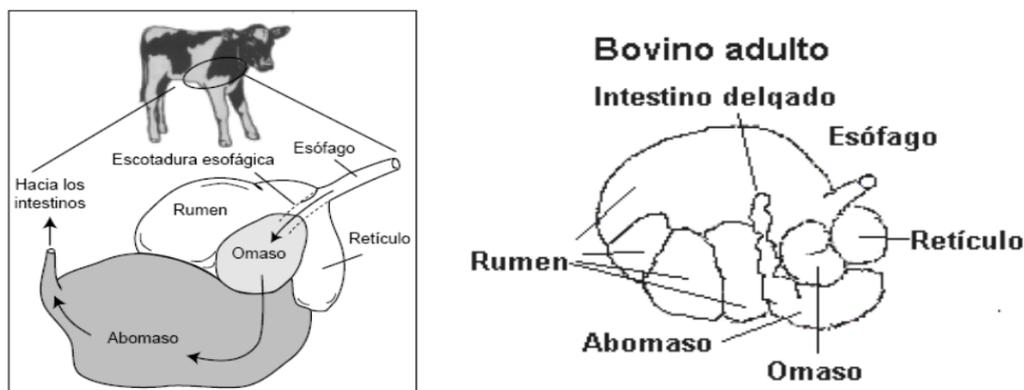
Este órgano se ubica a la derecha del rumen, tiende a ser de forma esférica, presenta pliegues longitudinales que se asemejan a las páginas de un libro; este se comunica con el retículo por el esfínter retículo-omasal y con el abomaso por el esfínter omaso-abomasal, teniendo como función el reducir el tamaño de partículas y ayudar con el paso del bolo alimenticio hacia el abomaso (Mier Ortiz & Pamela Mishel, 2020).

### 2.4.4 Abomaso

En los primeros días del ternero, el abomaso es el principal estómago funcional, ya que este se alimenta de lácteos; se encuentra ubicado a la derecha y ventralmente en la cavidad abdominal. Su forma es de saco alargado con un extremo ciego denominado fundus y un extremo pilórico que termina en el duodeno. Su función principal es formar coágulos con ayuda de enzimas (renina y pepsina), permitiendo una liberación estable de nutrientes (Escobar, 2019).

### Figura 1.

*Crecimiento diferenciado de los distintos compartimientos del estómago de un rumiante.*



*Nota.* El gráfico representa la diferencia entre los compartimientos de un bovino recién nacido y el de un bovino adulto. Tomado de Producción Veterinaria, Revista Electrónica de Veterinaria, por Garzón B., 2007, ([www.produccion-animal.com.de/leche.pdf](http://www.produccion-animal.com.de/leche.pdf)).

## **2.5 Probióticos**

En la actualidad, el término probiótico tiene una alta referencia en ser un producto que contiene cepas de microorganismos y, dentro del intestino del animal, en cantidades suficientes, estos logran alterar la microflora en algún compartimiento del huésped, produciendo así efectos beneficiosos para el mismo. La mayoría de cultivos microbianos se utilizan como probióticos en los animales de interés zootécnico, perteneciendo los mismos a los géneros de *Lactobacillus sp*, *Enterococcus sp* y *Bacillus sp* (Sosa Cossio et al., 2018).

Otra definición dada de un probiótico es un cultivo viable en el que se incluyen varios microorganismos que, al ser administrados en las dosis recomendadas, contribuyen a mejorar el balance y equilibrio microbiano del huésped, activando sus funciones una vez estos logran colonizar el intestino, afectando de manera beneficiosa al hospedero, generando un aumento en la competencia por nutrientes con otro tipo de flora intestinal (Sist & Agroecol, 2016).

### **2.5.1 Tipos de probióticos utilizados en rumiantes**

Las bacterias utilizadas como aditivos probióticos en su mayoría pertenecen a las especies *Bacillus*, *Enterococcus* y *Lactobacillus* y algunas especies de hongos como *Aspergillus oryzae* y levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*. Por concepto general, los cultivos de bacterias son los que más se utilizan en el proceso de rumia en los animales más jóvenes que no inician este desarrollo. Cabe destacar que las levaduras pueden ser eficaces en los animales prerumiantes, así como también se presentan los cultivos fúngicos en animales con rumen funcional (Sarro et al., 2017).

### **2.5.2 Función de los probióticos en el animal**

Su principal función es estimular la digestión y ayudar a mantener el equilibrio microbiano en el intestino del huésped; además, es un coadyuvante que contrarresta el estrés que deriva de los cambios en las dietas e interviene en el ataque de patógenos. El uso de probióticos provoca la disminución de la tasa de desarrollo de cepas resistentes a los antibióticos secundarios al uso general y desenfrenado de antibióticos. Cabe resaltar que algunos microorganismos son utilizados como probióticos, por lo cual no están exentos de adquirir cierta resistencia a los antibióticos (Castro & Rodríguez, 2005).

El uso de microorganismos como probióticos en la alimentación se asocia con la eficacia que es verificada en la modulación de la microbiota intestinal. Al mismo tiempo, la administración de cepas probióticas, que en algunas puede presentarse como individuales o combinadas, llega

a tener un efecto significativo en la asimilación y absorción de los alimentos y obtener una ganancia media diaria del peso corporal del animal (Ślizewska., 2019).

## **2.6 *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940**

El *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 es una bacteria Gram-positiva cuya morfología es bacilar, aeróbica, además de tener una movilidad flagelar y un tamaño que puede ser variable (0.5 a 10 µm); necesita un pH neutro para un óptimo crecimiento. La temperatura para su desarrollo es de 30 y 45 °C y se la encuentra de forma natural en el suelo y el tracto gastrointestinal de los animales. Esta bacteria se caracteriza por su capacidad para producir enzimas que ayudan a la digestión y asimilación de nutrientes, así como compuestos antimicrobianos que pueden inhibir el crecimiento de patógenos intestinales (Ortega, 2013).

### **2.6.1 Beneficios del uso de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940**

El uso de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 favorece el equilibrio de la microbiota intestinal y optimiza la conversión alimenticia, reduciendo así los costos de producción y los días necesarios para el sacrificio. Este probiótico es compatible con otros aditivos como coccidiostatos, antibióticos promotores del crecimiento y ácidos orgánicos, lo que asegura la eficacia del producto. Además, *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 contribuye a la digestión y fermentación de polímeros vegetales, la síntesis de vitaminas y la transformación de compuestos tóxicos. También refuerza el sistema inmunológico, mantiene la salud de la mucosa intestinal y previene la colonización por patógenos (Andrea, 2019).

## **2.7 Mecanismos de acción de los probióticos en alimentación animal**

Los probióticos son compuestos usados en su mayoría en la formulación de alimentos para animales, el cual es un coadyuvante para complementar las necesidades nutricionales y mejorar así la producción animal; además, en particular, afecta de manera beneficiosa la flora intestinal o mejora la digestibilidad de otros ingredientes (Sorrondogui, 2012).

Otro mecanismo de acción importante para la alimentación del animal es que afecta de forma beneficiosa las características de los ingredientes de la dieta; además, ayuda a crear condiciones favorables en el intestino delgado bajo el control de la población bacteriana de los animales para mejorar la digestión de los alimentos. Los probióticos en la alimentación mejoran el olor, sabor y la preservación de los alimentos que son suministrados a los animales (Sorrondogui, 2012).

## **2.8 Efecto de los probióticos en el intestino delgado**

Los probióticos en el intestino delgado presentan cuatro efectos: Primero, influyen en el metabolismo de toxinas, como también en la producción de ácidos grasos volátiles como el ácido láctico por medio de las bacterias ácido lácticas, las cuales reducen la colonización del intestino. Segundo, estos se adhieren a las paredes intestinales. Tercero, estos compiten por nutrientes, ya que la disminución de nutrientes influye en la composición de la microbiota. Cuarto, estimula la inmunidad del huésped, ya que el uso de microorganismos bacterianos estimula la actividad de los macrófagos para combatir contra patógenos.

