

**ENSILAJE CON PROBIÓTICOS PARA GANADO VACUNO DE LEVANTE
TRABAJO DE GRADO MODALIDAD MONOGRAFÍA PARA
OPTAR AL TÍTULO DE QUÍMICO**

**MELVA ROSA PINTO SIBAJA
ESTUDIANTE**

**DIRECTOR:
MSC. MARIO BARRERA VARGAS**



**FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

MONTERÍA-CÓRDOBA

2023

Dedicatoria

A mi padre Argemiro, que ha sido ese motor que me ha impulsado para que siga adelante, sin él no hubiera llegado hasta aquí.

A mi madre Norgelina, por formarme con valores y respeto hacia los demás y por su dedicación.

A mi hermanito Argemiro por ser ese apoyo incondicional y motivarme a siempre seguir adelante a pesar de las dificultades y luchar por alcanzar mis sueños.

También dedico a mis tíos José y Judith que han sido parte fundamental para mi proceso de formación.

Agradecimientos

Primeramente, agradecida con mi familia por su comprensión y apoyo durante todo éste proceso educativo, ya que fueron mi motivación para no perecer en momentos difíciles.

Agradezco también a mi director Dr.Sc Mario Barrera por haberme brindado sus conocimientos y tenerme paciencia durante todo el proceso de éste trabajo.

También agradezco a todos mis compañeros y amigos Bibiana, Brenda, Cesar, Javier, Johan, Kelis, Julissa, Sandrita por ser ese apoyo y por darme la fortaleza para seguir adelante.

Finalmente agradecer al grupo de docentes que fueron fundamental en mi proceso de formación académica y a la universidad por haberme abierto las puertas al conocimiento.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1: Formulación del trabajo de investigación.....	8
1.1 Introducción.....	8
1.1. Planteamiento del problema.....	9
1.2. Justificación	10
1.3. Objetivos.....	11
1.3.1. Objetivo general	11
1.3.2. Objetivos específicos.....	11
1.4. Metodología.....	11
2. Capítulo 2: Marco referencial.....	13
2.1. Marco teórico.....	13
2.2. Antecedentes.....	25
3. Capítulo 3. Conclusiones.....	27
Referencias bibliográficas	28

Tipo de propuesta.**Monografía.****Resumen**

El ensilado es un alimento vegetal para animales herbívoros y omnívoros obtenido a partir de la fermentación láctica de alimentos vegetales (forrajes) y se encuentra en la base de la cadena láctea. La técnica del ensilado tradicional tiene por objeto estimular la fermentación láctica natural del forraje ensilado para que este pueda alcanzar el grado adecuado de acidificación y se impida que otros microorganismos colonicen la masa vegetal y causen una pérdida de valor nutricional al desarrollar sustancias potencialmente tóxicas para los animales a los que está destinado el producto.

Particularmente, se ha encontrado que la incorporación de un probiótico láctico enriquecido en NNP a un ensilaje de maíz simple puede aumentar la ganancia de peso en bovinos de engorde. En general, la investigación sugiere que el uso de probióticos en la alimentación del ganado vacuno puede mejorar la digestibilidad y palatabilidad de los alimentos, lo que puede resultar en una producción más eficiente y económica.

Abstract

Silage is a plant food for herbivorous and omnivorous animals obtained from the lactic fermentation of plant foods (forages) and is found at the base of the dairy chain. The traditional silage technique aims to stimulate the natural lactic fermentation of the ensiled forage so that it can reach the appropriate degree of acidification and prevent other microorganisms from colonizing the plant mass and causing a loss of nutritional value by developing potentially toxic substances for the animals. animals for which the product is intended.

Particularly, it has been found that the incorporation of a lactic probiotic enriched in NNP to simple corn silage can increase weight gain in fattening cattle. Overall, research suggests that the use of probiotics in cattle feed can improve the digestibility and palatability of feed, which can result in more efficient and economical production.

Lista de figuras

Figura 1: Producto rumitec.....	12
Figura 2: ensilaje	13
Figura 3: ganadería.....	17
Figura 4: Ganado de levante.....	19
Figura 5: Fisiología del ternero	20

Lista de abreviaturas

NNP	Nitrógeno no proteico
AGROSAVIA	Corporación colombiana de investigación agropecuaria
BAC	Bacterias epifíticas de ácido láctico
CHS	Carbohidratos hidrosolubles
BAL	Bacterias ácido láctico
TGI	Tracto gastrointestinal

Capítulo 1: Formulación del trabajo de investigación

1.1 Introducción

La escasez de recursos de piensos para el ganado y el aumento de los precios de éstos provocan un elevado costo de producción en la industria de la reproducción, que es uno de los factores más importantes que limitan el desarrollo de la industria de la reproducción moderna. [1] Para resolver este problema, se han realizado investigaciones y exploraciones con la esperanza de encontrar nuevas fuentes de alimento barato. [2]

El ensilado o ensilaje es un proceso impulsado por microbios que se utiliza para conservar forraje fresco en forma de ensilaje que se utiliza en la biorrefinería y la producción de alimentos para animales. El ensilaje se deriva de residuos de cultivos, biomásas de forraje u otros subproductos agrícolas e industriales retenidos por acidificación natural o artificial, almacenados sin oxígeno y, a menudo, utilizados como alimento para animales durante períodos de suministro insuficiente de alimentos. [3]

El ensilaje es un proceso biológico fundamental que resulta de la fermentación espontánea en condiciones anaeróbicas, luego de la cosecha de forrajes en la etapa de mayor madurez, troceado, empacado en silo, aplastado y sellado para eliminar el polvo, almacenamiento y alimentación de salida. [4]

