



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA
ANIMAL

Trabajo de Tesis

**Utilización de leche en polvo en el proceso de ensilaje finca
Santa Rosa, Managua, Nicaragua, 2023**

Autor

Br. Luis Amado Moreno Flores

Asesor

MSc. Wendell Antonio Mejía Tinoco

Managua, Nicaragua
marzo, 2024



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA
ANIMAL

Trabajo de Tesis

**Utilización de leche en polvo en el proceso de ensilaje finca
Santa Rosa, Managua, Nicaragua, 2023**

Autor

Br. Luis Amado Moreno Flores

Asesor

MSc. Wendell Antonio Mejía Tinoco

**Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado
de Ingeniero en Zootecnia**

**Managua, Nicaragua
marzo, 2024**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la dirección específica de Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Zootecnia

Miembros del comité evaluador

Ing. Alioska Mercedes Blandón
Guerrero
Presidente

MSc. Jerry Antonio Vivas Torres
Secretario

Ing. Guadalupe del Carmen Centeno
Martínez
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 14 de Agosto 2024.

DEDICATORIA

Dedico este logro alcanzado: A Dios por permitirme la vida, la sabiduría, la salud y las fuerzas para culminar mis estudios universitarios y sobre todo este trabajo final haciéndome capaz de enfrentar los diversos contratiempos y retos durante el transcurso de mi carrera.

A mi padre Ing. Luis Amado Moreno Mejía, por su apoyo tan inigualable, espiritual, moral y financiero, como también por los buenos valores que me ha enseñado en las diferentes etapas de mi vida.

A mi madre Lic. Belkis Juditt Flores Portobanco, por su apoyo tan inigualable, espiritual, moral y financiero, por su amor real, único y verdadero que me brinda en los malos y buenos momentos de mi vida.

A mis hermanos: Allison Jubelky Moreno Flores y Diego Alejandro Moreno Flores, los cuales me brindaron de su apoyo, compañía, cariño y amor en todo el proceso de mi carrera.

A mis abuelos, tíos, primos, amistades y profesores que de alguna manera me dieron de su apoyo sincero, ayuda que fue fundamental en todo el transcurso de mi carrera universitaria.

Br. Luis Amado Moreno Flores

AGRADECIMIENTO

A Dios en especial sobre todas las cosas, a mis padres por su amabilidad y cariño por ayudarme a cumplir esta meta lograda, a mis hermanos, a mis compañeros y amigos que fueron participe también de este logro.

A mi asesor MSc. Wendell Antonio Mejía Tinoco, por confiarme este trabajo y por ofrecerme sus valiosas sugerencias, aportes y comentarios para dar por terminado este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), por permitirme la oportunidad de realizar mi investigación científica en su campus medico Ing. Tania Beteta Herrera que de esta manera realicé mi etapa de campo y pude culminar con mi investigación durante los meses que se realizó dicha investigación.

A los docentes de la Universidad Nacional Agraria, quienes me compartieron de sus conocimientos, a todos mis compañeros y amistades con quienes pude compartir momentos cálidos y agradables durante mis estudios en la Universidad Nacional Agraria.

Br. Luis Amado Moreno Flores

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. MARCO DE REFERENCIA	3
3.1. ¿Qué es el ensilaje?	3
3.2. Usos del ensilaje	3
3.3. Importancia del silaje	4
3.4. Fases del proceso de ensilaje	4
3.5. Aditivos utilizados en el proceso de ensilaje y su importancia	5
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1. Ubicación del estudio	7
4.2. Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos	7
4.3. Manejo del ensayo y metodología	8
4.4. Recolección de datos	9
4.5. Análisis de datos	9
4.6. Variables por evaluar	10
4.6.1. Variables organolépticas	10
4.6.2. pH	10
4.6.3. Temperatura (°C)	11
4.6.5. Composición química	12
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5.1. Olor	13
5.2. Color	14
5.3. Textura	15
5.4. pH y temperatura (°C)	16
5.5. Índice de Flieg	19
5.6. Composición química	20
VI. CONCLUSIONES	23
VII. RECOMENDACIONES	24
VIII. LITERATURA CITADA	25
IX. ANEXOS	28

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Cuadro 1. Variables organolépticas	10
2. Cuadro 2. Variables de composición química	12
3. Cuadro 3. Calificación de la variable olor	13
4. Cuadro 4. Calificación para la variable color	14
5. Cuadro 5. Calificación para la variable textura	15
6. Cuadro 1. Consolidados de variables organolépticas	16
7. Cuadro 7. Índice de ensilabilidad a través del índice de Fieg.	19

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Figura 1. Imagen Satelital de la finca Santa Rosa Managua	7
2. Figura 2. Comportamiento de pH	17
3. Figura 3. Comportamiento de temperatura (°C) durante el proceso de ensilaje	18
4. Figura 4. Composición química de los silajes	20

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Anexo 1. Cinta indicadora de pH	28
2. Anexo 2. Balanza electrónica	28
3. Anexo 3. Recolección de pasto	28
4. Anexo 4. Apertura del ensilaje	28
5. Anexo 5. Medición de pH	29
6. Anexo 6. Secado del pasto	29
7. Anexo 7. Muestras de pasto secado	29
8. Anexo 8. Molienda de pasto	29
9. Anexo 9. Resultados de análisis químico	30

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar parámetros fermentativos y composición química del ensilaje de pasto CT-169 utilizando diferentes niveles de inclusión de leche en polvo (LP). Se llevó a cabo un estudio en la finca Santa Rosa, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), donde se estableció un diseño completo al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos fueron: T1: 0% de inclusión leche en polvo (LP), T2: 5% (LP), T3: 10% (LP) y T4: 15% (LP) Las variables estudiadas fueron: características organolépticas (olor, color y textura), grado de acidez (pH), temperatura (°C), índice de Flieg y composición química (materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN)). Para evaluar las características organolépticas se utilizó la metodología propuesta por Ojeda et al, 1991, como se citó por Tobia y Vargas, 2000,(p. 134). Las características organolépticas fueron analizadas a través de estadística descriptiva, el índice de Flieg a través de la metodología propuesta por Flieg, K. (1965), como se citó en Dong et al., 2017, (pág. 1280). acidez y temperatura a través de promedio y gráfica de comportamiento en Excel, la composición química a través de una muestra compuesta por tratamiento y se compararon los resultados entre los sí. Resultados: para las características organolépticas el T4 fue el mejor ya que se registró un 91% de calificación, acidez y temperatura el T4 con 3.5 de pH y 23.5 °C, índice de Flieg, el T4 fue el mejor con 114 y composición química el T4 con 24.61% de MS, 9.03 de PB% y 51.25% FDN. En conclusión, la utilización de LP a razón del 15% de inclusión en el ensilaje es una alternativa viable que mejora los parámetros de fermentación y calidad nutritiva del ensilaje.