## **2.9 Efectos positivos sobre la producción y la salud de estos animales**

Una microbiota equilibrada es la base para una utilización óptima del alimento y para una buena salud en general, lo que se traduce en un rendimiento óptimo y una producción animal estable. La optimización de la microbiota a través de la administración de probióticos ha demostrado la gran capacidad de los probióticos para fomentar la salud de los animales y controlar el efecto negativo durante los períodos desafiantes (Zusatzstoffe, 2022).

Los efectos positivos del uso de probióticos se deben enfatizar en el papel importante que tienen los probióticos en la protección de los animales frente a los patógenos, ya que mejora la respuesta inmunitaria en el organismo del animal. En la actualidad, existe una demanda muy alta sobre productos cárnicos debido a que se usan productos que no son químicos y que pueden cumplir con la expectativa (Görgülü et al., 2003).

## **2.10 Marco legal**

El estudio actual está vinculado con lo establecido por las leyes y artículos del Estado ecuatoriano presente en la Constitución Política del Ecuador (2008), Art. 1. Reforma el literal h) publicado en el Registro Oficial No. 842 de 30 de noviembre de 2012, para lo cual, a partir de la vigencia de la presente resolución, expresa lo siguiente:

Debe existir un plan anual de manejo sanitario elaborado por un profesional técnico (médico veterinario zootecnista, ingeniero agropecuario, ingeniero zootecnista o profesional de carrera afín), con la asesoría del Médico Veterinario Zootecnista, este plan debe incluir la prevención, diagnóstico y manejo de las enfermedades de control oficial, además de planes de vacunación y desparasitación. De igual manera, el Art. 25. Del bienestar animal, hace referencia a las condiciones de la infraestructura, transporte, alimentación y manejo de los animales, de tal modo que garanticen su comportamiento normal y su calidad de vida. Es primordial que los

procedimientos de manejo sean adecuados, no solamente para asegurar el bienestar animal, sino también porque puede marcar la diferencia entre pérdidas y ganancias, tanto por la calidad del producto como por la seguridad de los operarios.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Caracterización del área de estudio

Para la presente investigación se usó el área de levante de terneros dentro de La Granja Experimental “La Pradera”, perteneciente a la Universidad Técnica del Norte. La ubicación se muestra en la Figura 2.

#### Figura 2.

*Ubicación geográfica del área de estudio sobre evaluación del Bacillus amyloliquefaciens CECT 5940 en la alimentación de terneros establecidos en fase de lactancia.*



#### 3.1.1 Ubicación geográfica, política y características climáticas:

La ubicación geográfica, el contexto político y las características climáticas de una región son cruciales, mismos que se detallan en la Tabla 1:

**Tabla 1.**

*Ubicación geográfica, política y características climáticas del estudio.*

<b>Ubicación</b>	
Provincia	Imbabura
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	San José de Chaltura
<b>Situación geográfica</b>	
Altitud	2.350 m s.n.m
Longitud	78° - 06' - 32''O
Latitud	00° - 21' - 53''N

<b>Características climáticas</b>	
Temperatura promedio	17 ° C
Precipitación promedio	745,40 mm
Humedad relativa	72%

### 3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

Para la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales, equipos, insumos y herramientas, detallados en la Tabla 2:

**Tabla 2.**

*Materiales, equipos, insumos y herramientas.*

<b>Semovientes</b>	<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Herramientas</b>
Terneros Normando.	Aretes. Hojas de campo.	Cinta métrica de flexible. Balanza de mano. Cinta Bovinométrica. Cámara fotográfica.	Pacas de heno Balanceado Leche Vitaminas. Probiótico Agua. Jeringuillas.	Soga

### 3.3 Métodos

#### 3.3.1 Factor en estudio

Para la presente investigación de tipo experimental se tuvo como factor las dietas en donde se comparó el uso del *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 a una dosificación de  $1.04 \times 10^9$  UFC y otra sin el probiótico, para determinar la eficiencia nutricional y sanitaria.

#### 3.3.2 Tratamientos

Los tratamientos evaluados se detallan en la Tabla 3:

**Tabla 3.**

*Tratamientos evaluados para la investigación.*

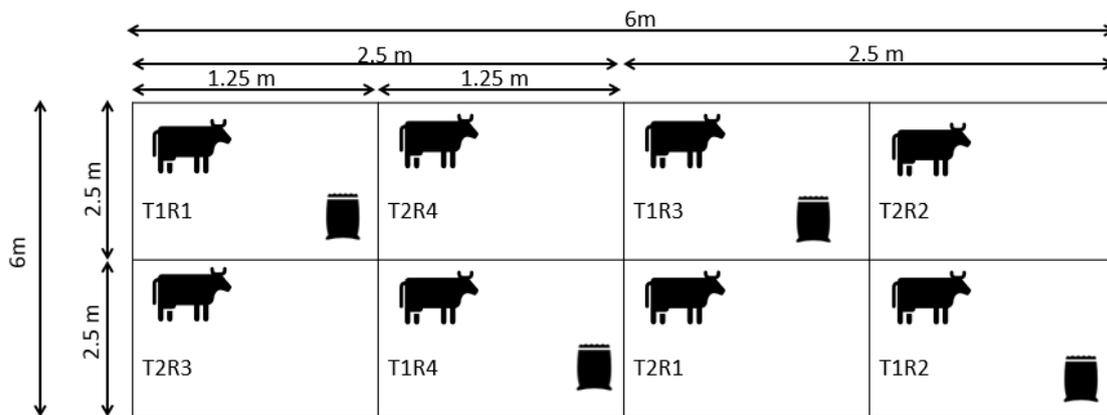
<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
T1: Probiótico	Se suministro 1.04 g de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CECT 5940 en 16 litros de leche.
T2: Testigo (Sin probiótico)	Sin uso de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CECT 5940 en la leche.

### 3.3.3 Diseño experimental

Para el presente estudio se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro repeticiones por tratamiento, que se esquematiza en la Figura 3.

**Figura 3.**

*Diseño experimental completamente al azar.*



**3.3.3.1 Características del experimento.** La presente investigación se realizó de acuerdo con las características descritas en la Tabla 4:

**Tabla 4.**

*Características del experimento.*

- Tratamiento:	2
- Repeticiones:	4
- Número de unidades experimentales:	8
- Área total del ensayo:	36 m <sup>2</sup>

**3.3.3.2 Características de la unidad experimental.** La presente investigación se realizó de acuerdo con las características descritas en la Tabla 5:

**Tabla 5.**

*Características de la unidad experimental.*

<b>Datos</b>	<b>Medidas</b>
Número total de animales por corral	1
Número total de animales experimentales	1
Área por unidad experimental	3.13 m <sup>2</sup>

### 3.3.4 Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos se usó el software estadístico Infostat versión 2020, donde fueron analizados mediante el uso de un ADEVA, con pruebas de media LSD FISHER ( $\alpha=0.05$ ) al cumplirse los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza como se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6.**

*Análisis estadístico.*

Fuentes de variación	G.L.
Tratamientos	(2-1) =1
Erro experimental	2(4-1) =6
Total	2(4)-1=7

## 3.4. Variables evaluadas

### 3.4.1. Consumo de materia seca (kg)

Para la medición de esta variable, se tomó en cuenta el alimento consumido en materia seca representado por heno de alfalfa (*ad livitum*) y balanceado comercial iniciador con el 18% de proteína. Se debe indicar que las raciones de concentrado aumentaron a medida que transcurría el estudio, iniciándose en 50 g y terminando en 1 kg/día. Para complementar la alimentación, se suministró 130 g de fórmula láctea por ternero al día, más 0.26 g de probiótico en el caso de los animales con el tratamiento de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940. El consumo de alimentos se registró de manera diaria.