La fermentación del ensilaje se lleva a cabo en un sistema anaeróbico cerrado de fermentación sólida. En este sistema se observa frecuentemente una mayor abundancia relativa de bacterias de ácido láctico, y las diferentes especies y proporciones de lactobacilos tienen efectos diferenciales en la calidad del ensilaje. [5]

La producción de animales rumiantes es una fuente importante de alimentos de elevado valor nutritivo para el ser humano. Sin embargo; estos animales son capaces de cubrir gran parte o hasta la totalidad de sus necesidades nutritivas mediante la utilización de forrajes, lo que nos coloca en una situación privilegiada al no competir directamente con el ser humano por los alimentos. [6]

1.1. Planteamiento del problema

En muchos países tropicales en desarrollo, las principales fuentes de alimento para los rumiantes, incluidos los bovinos, ovinos y caprinos, son los pastos nativos y los subproductos de cultivos. En los últimos años, con el fin de mejorar la eficiencia de utilización de la tierra y los recursos de biomasa, los científicos están trabajando arduamente para desarrollar subproductos agrícolas y recursos no utilizados. Al cambiar la composición y la nutrición de los alimentos, la capacidad de producción del ganado se puede mejorar de manera efectiva.

El ensilaje con probióticos es una técnica innovadora en la producción de alimentos para animales que consiste en la fermentación controlada de forrajes mediante la adición de microorganismos benéficos, conocidos como probióticos. Estos microorganismos mejoran la calidad nutricional del alimento, aumentan su digestibilidad y reducen los niveles de contaminación bacteriana, lo que se traduce en una mejor salud y rendimiento de los animales.

Además, el ensilaje con probióticos permite la conservación del forraje por períodos más largos sin perder sus propiedades nutricionales, lo que resulta en una reducción de costos y una mayor eficiencia en la producción.

El uso del ensilaje con probióticos a nivel mundial presenta varios desafíos que deben ser abordados para lograr su éxito. Uno de ellos es la falta de conocimiento y capacitación en esta técnica por parte de los agricultores y ganaderos. Es necesario invertir en educación y capacitación para que puedan comprender la importancia de esta técnica y cómo aplicarla correctamente en sus cultivos y animales.

1.2. Justificación

Actualmente la problemática de inflación en el país ha superado los costos de una gran variedad de alimentos para el consumo humano, y ni hablar de los costos de producción (insumos entre otros). Córdoba como departamento de la ganadería deja mucho que decir, ya que la producción de carne en la actualidad ha bajado, debido a los elevados precios de los alimentos para el ganado, los problemas ambientales que se han presentado (fenómeno del niño), han sido suficiente para afectar a los pequeños ganaderos y demás hacendados.

Hoy día podemos enfrentar estos problemas, poniendo en práctica una técnica innovadora que traerá beneficios tanto en producción como en costos, se trata de la producción de ensilaje para el ganado, pero agregando algunos probióticos (bacterias) éstos traerán beneficios como mejorar la digestibilidad de estos y a su vez reducir algunas enfermedades ya que se encargan de aportar una cantidad de defensas que protegen al animal y a su vez atribuyen altos beneficios en masa (se encargan de la producción de carne). Ésta técnica sería de gran apoyo para nuestros campesinos y ganaderos ya que, al producir este alimento, dejarían de preocuparse por las temporadas de sequías, que llegan a ser críticas para estos animales.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento de algunos probióticos en el ensilado con forrajes, suministrado a ganado vacuno.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los beneficios que aportan los probióticos a la digestión de los rumiantes.
- Considerar el uso de probióticos en ensilaje de maíz para mejorar la salud digestiva de terneros en su etapa de levante.

1.4. Metodología

La presente revisión tuvo 3 fases para el cumplimiento de los objetivos planteados. La primera fase se basó en la extracción de información de diferentes fuentes de investigación, que hoy día han venido trabajando con algunos probióticos en la alimentación del ganado para mejorar la producción de éste, a través de técnicas innovadoras las cuales prometen mayor producción, beneficios nutricionales, mejoras en el crecimiento del animal, engorde entre otros.

La segunda fase se basó en un análisis detallado de lo que se ha venido implementando hoy día, pues se tuvo en cuenta el incremento de la agricultura ecológica, y gracias a esto se han venido realizando numerosos trabajos con el fin de optimizar la eficiencia productiva de los rumiantes mediante la modificación de la fermentación ruminal, usando gran variedad de alternativas naturales, como lo son los probióticos, las enzimas, los extractos vegetales.

En la tercera fase se hizo un seguimiento a productos que nos pueden ayudar con lo planteado en nuestra investigación, ya que la finalidad es trabajar con un ensilaje al cual se le agregará

un cultivo de bacterias que sean capaces de beneficiar al animal en éste caso a los terneros, principalmente en su peso y desarrollo del rumen, ya que sería en terneros en su etapa de iniciación.

Finalmente se ha dado con un producto que ya viene listo y para mejor comodidad se comercializa en Colombia por AGROSAVIA, a continuación, nombre del producto y los beneficios que aporta.

RUMITEC® es un probiótico que contiene una mezcla de microorganismos nativos del rumen de ganado colombiano que mejora la absorción de nutrientes en terneras y terneros en etapa de iniciación. Es un producto innovador como resultado del aislamiento de bacterias anaerobias ruminales como *Fibrobacter succinogenes*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus flavefaciens* y *Streptococcus bovis*, aislados en su mayoría de ganaderías bovinas de raza criolla colombiana. Ha sido desarrollado para su uso en terneras y terneros en etapa de iniciación principalmente para los departamentos de trópico alto con enfoque en la producción de leche.