Palabras Claves: *Características organolépticas, acidez, temperatura, ácido láctico, fibra detergente neutro*

ABSTRACT

With aim of evaluate fermentative parameters and chemical composition of CT-169 grass silage using different levels of milk powder (LP) inclusion, a study was carried out at Santa Rosa farm, owned by the National Agrarian University (UNA). A study was carried out at the Santa Rosa farm, property of the National Agrarian University (UNA), where a complete randomized design (CRD) was established, with four treatments and four replicates, the treatments were: T1: 0% inclusion of milk powder (LP), T2: 5% (LP), T3: 10% (LP) and T4: 15% (LP). The variables studied were organoleptic characteristics (odour, colour and texture), degree of acidity (pH), temperature (°C), Flieg index and chemical composition (dry matter (DM), crude protein (PB), neutral detergent fibre (NDF)). To evaluate the organoleptic characteristics, the methodology proposed by Ojeda et al, 1991, as cited by Tobia and Vargas, 2000, (p. 134) was used. The organoleptic characteristics were analysed through descriptive statistics, Flieg's index through the methodology proposed by Flieg, K. (1965), as cited in Dong et al., 2017, (p. 1280). acidity and temperature through average and behaviour graph in Excel, chemical composition through a composite sample per treatment and the results were compared with each other. Results: for organoleptic characteristics T4 was the best as it recorded 91% rating, acidity, and temperature T4 with 3.5 pH and 23.5 °C, Flieg's index, T4 was the best with 114 and chemical composition the T4 with 24.61% DM, 9.03 PB% and 51.25% NDF. In conclusion, the use of LP at a 15% inclusion rate in silage is a viable alternative that improves the fermentation parameters and nutritional quality of the silage.

Key words: *Organoleptic characteristics, acidity, temperature, lactic acid, neutral detergent fibre.*

I.INTRODUCCIÓN

Una de las principales carencias de la producción ganadera en época seca en nuestro país es la baja producción de forraje en cantidad y calidad, lo que obliga a emplear técnicas de conservación de estos como ensilaje, heno y amonificación de rastrojos.

Es conocido que una de las formas más comunes de disminuir este déficit, es la preservación forrajes (ensilajes y heno). No obstante, con las tecnologías con que se ejecutan, la calidad y el valor nutritivo de estos es reducido, teniendo además cuantiosas pérdidas de material y de nutrimentos (Ojeda, 1986, como se citó en Hernández et al., 2014).

Según Rodríguez et al., (2019), el uso de aditivos locales como tubérculos de boniato (*Ipomoea batatas*) y Vitafert a diferentes niveles de inclusión, como aditivos para evaluar el valor nutritivo de ensilajes de *Cenchrus purpureus* vc. CUBA CT-169 y *Moringa oleífera*, demostró que los tratamientos clasificaron como ensilados de buena calidad según sus características organolépticas (color, olor y textura) Pág. 7

Otro estudio realizado para determinar “el proceso de fermentación del pasto Ratana (*Ischaemum indicum* Houtt.) y la calidad del ensilado, al agregar tres aditivos, melaza, maíz molido y pulpa de cítricos deshidratada, los tratamientos analizados presentaron características organolépticas correspondientes a ensilados de buena calidad” (Boschini- Figueroa y otros, 2014, pág. 309)

El uso de aditivos puede ser una alternativa para reducir las pérdidas en el proceso de ensilaje, especialmente, de ciertos pastos con tallos gruesos y hábito erecto como (*Pennisetum purpureum*) que producen una gran cantidad de biomasa, difícil de pre acondicionar y manipular lo que crea una problemática de mecanización y eleva los costos de mano de obra.

Con el objetivo de promover la sostenibilidad de los sistemas de producción, en la preservación de forrajes en forma de ensilaje, se propuso utilizar leche en polvo como aditivo en el proceso de ensilaje, tomando en cuenta que esta leche contiene azúcares fácilmente fermentable que podrían incidir de forma segura en la fermentación ácido láctica del ensilaje.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar los parámetros fermentativos y composición química del ensilaje de pasto CT – 169 utilizando como aditivo diferentes niveles de leche en polvo.

2.2. Objetivos específicos

1. Analizar las características organolépticas (Color, Olor y Textura) del ensilaje, y ensilabilidad bajo el efecto de cuatro niveles de inclusión de leche en polvo (0, 5, 10 y 15%).
2. Determinar la composición química (MS, PB, FDN) del ensilaje, bajo el efecto de cuatro niveles de inclusión de leche en polvo (0, 5, 10 y 15%).

III. MARCO DE REFERENCIA

9.1. ¿Qué es el ensilaje?

El ensilaje es un método de conservación de forrajes en el cual se utilizan forrajes y/o subproductos agroindustriales con alto contenido de humedad (60-70%). Este método consiste en la compactación del forraje o subproducto, expulsión del aire y fermentación en un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje. (Wagner *et al.*, 2013, Reyes *et al.*, 2013). Pág. 4.

El silaje, es un alimento que resulta de la fermentación anaeróbica de un material vegetal húmedo mediante la formación de ácido láctico, para alimentar al ganado durante períodos de sequía, garantizando la alimentación de los animales durante todo el año. (Filippi 2011 como se citó en Wagner *et al.*, 2013) Pág. 4.

El silaje se define como la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas, el producto final es la preservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos (Herrera, 2014). Pág. 66.

9.2. Usos del ensilaje

El ensilaje es un proceso que sirve para almacenar alimentos en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, preservando calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados. Este tipo de alimento se utiliza para manejar ganado en forma intensiva, semi-intensiva o estabulada. (Garcés; 2004, como se citó en Encalada *et al.*, 2017)

La principal urgencia de conservar forrajes es el hecho de poder suplementar el alimento en aquellos meses donde el crecimiento de los pastos es limitado por las estaciones del año. De

esta manera se puede complementar la misma cantidad de alimento durante todo el año, y a la vez mantener los nutrientes en el forraje conservado (Torres, 2020, pág. 2).

9.3. Importancia del silaje

Una de las alternativas para alimentar a los animales en los países subdesarrollados es la producción de ensilajes de buena calidad usando cultivos forrajeros porque permite aportar los requerimientos a los animales de alta producción a un costo modesto, mermar considerablemente la compra de concentrados. (Miranda *et al.*, 2013). Pág. 3.

9.4. Fases del proceso de ensilaje

Fase inicial aeróbica: La fase aeróbica se inicia al momento de cortar el forraje, continúa cuando se está llenando el silo e incluso puede seguir por un tiempo después de cerrar el mismo. Después de cosechado el forraje, siempre y cuando haya presencia de oxígeno, las células continúan respirando, produciendo anhídrido carbónico y agua, a expensas de los carbohidratos. (Reyes *et al.*, 2013). Pág., 13

Fase de fermentación láctica: La fase de fermentación efectiva comienza cuando se agota el oxígeno dentro del silo, y por tanto empieza a dominar la microflora anaeróbica: bacterias, levaduras y mohos que se desarrollan bien en ausencia de oxígeno. En esta fase, las bacterias producen ácidos orgánicos, en especial el ácido láctico, a partir de los azúcares y almidones (carbohidratos fermentables) que contiene el forraje ensilado o que se han agregado en aditivos como la melaza o los granos molidos, entre otros. (Reyes *et al.*, 2013).

Fase de estabilización: La fase de estabilización se inicia cuando, por acción de los “ácidos buenos”, desciende el pH del ensilaje a valores por debajo de 4.2. Bajo esas condiciones de acidez, cesa toda actividad enzimática y se inhibe el crecimiento de todos los macro organismos, aunque algunos pueden sobrevivir formando esporas. En estas circunstancias, el ácido láctico se convierte en el verdadero agente de conservación del material ensilado, pues se detiene el

proceso de fermentación, ya no se producen cambios en el forraje ensilado. (Reyes *et al.*, 2013).
Pág. 15

Fase de deterioro aeróbico: Esta fase comienza con la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se abre el silo y se empieza a usar el ensilaje para alimentar el ganado, pero también puede ocurrir si, por accidente o por acción de animales (p.e. roedores, pájaros, o incluso el mismo ganado), se producen cortes en la cobertura del silo, en caso de que esta sea de plástico (nylon). (Reyes *et al.*, 2013). Pág. 15

9.5. Aditivos utilizados en el proceso de ensilaje y su importancia

La idea de utilizar aditivos en el proceso del ensilaje es asegurar la preservación auxiliar de la actividad microbiana útil e inhibir la perjudicial mediante el mejoramiento de las condiciones de fermentación y conservación de forrajes principalmente aquellos que presentan bajos niveles de carbohidratos solubles y no logran bajar suficientemente el pH de la masa ensilada (Arellano, 2015, como se citó en Jiménez, 2001).