### 3.4.2. Ganancia de peso (kg)

Para la presente variable, se registraron los pesos de los terneros de manera semanal, esto con la ayuda de una cinta bovinométrica cuyo margen de error es del 2% (Figura 4). Con estos datos en el libro de campo, se procedió a calcular la GDP mediante la siguiente fórmula.

$$GDP = Pf - Pi \quad (1)$$

**Donde:**

**GDP:** Ganancia de peso.

**Pf:** Peso final.

**Pi:** Peso inicial.

#### **Figura 4.**

*Toma de pesos de los terneros con cinta bovinométrica.*



#### **3.4.3 Ganancia de estatura (cm)**

Para la presente variable, se registró la estatura de los terneros de manera semanal, esto con la ayuda de una cinta métrica (Figura 5), la cual fue ubicada a nivel de suelo junto a los miembros anteriores de los terneros hasta la unión de las dos escápulas (cruz omóplata). Con estos datos en el libro de campo, se procedió a calcular la GDE mediante la siguiente fórmula:

$$GDE = Ef - Ei \quad (2)$$

**Donde:**

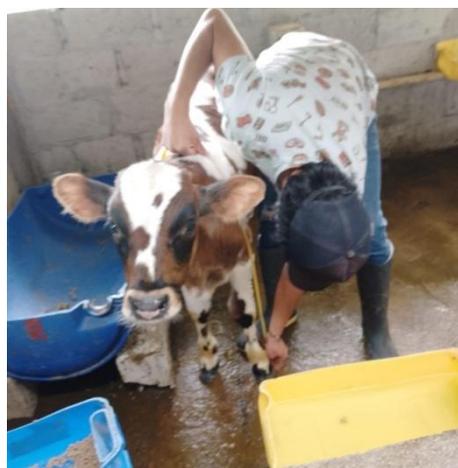
**GDE:** Ganancia de estatura

**Ef:** Peso final

**Ei:** Peso inicial

#### **Figura 5.**

*Toma de altura de los terneros con cinta métrica.*



#### **3.4.4 Perímetro torácico (cm)**

Para la presente variable, se registró el perímetro torácico semanal de los terneros, con ayuda de una cinta métrica (Figura 6), ubicada alrededor del tórax y apuntada en el libro de campo.

#### **Figura 6.**

*Toma de perímetro torácico de los terneros con cinta métrica.*



#### **3.4.5 Incidencia de diarrea**

Para la presente variable, se registró la presencia de diarreas de los terneros durante todo el estudio, estos fueron apuntados en el libro de campo.

#### **3.4.6 Mortalidad %**

Para la presente variable, se observó la presencia de muertes o pérdidas de los terneros durante todo el estudio, estos fueron apuntados en el libro de campo.

#### **3.4.7 Conversión alimenticia (CA)**

La presente variable, se registró de manera semanal. Para determinar la conversión alimenticia se utilizaron los datos de consumo de alimento y ganancia de peso. Con estos datos, se procedió a calcular la CA mediante la siguiente fórmula mencionada por Águila, (2020).

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}} \quad (3)$$

### **3.4.8 Relación beneficio/costo**

Para esta variable, se consideraron todos los costos asociados con el manejo de los terneros, incluido el costo del alimento, el costo del probiótico y los costos de adaptación del área donde se llevarán a cabo las actividades.

### **3.5 Manejo específico del experimento**

En la investigación se realizaron las siguientes actividades:

#### **3.5.1 Adquisición de animales en estudio**

Los animales que se emplearon en este proyecto de investigación corresponden a 8 terneros machos de genotipo (Normando), edad (8 días) y procedentes de Otavalo (Figura 7).

#### **Figura 7.**

*Terneros en estudio.*



#### **3.5.2 Actividades al ingreso de los terneros**

Los terneros que se adquirieron se los llevaron a las ternereras de la Granja La Pradera, las cuales son instalaciones de cemento (1.25x2.5 m), con cama de aserrín, proporcionándole al ternero confort y bienestar. La limpieza de esta área se realizará cada 2 días, con cambios de aserrín y cada 2 semanas con desinfecciones químicas (Creso) para evitar enfermedades sanitarias. Para la identificación de cada unidad experimental se colocó un arete en la oreja, en la cual se identificará la fecha de nacimiento, número de ternero y el nombre asignado al mismo.

### **3.5.3 Desparasitación y vitaminización**

Para la investigación se realizaron actividades de sanidad animal basadas en desparasitación con Fenbendazol 10% (5 mg de Fenbendazol/kg), vía oral (VO) y vitaminización con Vigantol (0.5 ml), vía intramuscular (VI); las cuales se realizarán a su llegada y a partir de esta fecha cada 21 días.

#### **Figura 8.**

*Aplicación del plan sanitario.*



### **3.5.4 Alimentación de los terneros**

Las unidades experimentales estuvieron sometidos a un régimen alimentario en un horario establecido (10:00 y 16:00); su alimentación será la siguiente:

#### **3.5.4.1 Leche.**

La alimentación de los terneros durante el periodo de estudio consistió en 2 litros/día de leche en la mañana y tarde, que se dividió de dos distintas formas con *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 (0.26 g/4 litros) y sin *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 (Figura 9).

#### **3.5.4.2 Heno de alfalfa.**

De igual manera, se suministró heno de alfalfa a partir del comienzo de la investigación, esta actividad se ejecutó durante todo el periodo de investigación. Donde se inició con cantidades de 200 g y finalizando con 800 g.

#### **3.5.4.3 Balanceado inicial.**

Desde el ingreso de las unidades experimentales se suministró 50 g de balanceado inicial con 18% de proteína, durante la primera semana; a partir de la segunda semana y las siguientes

semanas se aumentará a 100 g hasta completar 1 kg de concentrado diario por cada unidad experimental.

#### **3.5.4.4 Agua**

El agua estuvo a disposición durante toda la investigación; se realizaron cambios todos los días.

#### **Figura 9.**

*Alimentación de terneros.*



#### **3.5.5 Medición de parámetros productivos**

Semanalmente se tomaron los datos de las variables de la presente investigación, que se realizaron en un cuaderno de campo donde se apuntó toda la información del desarrollo de las unidades experimentales durante toda la investigación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Ganancia de peso GP (kg)

En la Tabla 7, se observan los resultados para la variable ganancia de peso (kg), donde no muestra interacción entre las fuentes de variación Días: Tratamiento ( $p=0.3016$ ). Sin embargo, sí existe diferencia significativa para el factor días ( $p=0.0076$ ) independiente de los tratamientos.

**Tabla 7.**

*Análisis de varianza para la variable ganancia de peso.*

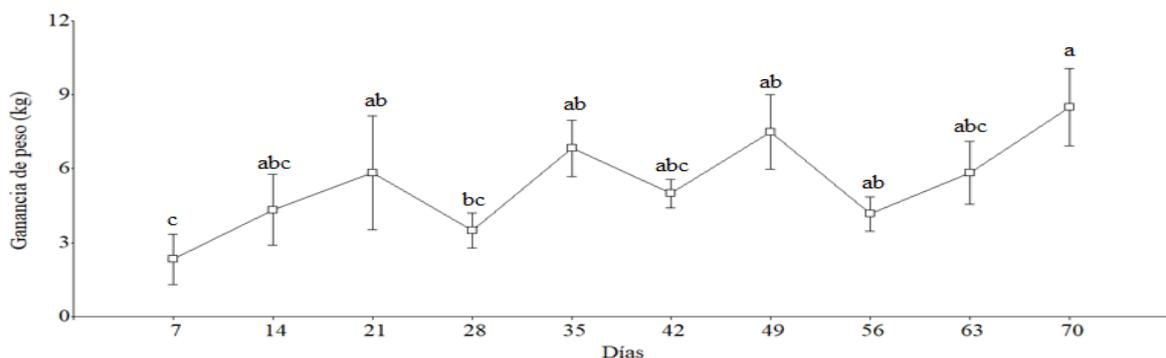
Fuentes de variación	gl. FV	gl. EEx	F-valor	p-valor
Días	9	38	3.05	0.0076
Tratamiento	1	38	2.26	0.1410
Días: Tratamiento	9	38	1.24	0.3016

Nota: **gl FV.** Grados de libertad fuente de variación; **gl EEx.** Grados de libertad error experimental.