Figura 1: *Producto rumitec*



Tomado de <https://www.agrosavia.co/noticias/rumitec-su-aliado-en-la-ganader%C3%ADa-de-leche-%C3%BAnico-probi%C3%B3tico-con-microorganismos-de-razas-criollas-colombianas>

Dentro de los beneficios que trae consigo del uso de **RUMITEC®** es generar mayor ganancia de peso en la etapa de iniciación, acelerando el paso de lactante a rumiante. reduciendo el tiempo de destete del ternero ahorrando el consumo de leche y previniendo las diarreas. Asimismo, el probiótico sirve para acelerar el desarrollo del rumen y potencializar el rendimiento productivo del ternero. También mejora el funcionamiento de los organismos benéficos que viven en el sistema digestivo del ternero y con ello las defensas del animal se mantienen elevadas, así como el equilibrio de la flora intestinal.

2. Capítulo 2: Marco referencial

2.1. Marco teórico

Ensilaje

Figura 2: *ensilaje*



Tomado de <https://wikifarmer.com/es/que-es-el-ensilado-y-como-producirlo/>

La elaboración de silos es una práctica muy conocida a nivel mundial; se realiza con el objetivo de preservar los alimentos ya sean granos, forrajes o subproductos y conservar todo

su valor nutritivo. Es un método práctico y económico que conserva el sabor y el valor nutritivo de los alimentos, aumentados por la adición de melaza que aporta carbohidratos solubles para que se produzca la fermentación y luego al ser consumido por el ganado se transforma en energía [7]

El ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas. El producto final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos. El oxígeno es perjudicial para el proceso porque habilita la acción de microorganismos aerobios que degradan el forraje ensilado hasta CO_2 y H_2O .

El ensilaje es una excelente opción para la alimentación en las ganaderías del país por la gran variedad de forrajes, la intensidad solar y el nivel de lluvias que existen en el trópico. [8] El ensilaje es el proceso de fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico, por acción de las bacterias ácido láctico y en menor cantidad se produce ácido acético, la calidad del ensilaje puede ser afectada por factores como la composición química de la materia a ensilar, edad de cosecha, el clima y los microorganismos empleados, entre otros y se debe garantizar buenas condiciones de almacenamiento. Esta práctica, ayuda al manejo integral de la finca, y al aprovechamiento de materias primas y la preservación del medio ambiente, con múltiples ventajas para el productor [9]

El proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas:

Fase 1 - Fase aeróbica: En esta fase -que dura sólo unas pocas horas- el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales

vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las entero bacterias. Además, hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).

Fase 2 - Fase de fermentación: Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se destruirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.

Fase 3 - Fase estable: Mientras se mantiene el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 disminuyen la reducción de su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas, carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, activan activos, pero a menor ritmo. Más adelante se discutirá la actividad de *L. buchneri*.

Fase 4 - Fase de deterioro aeróbico. Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (por ejemplo, roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje,

por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos -también facultativos- como mohos y entero bacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire. Sin embargo, la tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este deterioro en el ensilaje.

Para evitar fracasos, es importante controlar y optimizar el proceso de ensilaje de cada fase. En la fase 1, las buenas prácticas para llenar el silo permitirán minimizar la cantidad de oxígeno presente en la masa ensilada. Las buenas técnicas de cosecha y de puesta en silo permiten reducir las pérdidas de nutrientes (CHS) inducidas por respiración aeróbica, dejando así mayor cantidad de nutrientes para la fermentación láctica en la Fase 2. Durante las Fases 2 y 3, el agricultor no tiene medio alguno para controlar el proceso de ensilaje. Para optimizar el proceso en las Fases 2 y 3 es preciso recurrir a aditivos que se aplican en el momento del ensilado y cuyo uso se discutirá más adelante. La Fase 4 comienza en el momento en que reaparece la presencia del oxígeno. Para minimizar el deterioro durante el almacenamiento, es preciso asegurar un silo hermético; las roturas de las cubiertas del silo deben ser reparadas inmediatamente. El deterioro durante la explotación del silo puede minimizarse manejando una rápida distribución del ensilaje. También se pueden agregar aditivos en el momento del ensilado, que pueden reducir las pérdidas por deterioro durante la explotación del silo [10]

Ganadería

Figura 3: ganadería



Tomado de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/antioquia-busca-una-ganaderia-amigable-con-el-medio-ambiente-FD13984607>

Los bovinos fueron introducidos en América por los conquistadores españoles en 1493; en noviembre de ese año, durante el segundo viaje de Colón al continente americano, fueron desembarcados en las Antillas Mayores -específicamente en la isla La Española (actualmente Haití y República Dominicana)-, los primeros bovinos: cerca de 200 vacas y unos cuantos toros de las razas gallega, Berrenda y Andaluz. Allí los bovinos encontraron un hábitat favorable para su reproducción y multiplicación, y dos décadas más tarde fueron llevados a Cuba, Puerto Rico y Jamaica, para finalmente llegar al territorio continental, lo que dio origen a los ganados criollos de norte, centro y Suramérica.