El ácido láctico es el principal responsable del adecuado proceso de fermentación de un ensilaje y va estrechamente relacionado con el descenso de pH, esto quiere decir que es inversamente proporcional el uno del otro; si la curva de ácido láctico sube el pH debe descender (Triana, 2014; como se citó en Trillos *et al.*, 2007).

La melaza, un subproducto del proceso de la fabricación o de la refinación del azúcar crudo, es una de las fuentes más baratas de carbohidratos utilizadas en la producción de alcohol etílico. (Dueñas *et al.*, 2021).

La harina de maíz se obtiene a partir del procesamiento del maíz para la extracción de su almidón, su valor proteico dependerá del procesamiento al cual haya sido sometido, pudiendo variar en torno al 63% de proteína bruta (Dueñas *et al.*, 2021)

La paja es también un absorbente efectivo, pero reduce el valor energético del producto combinado (ensilado-paja), por lo que resulta antieconómico. Una alternativa, sería la paja tratada con álcali. De los productos testados como absorbentes, la pulpa de remolacha azucarera, la pulpa de cítricos y los granos de destilería son las que han dado resultados más prometedores, pudiendo resultar positiva su combinación con otros aditivos (Martínez, 2014). Los aditivos estimuladores de la fermentación, han ganado popularidad en los últimos años, porque reducen las pérdidas de nutrientes, mejoran la digestibilidad y el metabolismo del N en el rumen, y, además, son seguros de manejar; la estimulación de la fermentación por parte de este grupo de aditivos puede conseguirse, al menos, de tres maneras diferentes: por adición de microorganismos productores de ácido láctico, por acción de enzimas que degradan las paredes celulares de los forrajes liberando sustratos fermentables (azúcares), o por adición de nutrientes que promuevan la fermentación láctica (Martínez, 2014).

En este grupo podemos incluir:

- Inoculantes
- Enzimas
- Inoculantes asociados a enzimas
- Nutrientes

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), la cual se encuentra ubicada de los semáforos del mercado Mayoreo, 3 km al este, Managua, Nicaragua. El área de estudio se encuentra con una posición geográfica con coordenadas $12^{\circ} 08' 12''$ latitud norte y $86^{\circ} 10' 02''$ longitud oeste, con una elevación de 56 msnm. (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales [INETER], 2010). (Figura 1)

El clima de la zona es tropical, con épocas húmedas y secas definidas. La temperatura tiene variaciones promedias entre 26°C y 35°C , la temperatura media anual es de 27.7°C , con una humedad relativa anual de 64.76%. La precipitación media anual es de 4.075 mm, siendo en invierno la más elevada con 162.8 mm. (Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil [INAC], 2020).

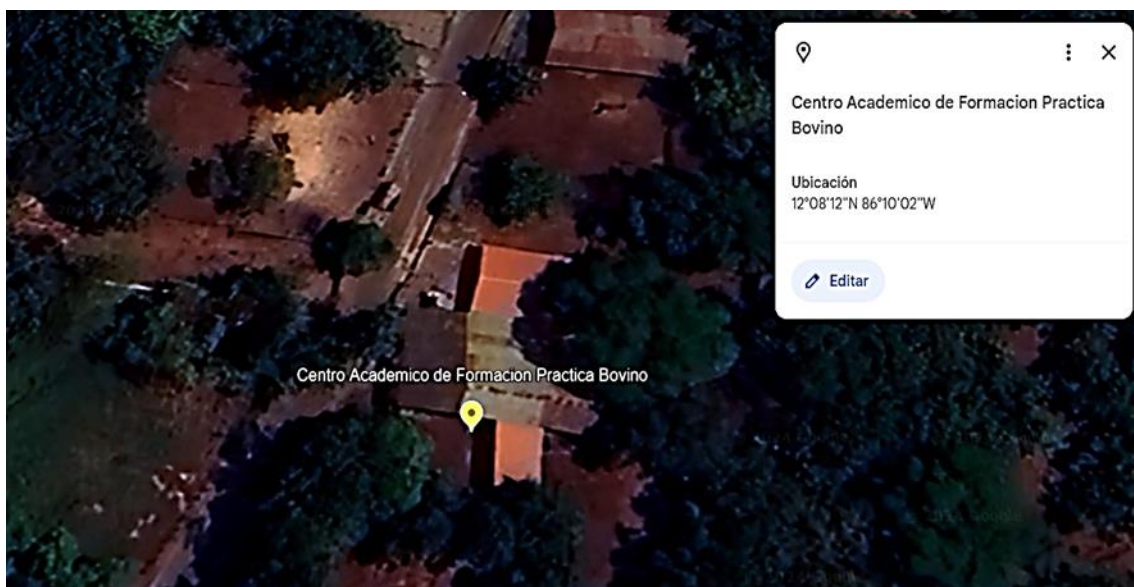


Figura 2. Imagen Satelital de la finca Santa Rosa Managua

4.2. Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos

Se utilizará un Diseño Completo al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, para un total de 16 silos tipo bolsa.

El modelo estadístico utilizado será: $Y_{ij} = \mu + \tau + \epsilon_{ij}$

Dónde: Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo nivel de inclusión de leche en polvo

μ = Media general.

τ_i = Efecto del i-ésimo nivel de inclusión de leche en polvo

ϵ_{ij} = Error aleatorio

Se utilizaron cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por cada uno, para un total de 16 silos tipo bolsa.

Tratamiento 1 o testigo: silaje (CT- 169 con 0% inclusión de leche en polvo)

Tratamiento 2: silaje (CT-169 con 5% inclusión de leche en polvo)

Tratamiento 3: silaje (CT- 169 con 10% inclusión de leche en polvo)

Tratamiento 4: silaje (CT-169 con 15% inclusión de leche en polvo)

4.3. Manejo del ensayo y metodología

El pasto CT-169 utilizado en este estudio provenía de un área de 1250 m² con dos años de establecido y una edad de rebrote de setenta días, recibió fertilización nitrogenada con urea al 46% a razón de setenta kilogramos de nitrógeno por hectárea, este se cortó con machete a una altura de diez centímetros del suelo y se picó en una silo cosechadora acoplada a un tractor, la cual pico el pasto con un tamaño de partícula de 2 cm y se ensilo en bolsa quintalera calibre 1000, en este momento se tomó una muestra compuesta del pasto picado para determinar su composición química (materia seca, proteína bruta y fibra detergente neutro).

Se adicionaron capas de 25 centímetros, se le adiciono el aditivo (leche en polvo) según la cantidad ya establecida en los tratamientos tomando en cuenta el peso del material a ensilar por bolsa que era aproximadamente de 30 kg y se compactaron luego se selló amarrándola con hule de neumático y almacenándola bajo techo a temperatura ambiente por un período de 21 días.

4.4. Recolección de datos

La recolección de datos sobre características organolépticas, se recolectaron al destapar los silos, teniendo en cuenta la tabla de evaluación de ensilajes propuesta por Ojeda *et al.*, 1991, como se citó por (Tobia R y Vargas G, 2000, p. 134). Para esto se registró la opinión de cinco expertos en ensilados, docentes de la Universidad Nacional Agraria a los cuales se le proporcionó una tabla de campo con las características organolépticas para la evaluación a cada tratamiento con sus repeticiones.