En la Figura 10, se observa que, en las primeras tres semanas, existe un incremento constante en la ganancia de peso de los terneros, alcanzando un valor promedio por ternero de 12.16 kg en este periodo. Sin embargo, en los días 28, 42 y 56 la conducta es descendente, mostrando menor ganancia individual, con promedios de 3.5, 5 y 4.17 kg respectivamente. Finalmente, se aprecia que para los días 35, 49 y 70 la ganancia de peso mejora con respecto a los días mencionados con anterioridad, mostrando valores de 6.83, 7.50 y 8.50 kg en cada corte. Hay que acotar que a partir del día 56 el comportamiento de esta variable se asemeja al mostrado en las primeras tres semanas del estudio; esto se puede ver en el incremento de peso constante, obteniendo una ganancia de peso promedio de 7.61 kg.

**Figura 10.**

*Comportamiento de la variable ganancia de peso en días.*



Con lo indicado anteriormente, se puede decir que, a medida que transcurre el tiempo, el comportamiento de los pesos en los terneros es positivo, mostrando una GP promedio de 5.67 kg semanales. Este comportamiento coincide con el estudio de Renjia et al. (2018), quien obtuvo una GP promedio de 6.93 kg semanales en animales suplementados con *Bacillus amyloliquefaciens* C-1 a una dosis de  $4 \times 10^{10}$  UFC, mostrando una mejor ganancia de peso semanal en comparación con la presente investigación. Esta diferencia se podría explicar con la frecuencia y concentración de UFC del probiótico, ya que Renjia suministró 5 raciones diarias mientras que en este trabajo únicamente solo 2.

Por otro lado, Díaz (2018), indica que al suministrar *Bacillus amyloliquefaciens* con una dosificación de  $1 \times 10^{10}$  UFC, registró una GP promedio de 8.26 kg semanales, este estudio podría llevar a pensar que, a mayor dosis de probiótico, mayor sería la GP.

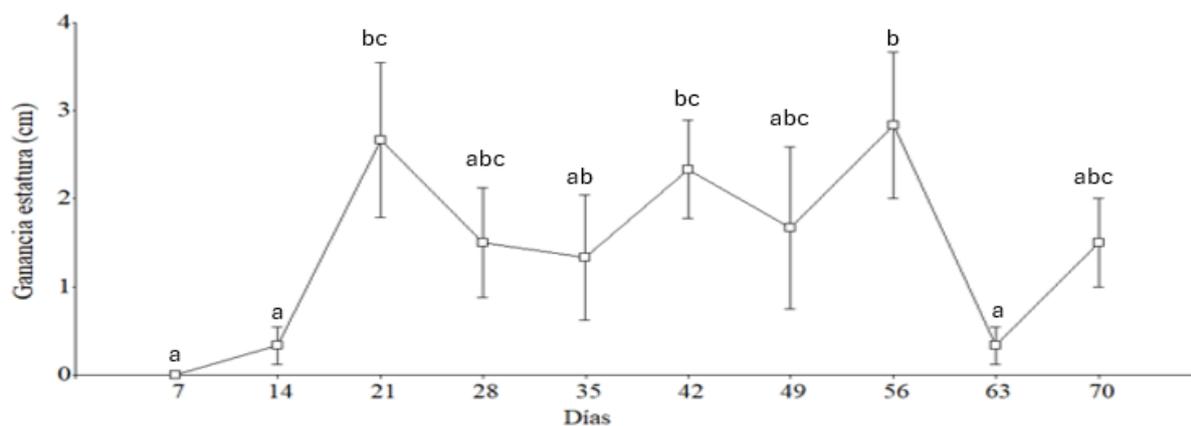
#### 4.2 Ganancia de estatura (cm)

En los resultados para la variable ganancia de estatura (cm), el estudio muestra que no existe interacción entre las fuentes de variación Días: Tratamiento ( $p=0.0839$ ). Sin embargo, si existe diferencia significativa para el factor días ( $p=0.0055$ ) independiente de los tratamientos.

En la Figura 11, se observa una ganancia de estatura mínima de 0.33 cm para los días 14 y 63. Posteriormente, se observa una ganancia de estatura media en los días 28, 35, 49 y 70 con valores de 1.5, 1.33, 1.67 y 1.5 cm, respectivamente. Luego, se observa una ganancia de estatura máxima en los días 21, 42 y 56 con valores de 2.67, 2.33 y 2.83 cm, respectivamente.

**Figura 11.**

*Comportamiento de la variable ganancia de estatura en días.*



Ortiz (2020), menciona que los terneros suplementados con una concentración de  $1 \times 10^{11}$  UFC de *Bacillus amyloliquefaciens* registraron mayor altura promedio al final de su experimento, con valores de 104.64 cm en 10 semanas de trabajo. Este resultado es mayor a los valores del presente estudio (estatura promedio 92.75 cm), donde la concentración del probiótico fue de  $1.04 \times 10^9$ , representando una diferencia de 11.89 cm. Lo que podría llevar a pensar que, a mayor concentración de UFC, mayor sería la ganancia de estatura.

Por otra parte, Puetate (2023) indica que al utilizar 10 ml de *Bacillus clausii* con una concentración de  $2 \times 10^9$  UFC en terneros, la ganancia de estatura promedio fue de 2.29 cm semanales, resultando ser mayor al de esta investigación que registró 1.5 cm en el mismo tiempo.

### 4.3 Perímetro torácico (cm)

En la Tabla 8, se observan los resultados para la variable perímetro torácico (cm), donde no muestra interacción entre las fuentes de variación Días: Tratamiento ( $p=0.2879$ ). Sin embargo, sí existe diferencia significativa para el factor días ( $p=0.0001$ ) independiente del tratamiento.

**Tabla 8.**

*Análisis de varianza para la variable perímetro torácico.*

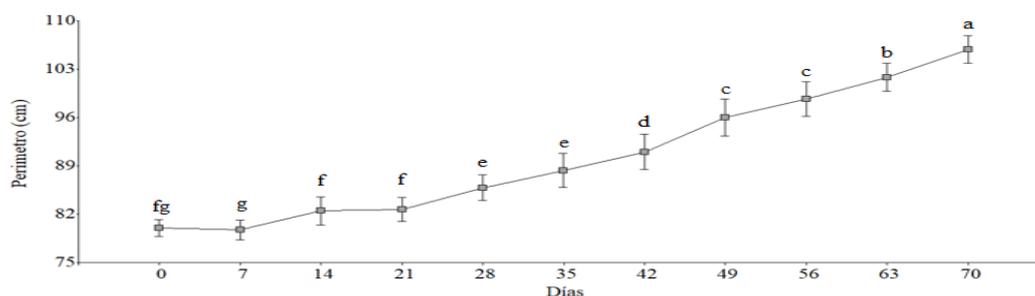
<b>Fuentes de variación</b>	<b>gl. FV</b>	<b>gl. EEx</b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>
Días	10	44	114.68	<0.0001
Tratamiento	1	44	1.65	0.2051
Días: Tratamiento	10	44	1.25	0.2879

Nota: **gl FV.** Grados de libertad fuente de variación; **gl EEx.** Grados de libertad error experimental.

En la Figura 12, se observa la evolución del perímetro torácico (cm) a lo largo de un período de 70 días. La tendencia ascendente observada refleja un incremento constante en el tamaño del tórax, lo cual es indicativo de un crecimiento sostenido durante el tiempo de observación. La línea de tendencia inicia con un valor promedio de 79.71 cm, finalizando con un valor promedio de 105.83 cm en el período de estudio. Este cambio representa un crecimiento total de 26.12 cm, con una tasa de crecimiento promedio aproximada de 0.37 cm por día

**Figura 12.**

*Comportamiento de la variable perímetro torácico en días.*



Romero et al. (2018) indican que al dosificar *Lactobacillus casei* en concentración de  $1 \times 10^9$  UFC, registraron una ganancia de perímetro torácico de 12.14 cm semanales en promedio, mientras que en este estudio se obtuvo una ganancia de perímetro torácico de 2.6 cm semanales en promedio a una dosis de  $1.04 \times 10^9$  UFC de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940. Este estudio podría llevar a pensar que probióticos con origen bacteriano *Lactobacillus* muestran mejores ganancias de perímetro torácico en comparación con bacterias de origen *Bacillus*.