Con relación a la llegada del ganado bovino a nuestro país, las crónicas relatan la importación de ganados procedentes de La Española a la Costa Atlántica colombiana poco después de las conquistas de Rodrigo de Bastidas. Una de esas importaciones fue realizada por Alonso Luis

de Lugo, quien en 1542 introdujo un núcleo de bovinos por el Cabo de la Vela y llevó la mayor parte de estos animales hasta Valledupar, Tamalameque y luego, por el río Magdalena, hasta el Nuevo Reino de Granada (provincias de Vélez, Tunja y Tocaima) [11]

La ganadería ha sido la base económica de las áreas rurales de la costa caribe colombiana desde los tiempos coloniales. Además, por lo menos desde finales del siglo XIX, y hasta bien entrado el siglo XX, fue el motor de la economía regional. Aun en la actualidad, su peso en la economía costeña es muy significativo, pues representa el 10% del producto interno bruto de esta zona, es decir, una participación similar a la que tiene la industria. Esa influencia es incluso mayor en departamentos con marcada vocación ganadera como Córdoba, donde el sector pecuario constituye el 19% del producto interno bruto total, muy por encima de la contribución individual de los otros sectores económicos. [12]

La población bovina en el país está distribuida en 620.807 predios y totaliza 29.642.539 animales, lo cual representa un incremento de un 1,2%, respecto a 2022. En un porcentaje, del total de ganado bovino se concentra en los mismos diez departamentos, Antioquia (11,1%), Córdoba (8,1%), Meta (7,8%), Casanare (7,7%), Caquetá (7,2%), Cesar (5,7%), Santander (5,7%), Magdalena (5,7%), Cundinamarca (5,1%) y Bolívar (5,0%). El número de predios a nivel nacional disminuyó en 2,1%, respecto al total de predios del año anterior, a diferencia del incremento dado en el número total de cabezas de ganado bovino. De los 620.807 predios en el país, el 69,9% se concentra en diez departamentos, los cuales son: Boyacá (13,6%), Cundinamarca (12,9%), Antioquia (10,3%), Nariño (7,6%), Santander (6,8%), Córdoba (5,1%), Tolima (3,8%), Caquetá (3,3%) Meta (3,3%) y Bolívar (3,2%) [13]

Montería es la capital del Departamento de Córdoba, a la cual se le conoce como la capital ganadera del país. Teniendo este reconocimiento, el departamento aporta un 1,79% en la economía del país, por lo cual es considerada como la región del país mejor posicionada en actividad ganadera, según los datos suministrado por la Cámara de Comercio de Montería.

[14]

Ganado de levante

Figura 4:*Ganado de levante*



Tomado de

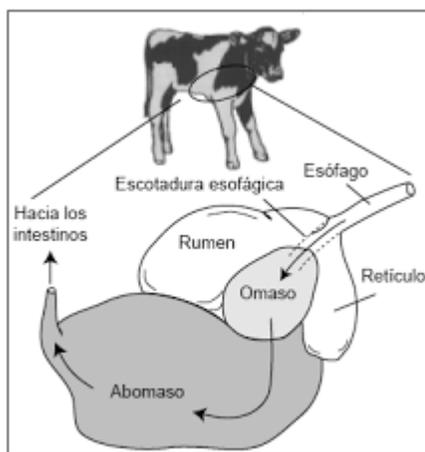
<https://www.agronegocios.co/finca/la-explotacion-de-cria-de-ganado-negocio-que-gana-terreno-2620551>

En términos generales se diferencian tres periodos de desarrollo en la actividad ganadera. La cría que inicia desde el nacimiento hasta el año de edad, incluida en esta etapa el destete periodo que hace referencia al momento de retirar la cría de la madre para dejar de tomar leche y generalmente ocurre a los nueve meses de edad, pero dependiendo del tipo de manejo o puede ocurrir antes. El periodo de levante va desde los doce meses a los dos años de edad, es un periodo de crecimiento y formación y por último el periodo de ceba o engorde de los animales que va de los dos años hasta dar el peso óptimo generalmente a los tres años. Estos periodos varían de acuerdo al tipo de manejo y ganado utilizado [15]

La fase de levante debe tener formación de tejido magro y poca acumulación de grasa, y eso, se logra con buena suplementación con minerales y proteínas. El levante eficiente requiere de una excelente materia prima, es decir, del buen destete. Para esto, es necesario haber tenido buena crianza de terneros, lo cual hace obligatorio centrar la atención en todos los aspectos nutricionales. El ternero exige proteína, energía, minerales y vitaminas [16]

Fisiología del ternero

Figura 5: Fisiología del ternero



Tomado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3065/1/mv186.pdf>

Los rumiantes al nacer no cuentan con un estómago desarrollado. Sólo es funcional la cuarta cavidad, el abomaso o estómago verdadero, que cuenta con funciones enzimáticas dado su recubrimiento con mucosa glandular. Las otras tres cavidades que aún no están activas, retículo, rumen y omaso se van desarrollando conforme el animal inicia el consumo de forraje (aproximadamente a la tercera semana de edad) Luego de este período se desarrollan en forma paulatina, regulando el paso del alimento ingerido, realizando fermentación microbiana anaeróbica de las materias vegetales, así como absorción, principalmente de los productos de la fermentación, hasta alcanzar el completo desarrollo [17]

Producción de probióticos

En bovinos, los microorganismos presentes a nivel gastrointestinal son responsables de la degradación de celulosa y producción de ácidos grasos volátiles como acetato, butirato y propionato; los cuales contribuyen a más del 70% de energía en el animal. De esta manera, la conservación de poblaciones microbianas comensales es de vital importancia para el mantenimiento de un estado de homeostasis del individuo [18]