El día que se realizó el ensilaje se tomó temperatura de referencia después de sellado el silo luego el día 7, día 14 y el día de la apertura, con un termómetro digital a cada tratamiento y sus repeticiones. Esta lectura se realizó situando el termómetro en la parte central de las bolsas de silos por dos minutos, inmediatamente retirado el termómetro se tomó lectura y se anotó en libreta de registro de datos, luego se procedió a sellar el orificio que quedaba en la bolsa con cinta adhesiva (sellador) de cada toma de temperatura se tomó una muestra de silaje y se vertió en un Baker, se le adicionó 20 ml de agua destilada para determinar el pH con un pH metro de papel con escala numérica de 1 – 14 y de color que va de amarillo a verde oscuro. Esto se le tomó a cada tratamiento y sus repeticiones además al final se tomó una muestra compuesta por tratamiento de 500g para posterior análisis químico.

4.5. Análisis de datos

Los datos de las características organolépticas se analizaron por medio de estadística descriptiva (porcentajes promedios) utilizando la metodología propuesta por Ojeda *et al.*, 1991, como se citó por (Tobia R y Vargas G, 2000, p. 134), donde se le da una calificación en porcentaje a cada característica (olor: 54%, color: 24% y textura: 22%) para un total de 100 %, siendo el mejor tratamiento aquel que obtenga puntaje más cercano a 100%. Para pH y temperatura se realizó una base de datos en hojas electrónicas (Excel) y se analizaron utilizando promedios y realizado una gráfica de comportamiento para cada uno de ellos.

El índice de Flieg se utilizó para determinar la estabilidad aeróbica, tomando en cuenta el contenido de materia seca y el pH del ensilaje después de ser abierto, por lo que un índice de Flieg superior a 100 tiene una probabilidad alta de estabilidad aeróbica, mientras que un ensilado con un punto de Flieg inferior a 50 tiene una probabilidad baja de estabilidad.

4.6. Variables por evaluar

4.6.1. Variables organolépticas

Cuadro 1. Variables organolépticas

Indicador	Descripción	Puntaje (%)	Máximo Puntaje por indicador (%)
Olor	• Agradable	54	54
	• Poco agradable	36	
	• Desagradable	18	
Color	• Verde, verde amarillento y verde claro	24	24
	• Verde rojizo, verde pardo y verde oscuro	16	
	• Pardo amarillento, café verdoso y café Oscuro	8	
Textura	• Bien definido, se separa fácil	22	22
	• Jabonoso al tacto, mal definido	11	
Total			100

4.6.2. pH

El pH del ensilaje es una medida de la acidez o alcalinidad del material. Se mide en una escala de 1 a 14, siendo 1 el más ácido y 14 el más alcalino. El pH del ensilaje es un indicador importante de su calidad, ya que un pH bajo ayuda a prevenir la descomposición y el crecimiento de microorganismos indeseables.

El pH del ensilaje se debe a la producción de ácido láctico durante el proceso de fermentación. Las bacterias lácticas fermentan los carbohidratos del forraje, produciendo ácido láctico como subproducto. El ácido láctico tiene un pH bajo, por lo que ayuda a bajar el pH del ensilaje.

El pH óptimo del ensilaje es de 3,7 a 4,7. Un pH inferior a 3,7 puede indicar que el ensilaje está demasiado ácido y que puede causar problemas de salud en los animales que lo consumen. Un pH superior a 4,7 puede indicar que el ensilaje no se fermentó adecuadamente y que puede estar susceptible a la descomposición.

4.6.3. Temperatura (°C)

La temperatura del ensilaje es un indicador importante de su calidad y tiene estrecha relación con el pH. Una temperatura alta después de 15 días de fermentación puede indicar que el ensilaje está descomponiéndose y que puede ser perjudicial para los animales que lo consumen.

4.6.4. Índice de Flieg

El índice de Flieg, basado en el contenido de MS y el pH: se ha utilizado para juzgar la calidad de los ensilados, principalmente para estimar la probabilidad de que un ensilado se mantenga estable después de ser abierto (Dong *et al.*, 2017, pág. 1280).

El índice de Flieg, se calculó mediante los valores de pH y MS de los ensilajes, medido al final del ensilado con la siguiente ecuación propuesta por Flieg, K. (1965), como se citó en (Dong *et al.*, 2017, pág. 1280).

$$\text{Índice de Flieg} = 220 + (2 \times \text{MS} - 15) - 40 \times \text{pH}$$

Donde:

220 es un valor constante que representa la máxima calidad del ensilado

$2 \times \% \text{MS} - 15$ es un factor que tiene en cuenta el contenido de materia seca del ensilado. El contenido de materia seca afecta la capacidad del ensilado para retener el ácido láctico. Un mayor contenido de materia seca proporciona una mejor protección contra el crecimiento de bacterias no deseadas.

$-40 \times \text{pH}$ es un factor que tiene en cuenta el pH del ensilado. Un pH más bajo indica una mayor acidez, que es más favorable para la estabilidad del ensilado.

4.6.5. Composición química

Cuadro 2. Variables de composición química

Análisis químico	Metodología
Materia Seca (MS)	Secado método al horno a 60 grados Celsius, por 48 horas. $MS = 100 - \% \text{ humedad}$ Asociación de métodos oficial de análisis (AOAC)
Proteína Bruta (PB)	Método Kjeldahl Asociación de métodos oficial de análisis (AOAC) $\text{Proteína cruda} = \%N * 6.25$
Fibra Detergente Neutro (FDN)	El contenido de fibra Neutro Detergente se analizó según lo descrito por Van Soest et al., (1991) utilizando Sulfito de sodio.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Olor

El olor es una de las características organolépticas importante del ensilaje ya que de este depende la aceptación de los animales a la hora de consumirlo.

Cuadro 3. Calificación de la variable olor

Tratamiento	P. de c.	A	Pa	D
T1 (0% inclusión de leche en polvo)	44.5	54	36	18
T2 (5% inclusión de leche en polvo)	48,0	54	36	18
T3 (10% inclusión de leche en polvo)	46.5	54	36	18
T4 (15% inclusión de leche en polvo)	45,0	54	36	18

P. de c.: puntaje de calificación, A: agradable, Pa.: poco agradable, D.: desagradable

El resultado presentado en el cuadro 3, el tratamiento 2 fue el valor más alto con 48 % con respecto al valor ideal (agradable. 54 %). Sin embargo, todos los tratamientos alcanzaron calificaciones altas con tendencia a agradable. Para (Villalba D *et al.*, 2011, pág. 49) el olor a fruta madura es calificado como excelente similar a decir agradable; bueno un ligero olor a vinagre; un fuerte olor a vinagre como regular, por último, un olor putrefacto como malo.

(Maza A *et al.*, 2011, pág. 2532), encontró parecida situación en un estudio de evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) más yuca fresca (*Manihot esculenta*) con respecto a las características organolépticas específicamente para el olor similar a fruta madura.

5.2. Color

El color es un indicador de las reacciones químicas y biológicas que se producen en los alimentos tras someterlos al proceso del ensilaje.