Por otra parte, Ponce (2018) indica que, al suministrar 1 g diario de probiótico polihierbal, al cabo de 60 días, ganó 10 cm de perímetro torácico, lo que es mayor al presente estudio, que ganó 2.6 cm suministrando 1.04 g diario en el mismo periodo. Este estudio podría llevar a pensar que, los probióticos de origen bacteriano, como el *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 muestran menores ganancias de perímetro torácico en comparación con probióticos de origen polihierbal.

#### 4.4 Consumo de materia seca (kg)

En la Tabla 9, se observan los resultados para la variable consumo de materia seca (kg), donde se evidencia interacción entre las fuentes de variación Días: Tratamiento ( $p=0.0124$ ). Lo que indica que el consumo de MS está determinado por la dieta del animal.

**Tabla 9.**

*Análisis de varianza para la variable consumo de materia seca.*

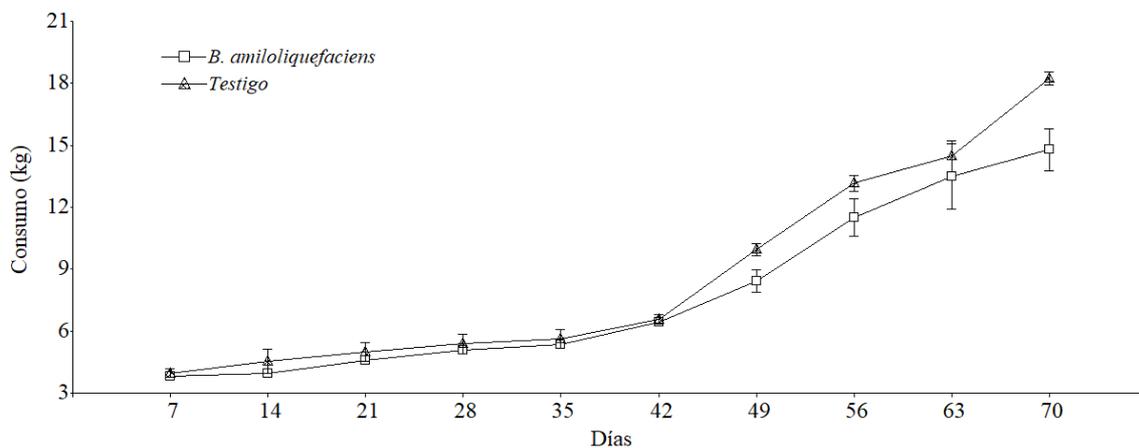
Fuentes de variación	gl. FV	gl. EEx	F-valor	p-valor
Días	9	38	1002.54	<0.0001
Tratamiento	1	38	11.20	0.0018
Días: Tratamiento	9	38	2.81	0.0124

Nota: **gl FV.** Grados de libertad fuente de variación; **gl EEx.** Grados de libertad error experimental.

En la Figura 13, se comparan las tasas de consumo de materia seca (kg) entre el T2 (Testigo) y el T1 (*B. amyloliquefaciens*). El T1 demostró un aumento progresivo en el consumo de materia seca, comenzando con 3,80 kg en 7 días y finalizando con 14,79 kg promedio en la última semana. Así mismo, el T2 mostró un patrón similar, pero con valores mayores con respecto al T1, empezando con 3,97 kg y culminando con una media de 18,24 kg en el mismo intervalo de tiempo. Lo que indica que el consumo de materia seca obtenido durante este período de 10 semanas es constante, destacando que en los días 49, 56 y 70 existe una diferencia estadística de 2.23 kg entre el T1 y T2, mientras que desde el día 7 hasta el día 42 son similares estadísticamente debido a que no existe diferencia significativa, al igual que el día 63.

**Figura 13.**

*Comportamiento de la variable consumo de materia seca en días/tratamientos.*



El incremento en el consumo de materia seca observado en el T1 podría estar asociado con los efectos benéficos de *B. amyloliquefaciens* en la salud gastrointestinal y la eficiencia alimenticia, observada por Arita (2020), quien reportó que suplementando probiótico a una concentración de  $1 \times 10^8$  UFC mejoró el rendimiento de crecimiento y el consumo de materia seca en terneros, registrando un consumo de materia seca de 376.73 g/día, que es menor a lo registrado en la presente investigación, con un valor de 1 106 g/día utilizando una dosis de  $1.04 \times 10^9$  UFC. Lo que podría llevar a pensar que, a mayor concentración de UFC, mayor sería el consumo de materia seca.

Por otro lado, el T2 mostró un aumento más significativo en el consumo de materia seca. Esto podría deberse a factores no controlados en el estudio, como diferencias en la dieta base o el manejo de los animales. Es importante considerar que la microbiota ruminal juega un papel crucial en la digestión y puede ser influenciada por la composición de la dieta. Esto coincide

con Görgülü et al. (2003), quienes en su estudio encontraron que los terneros suplementados con probióticos tuvieron un menor consumo de materia seca en comparación con el grupo control, siendo 174 g/día y 186.5 g/día respectivamente, consumiendo un 7% más de alimento el tratamiento testigo, lo que concuerda con esta investigación que presentó un comportamiento similar, con registros de consumo de materia seca de 1105 g/día y 1243 g/día, para T1 y T2 respectivamente, consumiendo un 19% más el tratamiento testigo.

#### 4.5 Conversión alimenticia (CA)

En la Tabla 9, se observan los resultados para la variable conversión alimenticia (CA), donde sí muestra interacción entre las fuentes de variación Días: Tratamiento ( $p=0.0410$ ).

**Tabla 10.**

*Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia (CA).*

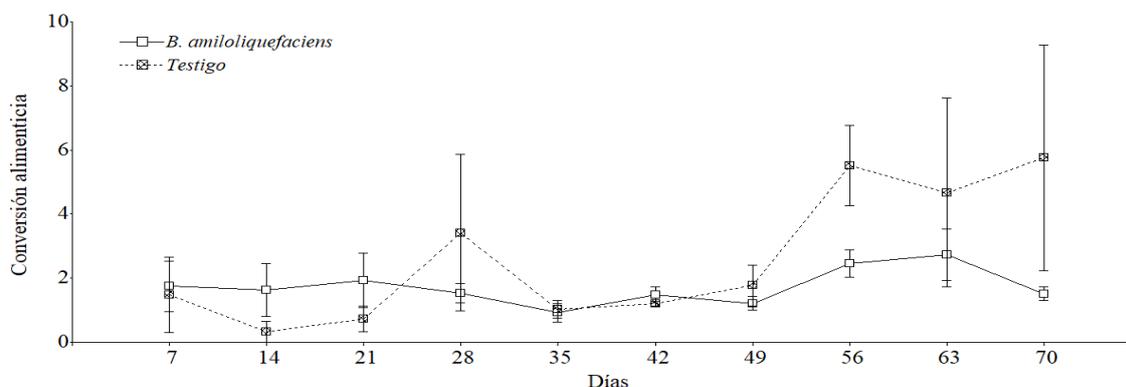
Fuentes de variación	gl. FV	gl. EEx	F-valor	p-valor
Días	9	38	3.44	0.0035
Tratamiento	1	38	0.88	0.3552
Días: Tratamiento	9	38	2.04	0.0410

Nota: **gl FV.** Grados de libertad fuente de variación; **gl EEx.** Grados de libertad error experimental.

En la Figura 14, se compara la conversión alimenticia (CA) a lo largo del periodo de 70 días, donde el tratamiento con *Bacillus amyloliquefaciens* (T1) demostró una CA más baja en comparación con el grupo Testigo (T2), siendo 1.51 y 5.76 respectivamente. Por otra parte, se observa una diferencia entre el T1 y T2 en los días 14, 56 y 70, mientras que para los demás días resultan ser similares.