Sabemos cómo los microorganismos pueden ayudar a mejorar la disponibilidad de los nutrientes, pero la cuestión es: ¿Cómo podríamos manipular a los microorganismos para que alcancen resultados deseables? Durante años, la industria animal ha ofrecido variedad de probióticos basados en *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus* y *Pediococcus*. Estos microorganismos son capaces de producir una amplia variedad de moléculas químicas como bacteriocinas con actividad antimicrobiana, enzimas que mejoran la digestibilidad de las dietas y ácido láctico que modula el pH intestinal [19]

Generalmente, la aplicación de estos aditivos en la producción animal se relaciona con la estabilización y protección del ecosistema gastrointestinal, mejoras en los procesos metabólicos y digestivos, así como en la modulación del sistema inmune. Estos efectos permiten incrementar los rendimientos productivos y, por ende, la disponibilidad y calidad de leche, carne y huevos destinados a la población. En la actualidad, los probióticos constituyen una alternativa a la utilización de antibióticos promotores del crecimiento animal, pues el uso de estos últimos está limitado o prohibido en muchos países, debido a la aparición de efectos residuales en los alimentos y a los problemas de resistencia microbiana, asociada con enfermedades del hombre y animales [20]

Para poder considerar, y utilizar, a un microorganismo como probiótico es necesario que presente una serie de características de seguridad, funcionales y tecnológicas:

1. Requerimientos de seguridad que una cepa debe cumplir durante el proceso de selección de un probiótico:

- A. Las cepas para uso humano deben de ser preferentemente de origen humano.
- B. Aislados de humanos sanos.
- C. No patógenos ni tóxicos
- D. No portar genes transmisibles de resistencia a antibióticos.

2. Características funcionales que es conveniente que presente el probiótico:

- A. Sobrevivir a las condiciones del ambiente gastrointestinal
- B. Adherencia a las superficies epiteliales y persistencia en el tracto gastrointestinal.
- C. Inmunoestimulación, pero sin efecto pro inflamatorio.
- D. Actividad antagonista contra patógenos.
- E. Propiedades antimutagénicas y anti carcinogénicas.

3. Aspectos tecnológicos a considerar del probiótico

- A. Contener un número adecuado de cepas viables que conduzcan al efecto beneficioso demostrado.
- B. Resistencia a fagos.
- C. Viabilidad durante el procesado.
- D. Estabilidad en el producto y durante el almacenamiento.
- E. Evidencia científica: estudios controlados de eficacia en seres humanos.

- F. Almacenamiento: sustancias de vehículo o relleno que no afecten a la viabilidad de la cepa [21]

El mal funcionamiento del sistema digestivo en ganado vacuno produce deficiencias de minerales en los huesos y en los tejidos desarrollando mastitis, descalcificación, infertilidad posparto, retención de líquidos y tejidos de la placenta que producen endometritis, lo cual lleva a un alto índice de mortandad de cabezas de ganado al año, disminuyendo la producción de carne de buena calidad.

Es así como se hace necesario el desarrollo de un producto alimenticio para ganado vacuno que contenga microorganismos probióticos, el cual mejore el funcionamiento intestinal del animal, mejorando la producción de carne [22]

Bacterias ácido láctico

Las BAL, además de contribuir en la biopreservación de los alimentos, mejoran las características sensoriales como el sabor, olor, textura y aumentan su calidad nutritiva. Además, los probióticos son cultivos puros, o mezcla de cultivos de microorganismos vivos, que al ser consumidos por el hombre y los animales en cantidades adecuadas mejoran la salud. En ese sentido, la mayoría de los probióticos pertenecen a las BAL y son usadas por la industria alimentaria en la elaboración de productos fermentados y como complementos alimenticios con la finalidad de promover la salud; también en el área pecuaria son utilizados para mejorar la producción animal [23]

Las bacterias lácticas están conformadas por un amplio grupo de bacterias no esporuladas, Gram positivas y que metabolizan un amplio rango de azúcares para producir principalmente ácido láctico. Debido al gran número de bacterias lácticas sólo son de interés los géneros

altamente productores de ácido láctico. Para la producción industrial de ácido láctico son de mayor importancia las bacterias lácticas homofermentativas, aquellas que sólo producen ácido láctico. Los mayores productores de ácido láctico pertenecen a las familias *Streptococcaceae* (géneros *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerobacter* y *Gemella*) y *Lactobacillaceae* (género *Lactobacillus*). [24]

El género *Lactobacillus* comprende un gran grupo heterogéneo de bacterias anaerobias facultativas, no esporulantes, Gram positivas. Incluye especies, como *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. bulgaricus*, *L. casei* y *L. reuteri*. Por su parte, *L. plantarum* es una especie bacteriana asociada a especies vegetales y al tracto gastrointestinal (TGI) de humanos, ratones y cerdos. Esta bacteria puede fermentar un amplio espectro de carbohidratos vegetales; es tolerante a las sales biliares y a un pH bajo y posee una producción de sustancias antimicrobianas y bacteriocinas contra los patógenos intestinales [25]

La productividad animal está ligada a la existencia o no de microorganismos patógenos en su tracto digestivo. El uso de promotores de crecimiento de tipo antibiótico ayuda a controlar el crecimiento de los mismos, además de mantener un equilibrio deseable en la microbiota intestinal [26]