Cuadro 4. Calificación para la variable color

Tratamiento	P. de C.	V, Va, V.c.	Vr, Vp,Vo	Pa, Cv, Co
T1 (0% inclusión de leche en polvo)	16,0	24	16	8
T2 (5% inclusión de leche en polvo)	16,7	24	16	8
T3 (10% inclusión de leche en polvo)	18,7	24	16	8
T4 (15% inclusión de leche en polvo)	24	24	16	8

P. de C.: puntaje de calificación. V, Va, Vc: Verde, Verde amarillento, verde claro. Vr, Vp, Vo: Verde rojizo, Verde pardo, Verde oscuro. Pa, Cv, Co: Pardo amarillento, Café verdoso, Café oscuro

Los resultados presentados en el cuadro 4, el T4 presento el mayor valor con 24% con respecto al valor ideal (24 puntos) y el menor valor el T1. Por lo que independientemente de la coloración encontrada el día de apertura de los micros silos, estos presentaron una buena calidad, ya que no se encontraron colores como pardo amarillento café verdoso y café oscuro. (Villalba D *et al.*, 2011, pág. 49) afirma que hay que tener en cuenta la materia prima ensilada ya que el color va a depender del tipo de sustrato que estemos utilizando.

El color observado en el ensilaje se debe al aditivo utilizado como tratamiento el cual era leche en polvo, ya que cuando se utiliza melaza, esta puede tomar color oscuro y puede enmascarar el color. (Sanchez-Santana *et al.*, 2021) en un estudio donde evaluó las características organolépticas del ensilaje, encontró colores similares a este estudio utilizando raíz de yuca con mezcla de forraje.

5.3. Textura

Ojeda et al, 1991, como se citó por (Tobia R y Vargas G, 2000, p. 134). Propone una metodología para calificar la variable textura en bien definido y jabonoso.

Cuadro 5. Calificación para la variable textura

Tratamiento	P. de C.	B d	J
T1 (0% inclusión de leche en polvo)	22	22	11
T2 (5% inclusión de leche en polvo)	22	22	11
T3 (10% inclusión de leche en polvo)	22	22	11
T4 (15% inclusión de leche en polvo)	22	22	11

P. de C.: puntaje de calificación. B d.: Bien definido. J.: Jabonoso

El resultado de esta variable presentado en la Tabla 5, muestra que los tratamientos presentaron excelente calificación con 22% con respecto al valor ideal (Bien definido. 22 puntos). Y que por lo tanto no hubo degradación del material.

Este estudio difiere a otros estudios realizados donde se ha obtenido una calificación de textura regular en ensilajes con materias primas fibrosas como vástago de plátano hoja de plátano, donde estos materiales presentan un poco más de resistencia a la presión por el puño, sin alterar de esta forma sus características organolépticas (Villalba D *et al.*, 2011, pág. 49). Como podemos observar a través del consolidado de las variables organolépticas, el tratamiento 4 fue el que obtuvo el mejor comportamiento siendo este el testigo con 91% de similitud al 100% seguido del tratamiento 3, 2 y 1.

Cuadro 2. Consolidados de variables organolépticas

Indicador	Descripción	T1	T2	T3	T4	Puntaje (%)	Máximo puntaje
Olor	Agradable	44.5	48	46.5	45	54	54
	Poco agradable					36	
	Desagradable					18	
Color	Verde, verde amarillento y verde claro.	16	16.7	18.7	24	24	24
	Verde rojizo, verde pardo y verde oscuro					16	
	Pardo amarillento, café, verdoso y café oscuro					8	
Textura	Bien definido y se separa fácil	22	22	22	22	22	22
	Jabonoso al tacto, mal definido					11	
Total		82.5	86.7	87.2	91		100

5.4. pH y temperatura (°C)

El pH es otro de los mejores indicadores para definir la calidad fermentativa de un ensilaje. Esta importancia del pH está asociado a la conservación del forraje y al tipo de microorganismo presente para contribuir en la calidad a largo plazo.

El pH tuvo comportamiento descendente en los tratamientos a los cuales se les había incluido leche polvo no así con el testigo, el mejor comportamiento de descenso de pH a los 21 días fue el tratamiento 4 con 15 % de inclusión de leche en polvo. (Sanchez-Ledezma, 2018), afirma que se prefiere un pH menor de 4,0 para producir un ensilaje estable en corto tiempo.

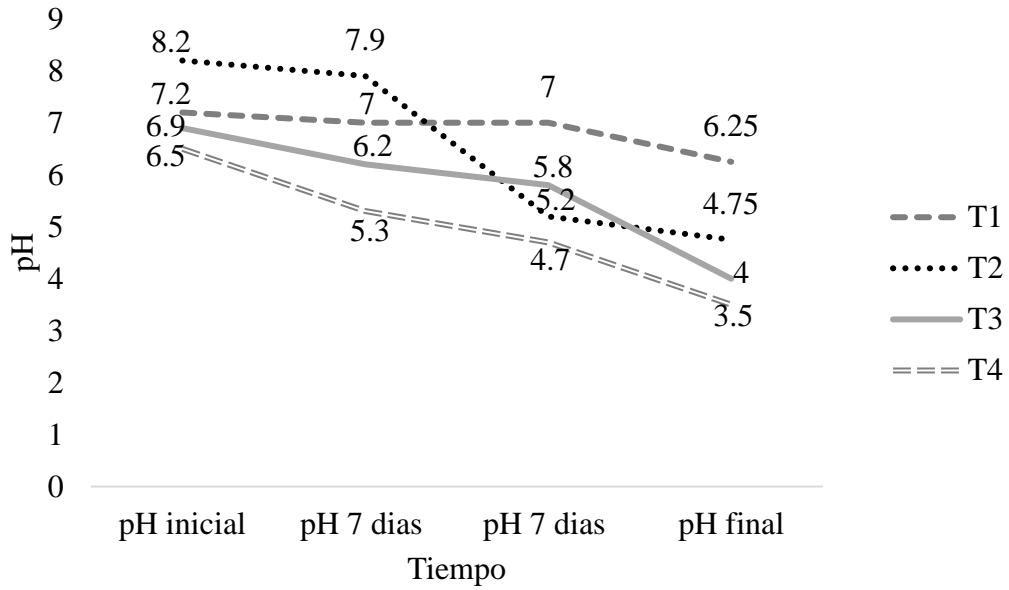


Figura 2. Comportamiento de pH

Se observó una reducción del pH para todos los tratamientos, siendo más rápida para los tratamientos que contenían inclusión de leche en polvo con respecto al testigo a partir del día 7, habiendo una diferencia muy marcada en el pH final, ya que este fue más alto en el tratamiento 1 (testigo). Esto está ligado a un incremento en la concentración lactosa el cual es desdoblado por las bacterias ácido lácticas para producir ácido láctico en los primeros días, presentando una caída más pronunciada del pH.

Este resultado concuerda con (Villa *et al.*, 2010, pág. 68) quienes encontraron en un estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos ecorregiones de Colombia, un descenso del pH a partir del día 7 hasta el final. Por otra parte, el descenso en el pH pudo deberse a la rápida colonización por las BAL homofermentativas en el sustrato, que evitó el crecimiento de otras especies de bacterias indeseables.