**Figura 14.**

*Comportamiento de la variable conversión alimenticia (CA) en días/tratamientos.*



Según Ajuriaguerra et al. (2015), una CA más baja indica una mejor utilización de los nutrientes, lo cual es esencial para el crecimiento óptimo de los terneros. El autor suministró probiótico donde obtuvo una CA de 7.41, siendo la mejor en comparación con los tratamientos testigo, mientras que en este estudio se obtuvo una CA de 1.51. Esta diferencia se podría explicar por las unidades experimentales, ya que el autor utilizó terneros con retraso en su crecimiento, mientras que en este trabajo no se utilizaron terneros con retraso.

Por otra parte, Arita (2020) en su estudio indica que la administración de probióticos con una dosificación  $1 \times 10^8$  UFC obtuvo una CA de 1.23, obteniendo de esta manera una mejor CA en comparación con la presente investigación, la cual registró un valor de 1.51, siendo siempre mejores a sus tratamientos testigos. Esta diferencia se podría explicar por una mejor asimilación del probiótico, la cual ayuda en una mejor digestibilidad de los alimentos. Los resultados sugieren que la adición de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 mejora la eficiencia de la conversión alimenticia.

Con lo indicado anteriormente, se puede decir que, el uso de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 es una alternativa rentable debido que asimila mejor los nutrientes consumiendo (1 105g/día) resultando mejor en la transformación de alimento CA (1.51) en comparación al testigo donde no se utilizó probiótico sin embargo tuvo un mayor consumo de alimento (1 243 g/día) sin embargo, la transformación de nutrientes es menor CA (5.76).

#### 4.6 Mortalidad %

En cuanto a la mortalidad, las unidades experimentales que formaron el T1 (*Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 ( $1,04 \times 10^9$  UFC)) no presentaron mortalidad, mientras que para el T2 (testigo) la mortalidad representó el 50% de la población en el periodo de estudio.

#### Figura 15.

Porcentaje de mortalidad.



Nota: **T1.** *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940; **T2.** Testigo.

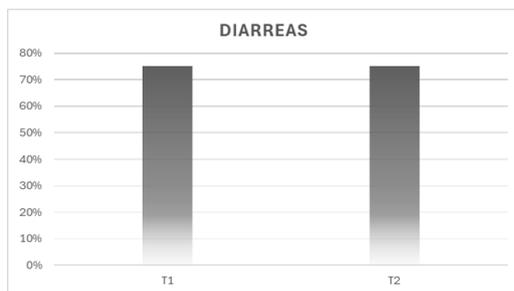
Respecto a la variable de mortalidad en las investigaciones de Gevawer y Mendoza (2012) y Araujo y Barberena (2017), que consideran esta variable, mencionan que, al igual que en la presente investigación, no existió mortalidad de ninguno de los 25 terneros estudiados con solo uso de probiótico. Comparado con este estudio, se puede decir que los animales a los que se suplementa con probiótico no presentan mortalidad, mientras que aquellos sin uso de este producto muestran una mortalidad causada por diarreas infecciosas.

#### 4.7 Incidencia de diarrea

En la Figura 16, se observa que tanto para T1 como para T2, en la fase de campo de la investigación, presentaron diarreas en un 75% de las unidades experimentales.

**Figura 16.**

*Porcentaje de incidencia de diarreas.*

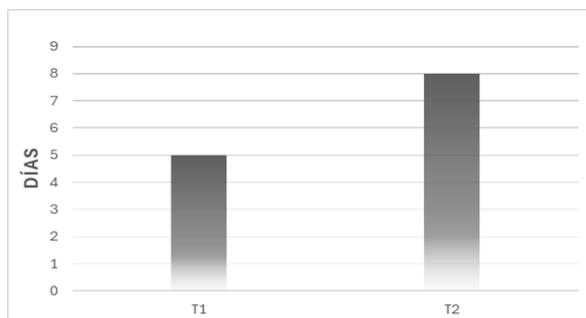


Nota: **T1.** *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940; **T2.** Testigo.

En la Figura 17, muestra para el T1 una presencia de diarrea desde el día 1 hasta el 5 de la investigación. Mientras, el T2 mostró un mayor tiempo de afectación (3 días más).

**Figura 17.**

*Incidencia de diarreas.*



Nota: **T1.** *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940; **T2.** Testigo.

Con lo antes mencionado, Puetate (2013) menciona que los animales que no recibieron probióticos presentaron una incidencia mayor de diarreas, reportando en su estudio al 30% de

infección en animales testigos, en comparación con aquellos con tratamiento de probióticos, quienes no presentaron diarreas.

Por otro lado, Narro (2017) comparó el uso de probióticos en la leche con una concentración de  $6 \times 10^{10}$  UFC, presentando un porcentaje de diarreas del 0% y 40% en el caso de uso y no de probióticos, respectivamente. Lo antes mencionado por los autores, se podría deber a la acción del probiótico, el cual produce bacteriocinas que inhiben el crecimiento de los microorganismos patógenos en el tubo digestivo, los cuales desempeñan funciones fundamentales en la regulación de la salud intestinal, fortaleciendo la barrera epitelial y mejorando la inmunidad intestinal.

#### 4.8 Relación beneficio/costo

En las Tablas 11 se detalla los costos de producción del T1, donde se hizo un análisis de beneficio/costo, se encontró que el T1 es más rentable con un beneficio de 1.16.

**Tabla 11.**

*Costos de producción de los tratamientos 1.*

<b>Costos de producción de terneros con <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CECT 5940</b>				
<b>Cantida d</b>	<b>Detalle</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Costo unitario \$</b>	<b>Costo total \$</b>
4	Terneros	Ternero	25	100.00
109.242	Balanceado peletizado 18% proteína	Kg	0.75	81.93
145.6	Sustituto lácteo	Kg	2.4	349.44
0.0721	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CECT 5940	Kg	6	0.43
8	Desparasitante	MI	0.15	1.2
54.8	Heno de alfalfa	Kg	0.29	15.89
10	Jeringuillas desechables	unidad	0.1	1.00
8	Vitaminas	MI	0.17	1.36
			<b>TOTAL</b>	551.26
			<b>VENTA</b>	640
			<b>B/C</b>	1.16

En las Tablas 12 se detalla los costos de producción del T2, donde se realizo un análisis comparativo de beneficio/costo, se encontró que el T2 obtuvo un valor de 1.12.

**Tabla 12.***Costos de producción de los tratamientos 2.*

<b>Costos de producción terneros testigo</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Costo unitario \$</b>	<b>Costo total \$</b>
2	Terneros	Ternero	25	50.00
60.280	Balanceado peletizado 18% proteína	kg	0.75	45.21
72.8	Sustituto lácteo	kg	2.4	174.72
4	Desparasitante	ml	0.15	0.6
41	Heno de alfalfa	kg	0.29	11.89
10	Jeringuillas desechables	unidad	0.1	1.00
4	Vitaminas	ml	0.17	0.68
			<b>TOTAL</b>	284.10
			<b>VENTA</b>	320
			<b>B/C</b>	1.12

De acuerdo con Condo et al. (2019), quienes realizaron un estudio económico de tres tratamientos, mencionan que obtuvieron un mejor rendimiento al usar dietas con probióticos, obteniendo un beneficio de 1.08, que resultó superior a dietas convencionales, afirmando que el uso de probióticos tiene un mayor beneficio en comparación a manejos tradicionales. Esto concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación, en donde el T1 (1.16) supera en 4 ctvs de dólar por cada dólar invertido al T2 (1.12).

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- La inclusión de *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 con una concentración de  $1,04 \times 10^9$  UFC mejora la conversión alimenticia (1.51); así mismo incrementa el consumo de materia seca (1105 g/día), reduce la mortalidad y la prevalencia de diarrea, aunque los parámetros como ganancia de peso, estatura y perímetro torácico se mantienen similares entre los tratamientos.
- El *Bacillus amyloliquefaciens* a una concentración de  $1,04 \times 10^9$  UFC mostró un Beneficio/Costo mejor (1.16) que el tratamiento testigo (1.12), siendo mayor en 4 ctvs por cada dólar invertido.