Las comunidades o poblaciones microbianas en el sistema digestivo de animales domésticos, son muy complejas y pueden estar formadas por bacterias, protozoarios, hongos y virus. Estos microorganismos llevan a cabo procesos de digestión y fermentación de polímeros vegetales, síntesis de vitaminas, bioconversión de compuestos tóxicos, estimulación del sistema inmune, mantenimiento de la peristalsis intestinal, mantenimiento de la integridad de la mucosa intestinal y sirven como barrera contra la colonización por patógenos. Estos mismos autores sugieren que la microbiota afecta directamente la eficacia de la alimentación,

productividad, salud y bienestar de los animales. La microbiota del tubo digestivo de animales productivos, puede variar dependiendo de las prácticas de alimentación, de la composición de las dietas y del manejo en finca, entre otros. En rumiantes, la microbiota ruminal es responsable de proporcionar aproximadamente el 70 % de los requerimientos diarios de energía. Los microorganismos que forman parte de la microbiota del rumen, colectivamente poseen diversas enzimas con la capacidad de hidrolizar carbohidratos estructurales como celulosa, xilanos, mananos, pectinas, inulina, beta glucanos y almidones resistentes (que no son digeribles por los animales), y producir ácidos grasos de cadena corta como acetato, propionato y butirato, los cuales tienen un papel muy importante en la salud y nutrición animal [27]

2.2. Antecedentes

En los últimos años se ha obtenido un conocimiento significativamente más preciso de la degradación de la fibra en el rumen, que ha permitido el desarrollo de sistemas de manejo alternativos con o sin suplementación para mejorar la calidad del producto. [28]

El ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del grano o del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas. El producto final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos. [29]

El uso de ensilaje con probióticos para ganado ha mostrado resultados prometedores en la mejora de la productividad y la salud del ganado. Las investigaciones han demostrado que la incorporación de probióticos al ensilaje, junto con suplementos de nitrógeno de liberación lenta, puede mejorar la respuesta productiva de los rumiantes, como el ganado vacuno y ovino. [30] Además, se ha observado que la adición de probióticos al ensilaje de maíz puede

incrementar la cantidad de proteína microbiana y mejorar la digestibilidad del forraje en rumiantes, lo que puede tener un impacto positivo en la productividad del ganado vacuno. [31]

La elaboración de ensilaje biológico es preservada por el ácido láctico formado en los procesos de fermentación. La producción de ácido láctico requiere grandes cantidades de carbohidratos fermentables en el material ensilado. Si el contenido es insuficiente, se deben adicionar carbohidratos de una forma apropiada. En la práctica se utilizan diferentes carbohidratos para este propósito. Su valor para la fermentación de ácido láctico es altamente variable. Se recomienda la adición de azúcar, en forma de melaza para mejorar la calidad del ensilaje. [32]

Originalmente se sugirió que la producción de ácido láctico está asociada solo con bacterias que no son esporas, comúnmente conocidas como bacterias del ácido láctico (BAL), debido a su estilo de vida fermentativo, en su mayoría sintetizando una variedad de carbohidratos en ácido láctico. En varios tipos de biotecnología relacionada con los alimentos, las BAL juegan un papel clave debido a su seguridad para la nutrición humana y animal, flexibilidad metabólica y gran adaptación ecológica, también despertando interés por usos novedosos (incluida la fermentación a escala industrial). [33]

Las bacterias del ácido láctico son los microorganismos comúnmente utilizados para preservar la calidad de los forrajes ensilados. Además, las especies de BAL frecuentemente utilizadas para la producción de ensilaje pertenecen a enterococo, Lactobacillus, pediococo, Lactococcus, Weissella y Bacilo. [34]

Los microorganismos influyen en la fermentación del ensilado a través de una serie de metabolitos, por ejemplo, los lactobacilos afectan principalmente la producción de ácido láctico, mientras que otras bacterias fermentan el ácido láctico en ácido acético y otros productos. [35]

La producción de ácido láctico generalmente se atribuye a *Lactobacillus* spp. Los lactobacilos son bacterias lácticas homofermentativas que juegan un papel clave en la inhibición de la actividad microbiana dañina al acidificar rápidamente el ensilado tardío. *Lactobacillus plantarum* crece en condiciones de pH bajo y juega un papel importante en la fermentación del ensilaje, lo que resulta en correlaciones positivas con el nivel de ácido láctico y el recuento de BAL, pero una correlación negativa con el pH. *Acinetobacter* spp. utiliza ácido láctico como sustrato para sobrevivir en un ambiente anaeróbico. La utilización del ácido láctico por *Acinetobacter* spp. en un ambiente anaeróbico requiere energía del metabolismo de los carbohidratos; así, el contenido de ácido láctico del ensilaje disminuye durante el ensilado. [36]

3. Capítulo 3. Conclusiones

La utilización de ensilajes inoculados con probióticos y con un suplemento nitrogenado de lento consumo produjo una mejora de la respuesta productiva de bovinos de engorde. La utilización de los probióticos incrementó significativamente la degradación ruminal del forraje, formando una cantidad significativamente mayor de proteína bacteriana.