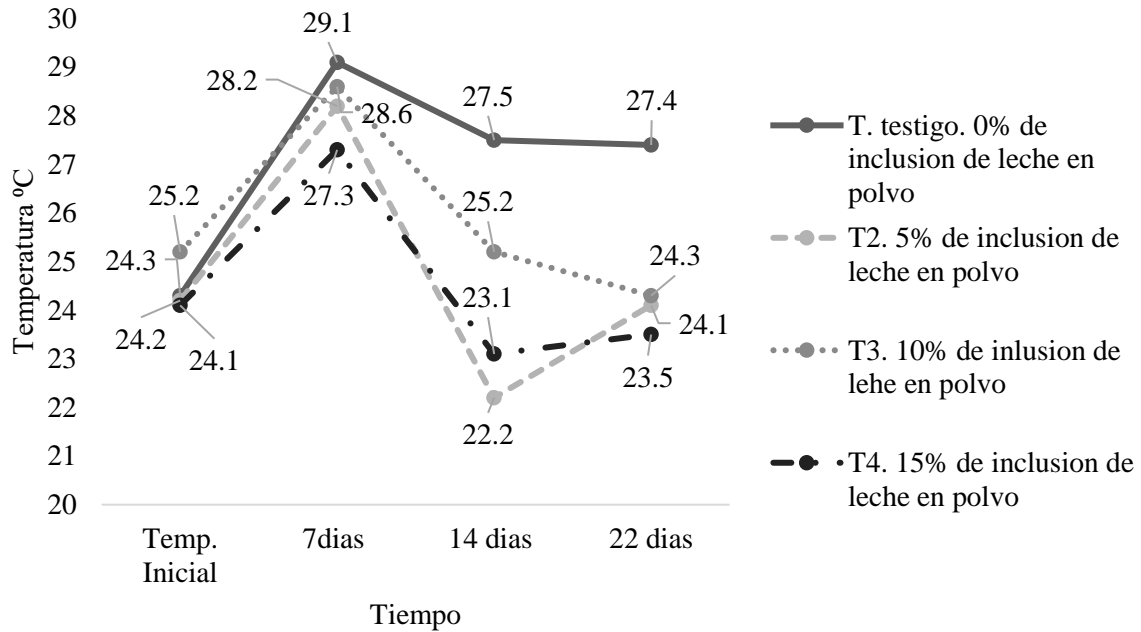


Figura 3. Comportamiento de temperatura (°C) durante el proceso de ensilaje

La temperatura incremento en todos los tratamientos a los 7 días, sin embargo, a los 14 días comenzó a descender, pero manteniéndose siempre mas alto el tratamiento testigo, llegando a quedar estable a los 22 días con 27.5 °C mientras que el T2, T3 y T4 con 24.1°C, 24.3°C y 23.5°C respectivamente. Estos valores son similares a lo reportados por (Villalba D *et al.*, 2011, pág. 49) los cuales presentaron una tendencia a bajar con relación al primer día de fermentación, presentando temperatura máxima al inicio de la fermentación de 26 °C y se estabilizó a los 23,3 °C.

(Holguín *et al.*, 2021, pág. 4) afirma que la temperatura del sustrato alcanza una expresión máxima entre los días 4 y 5 después de iniciado el proceso de ensilaje y luego decae, estabilizándose alrededor de 27 °C. El aumento de la temperatura se debe de la actividad microbiana, a medida que el oxígeno se agota, la temperatura tiende a bajar. (De Almeida Araujo *et al.*, 2022, pág. 7) encontró en un estudio temperatura final de (24.0–25.5°C) respectivamente la cuales son similares a las encontradas en este estudio.

Existe una estrecha relación entre el pH y la temperatura del ensilaje en los primeros días de fermentación ya que por la actividad microbiana se desprende CO₂ y amonio lo que conlleva a los incrementos en el pH y temperatura.

5.5. Índice de Flieg

El índice de Flieg más alto que se obtuvo en este estudio fue para el T4 (15% de inclusión de leche en polvo) con 114, mientras que el T1, T2 y T3 fue de -17, 58 y 91 respectivamente. Por lo tanto, la mayor estabilidad aeróbica se obtuvo con el tratamiento 4, ya que tiene menor probabilidad de descomposición después de ser abierto.

Cuadro 7. Índice de ensilabilidad a través del índice de Fieg.

Tratamientos	Índice de Flieg
Tratamiento o testigo 1: silaje (CT- 169 con 0% inclusión de leche en polvo)	-17
Tratamiento 2: silaje (CT-169 con 5% inclusión de leche en polvo)	58
Tratamiento 3: silaje (CT- 169 con 10% inclusión de leche en polvo)	91
Tratamiento 4: silaje (CT-169 con 15% inclusión de leche en polvo)	114

En un estudio sobre efectos del propionato de calcio sobre la calidad de la fermentación y la estabilidad aeróbica del ensilaje de alfalfa (Dong *et al.*, 2017, pág. 1281). Encontró resultados de índice de Flieg de 60 y 75.9 catalogados estos como pobre y medio, típico del comportamiento de las leguminosas, por lo que los resultados en este estudio son mucho mejores en los tratamientos con mayor inclusión de leche en polvo.

(De Almeida Araujo *et al.*, 2022, pág. 7) demostró que ensilajes con hasta el 60% de inclusión de maní forrajero presentan excelente índice de Flieg > 81.0.

Por otra parte, el índice de Flieg coincide con el análisis organoléptico encontrado en este estudio, ya que a medida que el índice de Flieg fue mejor o peor influenciado por pH y MS y también las características organolépticas cambiaron.

5.6. Composición química

La materia seca es importante en los alimentos porque en ella se encuentran los nutrientes y en el proceso de ensilaje tiene importancia ya que de ella depende la fermentación adecuada, las concentraciones de MS encontradas en nuestro estudio no fueron óptimas para la fermentación en ninguno de los tratamientos, obteniéndose un máximo de materia seca en T4 de (24.61%) con 15% de inclusión de leche en polvo y de (18.91%), para el tratamiento testigo sin embargo el T4 fue que hubo mejor comportamiento (ver figura 3).

(Monteiro Gatass *et al.*, 2011, pág. 348) sugirieron que 28% de MS es el requisito mínimo para una fermentación adecuada, ya que la rápida caída del pH inhibe el desarrollo de microorganismos indeseables.

Este efecto que es atribuido al pasto CT-169 el cual posee una concentración de materia seca muy baja (16.4% a 20.7%) a los 60 días de rebrote (Ramírez *et al.*, 2008, pág. 6). El contenido de MS del pasto es crucial para la velocidad de fermentación resultante, un bajo contenido de MS y bajo contenido de carbohidratos está fácilmente sujeto a contaminación clostridial (Dong *et al.*, 2017, pág. 1281).

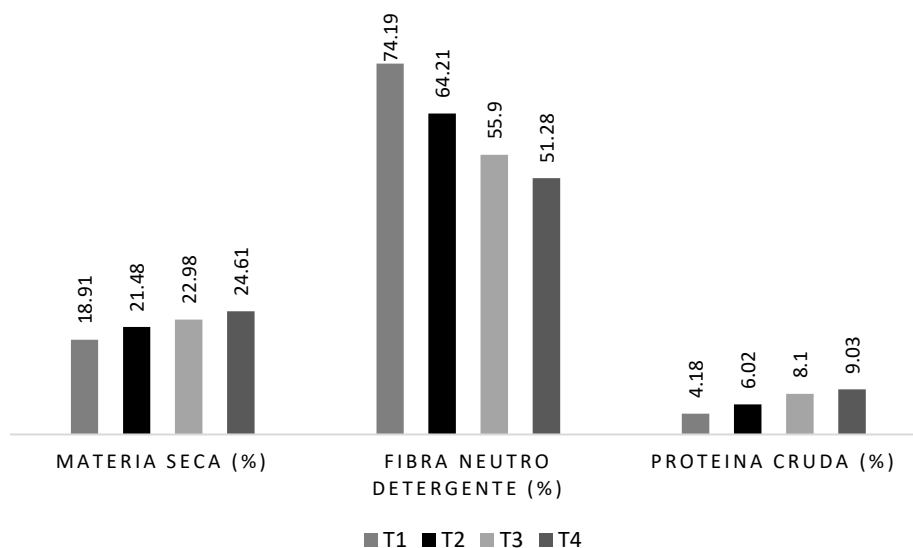


Figura 4. Composición química de los silajes

La proteína cruda fue mayor en el T4 con 9.03% mientras que el T1, T2 y T3 obtuvieron 4.18%, 6.2% y 8.1% respectivamente. Según (Ramirez *et al.*, 2008, pág. 6) el pasto CT- 169 a los 60 días presenta un tenor de 9% a 11.43%, de proteína, por lo que el resultado en este estudio, el T4 conservo el 9% de proteína esto puede atribuírsele a la inclusión de leche en polvo, ya que a medida que bajaron los niveles de inclusión de leche en polvo incremento la humedad, por lo que esto pudo influir que se deteriora parte de la proteína a través de una proteólisis en la primera fase de la fermentación ya que la humedad se debió a que este material no tuvo pre-marchitado.