#### **5.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que, en futuras investigaciones, se usen diferentes concentraciones de probióticos y se aumente el número de tratamientos, así como de animales; separándolos entre hembras y machos.
- Se recomienda realizar estudios en el desarrollo de vellosidades y criptas intestinales como efecto del uso de *Bacillus amyloliquefaciens* en terneros.
- Se recomienda realizar estudios similares en otras categorías de bovinos.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajuriaguerra, I., Río, A. del, Lagüera, Á., Canales, D., Dubarbie, L., Pérez, M., & Aja, M. S. de. (2015). *Agresiones al sistema inmunológico, inmunosupresión en terneras*. 4–7.
- Arita, L. (2020). *Efecto de la suplementación con PrimaLac en el desempeño de terneros lactantes de ganado lechero en Zamorano* [Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras]. <http://hdl.handle.net/11036/6852>
- Aspinall, V., Cappello, M. (2020). *Introduction to Veterinary Anatomy and Physiology* 4th Edition. CABI.
- Castro, M., & Rodríguez, F. (2005). Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 6(1), 26–38. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol6\\_num1\\_art:33](https://doi.org/10.21930/rcta.vol6_num1_art:33)
- Condo, L., & Arias, L. (2019). “*Evaluación de diferentes sistemas de alimentación a base de Axonopus Scoparius en terneros Charolais en Morona Santiago* .” <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/06/sistemas-alimentacion-terneros.html>
- Cruañes, M. J. (2012). *Crianza artificial*. [https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029\\_a0848ac0-es](https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029_a0848ac0-es)
- CUENCA GONZÁLEZ, J. K. (2018). *EFFECTO DEL SUMINISTRO DE DIFERENTES NIVELES DE LECHE Y PROBIÓTICOS EN TERNEROS DE CRUCE HOLSTEIN-MONTBELIARDE*.
- Curbelo, Y. G., García, Y., López, A., & Boucourt, R. (2005). Probióticos: una alternativa para mejorar el comportamiento animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(2), 129–140.
- DÍAZ, J. R. R. (2014). “*PREVENCIÓN DE DIARREA EN TERNERAS MEDIANTE LA TÉCNICA DE EXCLUSIÓN COMPETITIVA ADMINISTRANDO UN PROBIÓTICO, ELABORADO CON CEPAS PROPIAS*.” <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/4381/68.0719.VZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Erazo, E. (2019). “*Evaluación del Extracto de Guayusa (Ilex Guayusa Loes) en terneros de 1 día a 3 meses de edad como promotor de crecimiento en la provincia de Napo-Baeza*.” [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UNIDAD]. In *Sistema Biodigestor*. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2813>

- Escobar, J. C. (2019). Universidad Técnica de Cotopaxi UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI. Sistema Biodigestor.
- Evonik. (2020). *Efecto del Bacillus amyloliquefaciens CECT 5940 sobre el rendimiento productivo en pollos de engorde: un metaanálisis de 8 ensayos de investigación independientes*. <https://www.uv.es/uvweb/spanish-type-culture-collection/en/news/-em-bacillus-amyloliquefaciens-/em-cect-5940-effect-production-performance-broiler-chickens-1285923246228/Novetat.html?id=1286134062904>
- Garcia, G. R. (2008). Caracterização microbiológica e avaliação de uma cepa de *Bacillus subtilis* no desempenho de bezerros da raça Holandesa. *Tese (Doutorado)*, x, 57 f. : il. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/103909>
- García, M., López, Y., & Carcassés, A. (2012). Empleo De Probióticos En Los Animales. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–8. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- GARZON B. 2007. Producción veterinaria. Revista Electrónica de Veterinaria. Disponible en internet: [www.produccion-animal.com.de/leche.pdf](http://www.produccion-animal.com.de/leche.pdf).
- Görgülü, M., Siuta, A., Yurtseven, S., Öngel, E., Kutlu, H. R., & Kutlu, E. Ö. H. R. (2003). Efecto de probióticos en el comportamiento y salud de terneros en crecimiento. *Revista Cubana De Ciencias Agricola*, 37, 125–129.
- Guanochanga, E. (2017). EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ANTAGÓNICO in vitro, DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS AISLADAS E IDENTIFICADAS MOLECULARMENTE DEL CONTENIDO RUMINAL DE VACAS FISTULADAS AUTOR: In *Determinación De Metales Pesados En Miel De Abeja Para Su Evaluación Como Indicador Ambiental En Zonas Contaminadas, En La Provincia De Pichincha-Ecuador*. Universidad de las fuerzas armadas.
- HARTMAN, O. A. (2014). DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA PASTA DE AJO (*Allium sativum*) Y UN BACILO GRAM POSITIVO (*Bacillus amyloliquefaciens*), EN UN ALIMENTO COMERCIAL, SOBRE EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE POSTLARVAS DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*; Trewavas 1983). *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1), 2071–2079.
- Jorquera, F. J. A. (2017). *Estudio de resistencia a antimicrobianos en terneros de lechería en las Regiones de Los Ríos y de Los Lagos Estudio de resistencia a antimicrobianos en terneros de lechería en las Regiones de Los Ríos y de Los Lagos* Francisco Javier Astorga

Jorquera.

- José Conde, & Leonor Rivera. (2018). Pronóstico de la demanda de carne de ganado vacuno en la provincia de El Oro, Ecuador. *ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana*, 5(1), 5468–5482. <https://doi.org/10.36331/revista.v5i1.57>
- Landa-Salgado, P., Caballero-Cervantes, Y., Ramírez-Bribiesca, E., Hernandez-Anguiano, A. M., Ramírez-Hernández, L. M., Espinosa-Victoria, D., & Hernández-Sánchez, D. (2019). Aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas con potencial probiótico para becerros del altiplano mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(1). <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4512>
- Lójan, M. (2017). *Efecto de un probiótico natural sobre la producción y calidad de leche en bovinos*. 35–3.
- Marín, A., Garcia, A., Gutiérrez, M., González, M., & Ochieng, O. (2012). Efecto probiótico del BIOPRANAL sobre los indicadores bioproductivos y de salud en terneros. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 1(2), 33–41. <https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/view/13>
- Mier, P. (2020). Efecto del probiótico *Bacillus amyloliquefaciens* (cepa 5L22-01) sobre episodios de diarrea y parámetros zootécnicos en terneras en lactancia. *File:///C:/Users/VERA/Downloads/ASKEP\_AGREGAT\_ANAK\_and\_REMAJA\_PRINT.Docx*, 21(1), 1–9.
- Molina, A. (2019). Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*, 30, 601–611. <https://doaj.org/article/d073c4599db148d3b7ae697ca533642b>
- NARRO, N. (2017). Efecto de la Adición de cepas probióticas a la leche sobre los parámetros productivos de terneras Holstein al Destete [UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS]. In *Occupational Medicine* (Vol. 53, Issue 4). <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3574?locale-attribute=es>
- OCDE, & FAO. (2020). OCDE FAO Perspectivas Agrícolas 2020 2029. In OECD Publishing. [https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029\\_a0848ac0-es](https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029_a0848ac0-es)
- ORTEGA, E. J. M. (2013). “USO DE LA BACTERIA PROBIÓTICA *Bacillus*

*amyloliquefaciens EN EL ALIMENTO, SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y MORFOMETRÍA INTESTINAL DEL CUY.”*