El ensilado de maíz enriquecido con un probiótico láctico, asociado o no, con un suplemento nitrogenado de lento consumo, incrementó la ganancia de peso en bovinos mediante un mayor uso de las paredes celulares del forraje y a través del aporte de una mayor cantidad de proteína microbiana comparada con los resultados de ensilado de maíz normal. [37]

Referencias bibliográficas

- [1] Li, Y.; Wang, J.; Mei, J.; Huang, L.; Liu, H. Effects of Mulberry Branch and Leaves Silage on Microbial Community, Rumen Fermentation Characteristics, and Milk Yield in Lactating Dairy Cows. *Fermentation* **2022**, *8*, 86.
- [2] Xihui, K.; Yi, Z.; Bing, S.; Yongming, S.; Lianhua, L.; Yu, H.; Xiaoying, K.; Xinjian, L.; Zhenhong, Y. The effect of mechanical pretreatment on the anaerobic digestion of Hybrid Pennisetum. *Fuel* **2019**, *252*, 469–474.
- [3] Adesogan, A., Newman, Y., 2014. Cosecha, almacenamiento y alimentación de ensilaje. Extensión IFAS, Universidad de Florida, Gainesville. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AG/AG18000.pdf>
- [4] Jones, CM, Heinrichs, AJ, Roth, GW, Ishler, VA, 2004. De la cosecha a la alimentación: Comprender el manejo del ensilaje.
- [5] Queiroz, OCM, Arriola, KG, Daniel, JLP, Adesogan, AT, 2013. Efectos de 8 aditivos químicos y bacterianos en la calidad del ensilaje de maíz. *J. Ciencias de la leche*. 96 (9), 5836–5843. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6691>.
- [6] Cristina Saro, Iván Mateos, María José Ranilla y María Dolores Carro, 2018 uso de probióticos para mejorar la salud digestiva de rumiantes.
- [7] Manuel Enrique Fernández-Paredes, Segundo José Zambrano-Sarabia, Luz Clemencia Zumba-Montes, Guadalupe López-Castillos. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE SILOS. Universidad Técnica de Cotópaxi. ROCA. Revista científico - educacional de la provincia Granma. Vol.13 No.3, julio-septiembre 2017. ISSN: 2074-0735. RNPS: 2090. roca@udg.co.cu
- [8] Garcés Molina, Adelaida María; Berrio Roa, Lorena; Ruíz Alzate, Santiago; Serna DLeón, Juan Guillermo; Builes Arango, Andrés Felipe. *Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado*. Revista Lasallista de Investigación, vol. 1, núm. 1, junio, 2004, pp. 66-71 Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia.
- [9] Valencia Ramírez, A. F. (2016). Los ensilajes una mirada a esta estrategia de conservación de forraje para la alimentación animal en el contexto colombiano. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/261>
- [10] Stefanie JWH Oude Elferink, Frank Driehuis, Jan C. Gottschal y Sierk F. Spoelstra. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación.
- [11] Rodrigo Vásquez R. Rodrigo Márquez S, Hugo Ballesteros Ch. Henry Grajales L. Juan Esteban Pérez G. Yesid Abuabara P. *El Ganado Romosinuano en la Producción de Carne en Colombia*. Corpoica (corporación colombiana de investigación agropecuaria) En línea]. Available:

https://www.google.com.co/books/edition/El_Ganado_Romosinuano_en_la_Produccion_d/pYJy0MzWj6cC?hl=es&gbpv=1

[12] Ocampo, G. I. (2007). La instauración de la ganadería en el Valle del Sinú: la hacienda Marta Magdalena, 1881-1956. Colombia: Universidad de Antioquia.

[13] ICA, «Instituto Colombiano Agropecuario,» Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

[14] Gobernacion de Cordoba, «Gobernacion de Cordoba,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.cordoba.gov.co/documentos/452/plan-de-desarrollo-2020-2023-rendicion-de-cuentas/>

[15] Libardo Enrique Castro Rojas. 2013. *Plan de negocio para el montaje de una empresa dedicada al levante de terneros implementando un sistema de semiconfinamiento bajo el modelo de producción limpia y sostenible con el medio ambiente en la finca la peña, en el municipio de arjona bolívar*. proyecto de grado. Universidad de Cartagena.

Available: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/1262/449-%20TTG%20-%20PLAN%20DE%20NEGOCIO%20PARA%20EL%20MONTAJE%20DE%20UNA%20EMPRESA%20DEDICADA%20AL%20LEVANTE%20DE%20TERNEROS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[16] *Los requerimientos nutricionales de un ternero de levante*. Contexto ganadero una lectura rural de la realidad colombiana. 09 de Agosto 2017. Available: <https://www.contextoganadero.com/>

[17] Divier Antonio Agudelo Gómez. Oscar Pedro Ochoa Doria. Luis Fernando Puerto Rico. David Pineda Sánchez. *Sistemas de levante en crías de vacuno*. Industrial Pecuario. Candidato de la Maestría en Ciencias Animales, Universidad de Antioquia. Available: <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/194/1/077-82%20Sistemas%20de%20levante%20en%20cr%C3%ADas%20de%20vacuno.pdf>

[18] Angie L. Ramírez, Diego García, Martin Pulido, Julio Cesar Giraldo, Giovanny Herrera, Marina Muñoz, Lissa Cruz-Saavedra, Juan David Ramírez. Caracterización de la microbiota intestinal de bovinos raza Holstein parasitados por *Fasciola spp.* en Cundinamarca y Boyacá, Colombia. Centro de Investigaciones en Microbiología y Biotecnología –UR (CIMBIUR), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia Available: <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/7c047b14-83a0-4b9d-9c0c-ab6888655991/content>

[19] Adriana Pedroso y Margie Lee. *Modulación de la microbiota intestinal para mejorar la productividad de los animales monogástricos*. Centro de Diagnóstico e Investigación aviares Universidad de Georgia (Estados Unidos). ARTÍCULOS NUTRICIÓN Available: https://www.adiveter.com/ftp_public/A2210214.pdf