(Ojeda *et al.*, 2006, pág. 198) afirman que el premarchitado es decisivo para comprender el proceso de fermentación ya que la materia seca es el indicador que más interactúa con los procesos de preservación por el efecto restrictivo que ejerce en el crecimiento de los microorganismos, pero, cuando se encuentra por debajo del 25% se producen efluentes que provocan importantes pérdidas nutricionales.

(Gülsün *et al.*, 2015, pág. 7) afirma que la preservación de la cantidad de proteína está asociada al pH del ensilaje: cuanto más rápido el pH sea reducido y alcanza niveles abajo de 4, mejor será la preservación del contenido proteico y de carbohidratos del ensilaje.

Los niveles de FDN disminuyeron a medida que se aumentó la inclusión de leche en polvo en los tratamientos, llegando a obtener al final de la fermentación el T1 74.29%, T2 64.21%, T3 55.9% y T4 51.28%, la disminución en la FDN podría estar asociada a dos efectos:

- a) Dilución del componente fibroso ya que la leche en polvo no contiene FDN. lo cual tiene similar comportamiento con el estudio realizado por (Maza A. *et al.*, 2011, pág. 2531), donde encontró que la FDN disminuyo en el ensilaje a medida que se aumenta la inclusión de raíz de yuca fresca, lo cual está asociado al poco aporte de fibra que hace la raíz de yuca al ensilado y los niveles de FDN fueron similares a los encontrados en este estudio.
- b) Enzimas de degradación de la fibra, las BAL producen una variedad de enzimas que pueden degradar la fibra, incluyendo: xilanasas que descomponen la xilana, un componente de la hemicelulosa y celulasas que descomponen la celulosa.

El contenido de FDN es importante porque puede garantizar la calidad nutritiva del ensilaje, tomando en cuenta que a menor proporción de FDN en la materia seca, esta será más digestible. Por otro lado, innumerables literaturas afirman que los alimentos cuando presentan una alta proporción de FDN llenan rápidamente el rumen y por tanto limitan el consumo de alimento.

VI. CONCLUSIONES

A través del análisis de características organolépticas y ensilabilidad de pasto CT-169 se logró obtener que a medida que se elevaron los niveles de leche en polvo en los tratamientos este mostro los mejores resultados siendo la leche en polvo una fuente de azúcares altamente fermentables para las bacterias transformándolo fácilmente en ácido láctico para una mejor preservación del ensilaje.

Por otra parte, al analizar la composición química con los cuatro niveles de inclusión de leche en polvo los resultados fueron satisfactorios ya que se logró mantener el porcentaje de proteína que el pasto presenta para la edad de corte utilizada, disminuyeron los valores de FDN y la MS estuvo entre los rangos recomendados para la calidad de un buen ensilaje.

VII. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda el aprovechamiento y uso de subproductos de la industria láctea, para la utilización en el proceso de ensilaje, ya que esta contiene altos contenidos de azúcar (lactosa) el cual puede ser utilizado por las bacterias ácido-lácticas para producir ácido láctico, ya que de esta forma se reduce la contaminación ambiental por verter estos productos a las fuentes de agua y el aire por la fermentación aeróbica.

Instamos a la dirección de ciencia animal a hacer uso de esos subproductos lácteos para reducir los costos en compra de melaza para utilizar en el proceso de ensilaje.

VIII. LITERATURA CITADA

- Arellano, J. (2015). "Evaluación del ensilaje de una mezcla forrajera con la adición de suero de leche, melaza y bentonita y su efecto en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento - engorde.". Obtenido de "Evaluación del ensilaje de una mezcla forrajera con la adición de suero de leche, melaza y bentonita y su efecto en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento - engorde."
- Boschini-Figueroa, C., Pineda-Cordero, L., & Chacón-Hernández, P. (2014). Evaluación del ensilaje del pasto ratana (*Ischaemum indicum* Hoult.) con tres diferentes aditivos. Obtenido de Evaluación del ensilaje del pasto ratana (*Ischaemum indicum* Hoult.) con tres diferentes aditivos.: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212014000200008
- Dueñas, & Burgos. (2021). Influencia de la edad de corte y aditivos sobre la calidad nutricional del ensilaje de pasto cuba-22 (*Pennisetum purpureum* x *p. glaucum*). Obtenido de Influencia de la edad de corte y aditivos sobre la calidad nutricional del ensilaje de pasto cuba-22 (*Pennisetum purpureum* x *p. glaucum*): <http://190.15.136.145/bitstream/42000/1544/1/tta28d.pdf>
- De Almeida Araujo, C., Da Silva Novaes, J. J., Santos Araujo, J., De Macedo, A., De Souza Silva, C., Da Cruz da Silva, T., Emerenciano Neto, J., Garcia Leal de Araújo, G., Sena Campos, F., & Costa Gois, G. (2022). Perfil fermentativo, calidad nutricional y estabilidad aerobia de ensilajes mezclados de hierba elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) y maní forrajero (*Arachis pintoi*). *Revista MVZ Córdoba*, 27((3):e2549), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.21897/rmvz.2549>
- Dong, Z., Yuan, X., Wen, A., Desta, S., & Shao, T. (2017). Effects of calcium propionate on the fermentation quality and aerobic stability of alfalfa silage. *Asian-Australas Journal Animal Sci*, 30(9), 1278-1284. <https://doi.org/https://doi.org/10.5713/ajas.16.0956>
- Gülsün, Ö., Saadet, G., Ayşe, Ş., Ilknur, Y., Merve, E., & Esmeray, K. B. (2015). Fatty acid composition and biogenic amines in acidified and fermented fish silage: a comparison study. *Archives of Animal Nutrition*, 7(1), 1-15. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/1745039X.2015.1117696>
- Gutierrez, D., Borjas Rojas, E., Rodríguez Hernández, R., Rodríguez, Z., Stuart, R., & Sarduy, L. (2015). Evaluación de la composición química y degradabilidad ruminal in situ de ensilaje mixto con *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-169: *Moringa oleifera*. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 19(3), 7-16.
- Herrera, L. (2014). Costos de Producción en un Sistema de Ensilaje. Obtenido de Costos de Producción en un Sistema de Ensilaje: http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1087/1/Costos_Produccion_Sistema_Ensilaje.pdf
- Hiriart Le-Bert, M. (2008). *Ensilados. Procesamiento y calidad*. Trillas. <https://doi.org/978-968-24-8467-4>
- Holguín, V., Cuchillo, M., & Mora-Delgado, J. (2021). Indicadores de estabilidad aeróbica en ensilajes de la mezcla *Tithonia diversifolia*/*Pennisetum purpureum* enriquecidos con *Lactobacillus*. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 24((2):e2093), 1-9. <https://doi.org/http://doi.org/10.31910/rudca.v24.n2.2021.2093>