- Ospina, C. A., & Rodríguez, F. (2011). *El ecosistema ruminal y los microorganismos con potencial probiótico*. 41–49. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/669>
- Palencia Socarras, S., Céspedes Argote Leopoldina, Nuviola Perez, Y., Reyes Heredia, I., Miravet Rodríguez, R., Vallejo Magallanes, O., Rodríguez Ceballo, Y., Soto Agüero, V., & Blanco Arzuaga, A. (2005). La cepa de yogur como probiótico, una alternativa en la salud y mejora del ternero. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, VI, 1–35. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090905.html>
- Peña, A. (2007). Flora intestinal, probióticos, prebióticos, simbióticos y alimentos novedosos. *Revista Espanola de Enfermedades Digestivas*, 99(11), 653–658. <https://doi.org/10.4321/s1130-01082007001100006>
- Pintado, R. E. T. (2011). Titulo: “Diarrea Neonatal De Los Terneros. *Univerisidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(2), 17.
- Piuri, M. B. M. (2021). *RESPUESTA ZOOTÉCNICA, NUTRICIONAL Y METABÓLICA EN JUVENILES DE VIEJA COLORADA (Cichlasoma festae) ALIMENTADOS CON MEZCLAS PROBIÓTICAS*.
- Poma, G. (2022). *UTILIDAD DE PROBIÓTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TERNERAS LECHERAS [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17517/1/17T01756.pdf>
- Ponce, O. (2018). *Efecto de la adición de una fórmula Poliherbal (ImmuPlus®) sobre los parámetros productivos y de salud en becerras Holstein [UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO]*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/94926>
- Portilla, I. (2022). “Evaluación de tres fuentes de probióticos en terneros de tres días de nacidos, en un sistema de crianza tradicional. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12.
- Portillo, K. A. B. B. A. R. S. (2021). Evaluación del efecto de tres diferentes tipos de materiales para cama sobre terneros recién nacidos. *Frontiers in Neuroscience*, 14(1), 1–13.
- Puetate, D. (2013). Evaluación de dos probióticos (*Lactobacillus* spp. y *Bacillus clausii*) en la prevención de problemas gastrointestinales en terneros mestizos hasta los tres meses de

- edad [Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra ESCUELA]. In *ZOOTECNIA*. <https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/view/13>
- Quintanilla, O., & Rodríguez, F. (2014). Evaluación de los beneficios de la sal proteica en terneros mayores de siete meses en la finca del Campus Agropecuario de la UNAN-León durante el período mayo-agosto de 2014. In *Applied Microbiology and Biotechnology* (Vol. 85, Issue 1). UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN – LEÓN ESCUELA.
- Romero, A., Artesana, D., Berisvil, A. ., Rossler, E., Olivero, C. ., Fuhr, E. ., Rossi, L., Lorenzón, G., Zbrun, M., Rosmini, M. ., & Frizzo, L. . (2018). Efecto de inóculos probióticos de diferente composición sobre la performance de crecimiento y mortandad de terneros jóvenes. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 14(2), 1–6. <https://doi.org/10.5944/rppc.vol.14.num.2.2009.4073>
- Samecash, B. S. (2010). Efecto del suplemento de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walp. 1843) en el peso y talla de terneros de la raza Holstein (*Bos taurus*). Lima – Perú.
- Sánchez, L., Omura, M., Ii, A. L., Pérez, T., De, C., & Ferreira, L. (2015). Cepas de *Lactobacillus* spp. con capacidades probióticas aisladas del tracto intestinal de terneros neonatos Strains of *Lactobacillus* spp. with probiotic capacity isolated from the intestinal tract of calves. *Rev. Salud Anim*, 37(2), 94–104.
- Sánchez Lunavictoria, J., & Delgado Rodríguez, C. (05 de 05 de 2021). Análisis de la producción y consumo de carne en la provincia de Chimborazo, Ecuador. *Conciencia Digital*, 1(2), 81-91. doi:<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1.1709>
- Sarro, C., Mateos, I., Ranilla, M., & Carro, M. D. (2017). Uso de probióticos para mejorar la salud digestiva de los rumiantes. *Albéitar: Publicación Veterinaria Independiente*, 209, 12–14.
- Sist, R., & Agroecol, P. (2016). Uso de probióticos en alimentación animal Use. *Gutiérrez Castro Litsyl y Güechá Castillo Andrea2 IMédico Veterinario Zootecnista, (c)MSc, Universidad de Los Llanos y 2Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de Los Llanos*, 7, 43–55. <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/download/687/740/2887>
- Ślizewska., P. M. y K. (2019). *EL PAPEL DE LOS PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS Y*

*SIMBIÓTICOS EN LA NUTRICIÓN ANIMAL.* 1–17.

- Soca, M., Ojeda, F., Canchila, E. R., & Soca, M. (2011). Efecto del probiótico Sorbial® en el comportamiento productivo y la salud animal de terneros en pastoreo Effect of the Sorbial® probiotic on the productive performance and health of grazing calves. *Pastos y Forrajes*, 34(4), 463–472.
- Sorrondegui, M. M. G. ; M. Y. L. de V. ); I. A. C. V. (2012). *Empleo de probióticos en los animales.* 1–22.
- Sosa Cossio, D., García Hernández, Y., & Dustet Mendoza, J. C. (2018). Desarrollo de probióticos destinados a la producción animal: experiencias en Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4), 1–15.
- Thomas, D. (2019). *Microorganismo multirresistente (MDRO).* 2019, 2017–2020. [www.stjude.org](http://www.stjude.org)
- Vargas, J., Máttar, S., & Monsalve, S. (2010). Bacterias patógenas con alta resistencia a antibióticos: estudio sobre reservorios bacterianos en animales cautivos en el zoológico de Barranquilla. *Infectio*, 14(1), 6–19. [https://doi.org/10.1016/s0123-9392\(10\)70088-6](https://doi.org/10.1016/s0123-9392(10)70088-6)
- Wang, J., Su, Y., Yao, J., Li, X., Liu, Y. y Wan, X. (2019). Efectos de la suplementación con *Bacillus amyloliquefaciens* sobre el rendimiento, la digestibilidad de los nutrientes, la población microbiana gastrointestinal y la respuesta inmunitaria en terneros destetados. *Revista de Ciencia Animal y Biotecnología*, 10(1), 1-13.
- Xiong, X., Yang, H., Wang, X., Peng, Q., Gao, J., Tang, X., ... & Wang, J. (2018). Efectos de *Bacillus amyloliquefaciens* como cepa probiótica sobre el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad de los nutrientes y la microflora fecal en terneros Holstein. *Revista de ciencia animal*, 96(8), 3314-3325.
- Zapata, H. S. (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]. In *Universidad Nacional de San Martín* (Vol. 1). <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/3f9e6319-d258-4b42-b35e-dab7b9e5d8ec>
- Zusatzstoffe, B. (2022). *probióticos en la producción animal.*

## VI. ANEXOS

### Anexo 1.

*Alimentación con heno de alfalfa a los terneros.*



### Anexo 2.

*Probiótico utilizado para la investigación.*



### Anexo 3.

*Suministración de desparasitante y vitaminas.*



Anexo 4.

Ficha Técnica (Probiótico).

PRODUCT SPECIFICATION	
IDENTIFICATION	SPORE COUNT GUARANTEE
Bacillus amyloliquefaciens CECT 5940	min. $1 \times 10^9$ CFU/g
PRODUCT CHARACTERISTICS	
Salmonella spp.	Not detectable in 25 g
Coliforms	$< 10^2$ /g
Yeast and moulds	$< 10^3$ /g
CHEMICAL	
Cadmium	$< 0.5$ mg/kg
Mercury	$\leq 0.1$ mg/kg
Dioxin: (WHO-PXDD/F-TEQ)	$\leq 0.5$ ng/kg
PHYSICAL	
Solubility at 25 °C	Not soluble in water
Appearance	Free flowing
pH	8
Color	Cream to white
Particle size	$< 500$ $\mu$ m
Loss during drying	$< 6.5$ %
Bulk density	Typically $1450 \text{ kg/m}^3 \pm 10\%$

**Anexo 5.**

*Ficha Técnica (Sustituto lácteo).*

CONSTITUYENTES ANALÍTICOS	
Humedad	4.5%
Proteína bruta	22.0%
Materia grasa	17.0%
Cenizas	7.0%
Fibra bruta	0.6%
ADITIVOS (cantidad por kilogramo)	
Vitamina A	25.000 UI
Vitamina D3	10.000 UI
Vitamina E (acetato alfa tocoferol)	100 mg
Vitamina C	250 mg
Cobre (sulfato de Cu pentahidratado)	15 mg
Hierro (sulfato de hierro)	51 mg