- [20] SOSA COSSIO, Dailyn; GARCIA HERNANDEZ, Yaneisy y DUSTET MENDOZA, J.C.. Desarrollo de probióticos destinados a la producción animal: experiencias en Cuba. *Cuban J. Agric. Sci.* [online]. 2018, vol.52, n.4 [citado 2023-06-27], pp.357-373. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802018000400357&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [21] RONDON, Lisett et al. Probióticos: generalidades. *Arch Venez Puer Ped* [online]. 2015, vol.78, n.4 [citado 2023-06-27], pp.123-128. Disponible en https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492015000400006
- [22] VARGAS, Édgar Mauricio; GÓMEZ, Clara Juliana; PARRA, Mónica Eliana and ROMERO, María Alexandra. *Producción de microorganismos probióticos como aditivo para alimentos concentrados para ganado al vacío (segunda parte). revoluciones* [en línea]. 2004, n.20 [citado el 27-06-2023], pp.23-33. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932004000200003#:~:text=Los%20probi%C3%B3ticos%20microencapsulados%20se%20mantienen,que%20puedan%20impedir%20su%20degradaci%C3%B3n.
- [23] Jose Carmen Ramírez Ramírez, Petra Rosas Ulloa, Martha Yanira Velázquez Gonzales, José Armando Ulloa, Francisco Arce Romero. *Bacterias lácticas: importancia en alimentos y sus efectos en la salud*. Unidad académica de medicina veterinaria y zootecnia, universidad autónoma de Nayarit. Available: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/1.pdf>
- [24] Waldir Estela, Mojmír Rychtera, Karel Melzoch, Elena Quillama y Erida Egoavil. Producción de ácido láctico por *Lactobacillus plantarum* L10 en cultivos batch y continuo. *Rev. peru. biol.* 14(2): 271-275 (Diciembre, 2007) © Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Available: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v14n2/a14v14n02.pdf>
- [25] Fajardo-Argoti, C.; Jurado-Gámez, H.; Parra-Suescún, J. 2021. Viabilidad de *Lactobacillus plantarum* microencapsulado bajo condiciones gastrointestinales simuladas e inhibición sobre *Escherichia coli* O157:H7. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 24(1):e1733. <http://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1733>
- [26] Vera-Mejía, Ronald, Ormaza-Donoso, José, Muñoz-Cedeño, Jesús, Arteaga-Chávez, Fátima, & Sánchez-Miranda, Lilian. (2018). Cepas de *Lactobacillus plantarum* con potencialidades probióticas aisladas de cerdos criollos. *Revista de Salud Animal*, 40(2), e04. Recuperado en 03 de julio de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2018000200004&lng=es&tlng=es.
- [27] Andrea Molina. Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia y Centro de Investigación en Nutrición Animal, 2060-501, San José, Costa Rica. andrea.molina@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-2852-7942>).

- [28] Galina, M.A., F. Osnaya, H.M. Cuchillo and G.F.W. Haenlein. 2007a Cheese quality from milk of grazing or indoor fed Zebu cows and Alpine crossbred goats. *Small Rum. Res.*, 71: 264- 272.
- [29] <https://www.contextoganadero.com/blog/todo-lo-que-debe-saber-del-ensilaje-para-ganado-bovino>
- [30] Elías, A. 1983. Los pastos en Cuba. Tomo 2. ICA. La Habana. Cuba.
- [31] Galina, M.A.^{1A}, M.A. Ortiz-Rubio¹, F. Mondragón¹, M. Delgado-Pertíñez² y A. Elías³
- [32] Conrad, R.; Ragnar, N.; Laszlo, T. 1956. Studies on Fermentation Processes in Silage: The Effect of various Carbohydrates as Supplements. From the Institute of Microbiology at the Royal Agricultural College of Sweden, Uppsala 7, Sweden. p. 376, 377.
- [33] Okoye, CO, Dong, K., Wang, Y., Gao, L., Li, X., Wu, Y., Jiang, J., 2022. Comparativo La genómica revela las vías metabólicas de biosíntesis de ácidos orgánicos entre cinco especies de bacterias de ácido láctico aisladas de vegetales fermentados. *N. Biotecnología*. <https://doi.org/10.1016/J.NBT.2022.05.001>
- [34] Ellis, JL, Hindrichsen, IK, Klop, G., Kinley, RD, Milora, N., Bannink, A., Dijkstra, J., 2016. Efectos de la inoculación de ensilaje de bacterias del ácido láctico sobre la emisión de metano y la productividad del ganado lechero Holstein Friesian. *J. Ciencias de la leche*. 99, 7159–7174. <https://doi.org/10.3168/JDS.2015-10754>.
- [35] Guan, H., Yan, Y., Li, X., Li, X., Shuai, Y., Feng, G., Ran, Q., Cai, Y., Li, Y., Zhang, X., 2018. Comunidades microbianas y fermentación natural de ensilajes de maíz preparados con búnker-silo de granja en el suroeste de China. *Biorrecursos. Tecnología* 265, 282–290. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.06.018>.
- [36] Ogunade, IM, Jiang, Y., Pech Cervantes, AA, Kim, DH, Oliveira, AS, Vyas, D., Weinberg, ZG, Jeong, KC, Adesogan, AT, 2018. Diversidad bacteriana y composición del ensilaje de alfalfa analizada por secuenciación Illumina MiSeq: Efectos de *Escherichia coli*
- [37] Galina, M. A.;^{1*} Ortiz-Rubio, M. A.;¹ Guerrero, M.;¹ Mondragón, D. F.;¹ Franco, N. J.1 y Elías, A.² Efecto de un ensilado de maíz solo o inoculado con un probiótico láctico y adicionado con un suplemento nitrogenado de lento consumo en ovinos.