- Martínez, A. d. (2014). Manejo de forrajes para ensilar. Obtenido de Manejo de forrajes para ensilar: <https://ria.asturias.es/RIA/bitstream/123456789/5501/1/Archivo.pdf>
- Miranda, J., Cardenas, A., & Gonzales, M. (2013). Ensilaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con caupí (*Vigna unguiculata*) para la alimentación porcina. Obtenido de Ensilaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con caupí (*Vigna unguiculata*) para la alimentación porcina.
- Maza A., L., Vergara G., O., & Paternina D., E. (2011). Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) más yuca fresca (*Manihot esculenta*). *Revista MVZ Cordoba*, 16(2), 2528-2537. <https://web.s.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=1bf048b0-ba2c-4f78-a7b4-9d45a11a6b4f%40redis>
- Mendez, & Mendez , V. (2014). *Calidad bromatológica del ensilaje de hoja de plátano (Musácea: variedad FHIA- 01) con dos niveles de inclusión de levadura de Torula (Candida utilis) más melaza*. Calidad bromatológica del ensilaje de hoja de plátano (*Musácea*: variedad FHIA- 01) con dos niveles de inclusión de levadura de *Torula (Candida utilis)* más melaza. <https://repositorio.una.edu.ni/2750/1/tnq54t275.pdf>
- Monteiro Gatass, I. J., Abreu Gonçalves, J. d., Cabral Silva, L. d., Divino Ribeiro, M., & Reis Pereira dos, R. H. (2011). Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 33(4), 347-352. <https://doi.org/https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i4.12629>
- Ojeda, F., Montejo, I., & López, O. (2006). Estudio de la calidad fermentativa de la morera y la hierba de guinea ensiladas en diferentes proporciones. *Pastos y Forrajes*, 29(2), 195-202. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121704007>
- Ojeda, N. (2022). *¿Qué son las características organolépticas de los alimentos? ¿Qué son las características organolépticas de los alimentos?*. [https://www.ceac.es/blog/que-son-las-caracteristicas-organolepticas-de-los-alimentos#:~:text=motivo%20de%20rechazo,-.Aroma,%2C%20como%20los%20aromas%20artificiales\)](https://www.ceac.es/blog/que-son-las-caracteristicas-organolepticas-de-los-alimentos#:~:text=motivo%20de%20rechazo,-.Aroma,%2C%20como%20los%20aromas%20artificiales)).
- Petruzzi, H., Stritzle, N., Ferri, C., Pagella, J., & Rabotnikof, C. (2005). *Produccion Animal*. *Produccion Animal*. https://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/43-uso_microondas_ms.pdf
- Ramirez, J., Verdencia, D., & Leonard, I. (2008). Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum* Cuba CT 169 en un suelo pluvisol (Yield and Chemical composition of the grass *Pennisetum* Cuba CT 169). *Revista electrónica de Veterinaria*, IV(5), 1-10. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050508.html>
- Reyes, N., Mendieta, B., Fariñas, T., Mena, M., Cardona, J., & Pezo, D. (2013). Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Obtenido de Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino.: <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7886/173.pdf?sequence=2>

- Rodríguez, R., Herrera, F., Gomez, S., Gonzalez, N., Galeana, J. A., Elias, A., . . . Medina, Y. (2019). Efectos de incluir tubérculos de boniato (*Ipomoea batatas*) y Vitafert como aditivos en el valor nutritivo de ensilajes de *Cenchrus purpureus* vc. CUBA CT-169 y *Moringa oleifera*. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(2), 1-16. Obtenido de <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fsr&AN=136926682&lang=es&site=ehost-live>
- Sanchez-Ledezma, W. (2018). Potencial de los forrajes para producir ensilaje de calidad. *Alcances Tecnológicos*, 12(1), 49-58. [https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.21897/rta.v24i1.1774](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.21897/rta.v24i1.1774)
- Sanchez-Santana, T., Ruz-Suarez, F., Morales-Querol, D., Olivera-Castro, Y., Rizo-Alvarez, M., & Benitez-Alvarez, M. (2021). Calidad fermentativa y organoléptica de ensilajes con diferentes proporciones de forraje y raíz de *Manihot esculenta* Crantz. *Pastos y Forrajes*, 44(eE25), 11. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>
- Sanchez Santana, T., Ruz Suarez, F., Morales Querol, D., Olivera Castro, Y., Rizo Alvarez, M., & Benitez Alvarez, M. (2021). *Pastos y Forrajes*. Pastos y Forrajes. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v44/2078-8452-pyf-44-eE25.pdf
- Tobia R, C., & Vargas G, E. (2000). Inoculos bacterianos: Una alternativa para mejorar el proceso fermentativo en los ensilajes tropicales. *Nutricion Animal Tropical*, 6(1), 129 - 143. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5166274.pdf>
- Torres, J. (2020). Comparación de tres tipos de ensilaje (maíz, sorgo, y caña de azúcar) en la producción de leche. Obtenido de Comparación de tres tipos de ensilaje (maíz, sorgo, y caña de azúcar) en la producción de leche.
- Vignale, K. (2010). *Evaluación de diferentes niveles de energía y proteína cruda en cuyes (Cavia porcellus) en crecimiento en crianza comercial*. Evaluación de diferentes niveles de energía y proteína cruda en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento en crianza comercial. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1726/NUT%2010-122-TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villa, A., Meléndez, A., Carulla, J., Pabón, M., & Cárdenas, E. (2010). Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos ecorregiones de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(1), 65-77. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023458008>
- Villalba, D., Holguin, V., Acuña, J., & Piñeros, R. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 49-50.
- Villalba, D., Holguin, V., Acuña, J., & Piñeros Varon, R. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café-musáceas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1), 47-52. <https://doi.org/https://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/143/142>
- Wagner, B., Asensio, V., & Caridad, J. (2013). Manual de ensilaje. Obtenido de <http://190.167.99.25/digital/idiap.ensilaje.1.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cinta
indicadora de pH



Anexo 2. Balanza electrónica



Anexo 3. Recolección de pasto



Anexo 4. Apertura del ensilaje



Anexo 5. Medición de pH



Anexo 6. Secado del pasto



Anexo 7. Muestras de pasto seco



Anexo 8. Molienda de pasto



Anexo 9. Resultados de análisis químico.



Universidad Nacional Agraria
Laboratorio de bromatología

Formulario del registro de informe de resultados

LABBRO-F-01-PT-08

Versión 01

Revisión 00

Informe de resultados de análisis bromatológico

Nombre y Apellido:	Luis Amado Moreno Flores	Tipo de muestra:	Ensilaje
Procedencia:	La Trinidad - Esteli	Nº de muestras:	4 (Cuatro)
Dirección:		Fecha de recepción:	09-08-22
E-mail:	Lumoflores4@gmail.com	Fecha de entrega:	29-09-22
Teléfono:	8225-6620	Nº de solicitud:	025-08-22

ID muestra	Materia seca (%)	Fibra Diferida	
		Fibra Neutro detergente (%)	Proteína cruda (%)
075-0908-22	18.91	74.19	4.18
076-0908-22	21.48	64.21	6.02
077-0908-22	22.98	55.90	8.10
078-0908-22	24.61	51.28	9.03

Observaciones:

Muestra 1 T1-----075-0908-22
 Muestra 2 T2-----076-0908-22
 Muestra 3 T3-----077-0908-22
 Muestra 4 T4-----078-0908-22

- El laboratorio se hará responsable del manejo de la muestra, una vez que ingrese al mismo.
- Los análisis fueron realizados bajo las condiciones ambientales del laboratorio.
- Este resultado hace referencia únicamente a la muestra recibida.
- Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente el permiso por escrito del cliente.
- Este informe es confidencial entre el cliente y el laboratorio.
- Los resultados reportados son en base seca del alimento.

Ing. Norman Andino Ruiz
Responsable de laboratorio



Lic. César Quintero Canzales
Técnico de laboratorio

