

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



El ensilado de los esquilmos puede mejorar su calidad nutricional.

Por:

**PAMELA GEOVANNA MARTÍNEZ GONZÁLEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Agosto 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

El ensilado de los esquilmos puede mejorar su calidad nutricional.

Por:

**PAMELA GEOVANNA MARTÍNEZ GONZÁLEZ**

TESIS


Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:


**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
Ph.D. Juan David Hernández Bustamante  
Presidente

  
Dr. Fernando Ulises Adams de León  
Vocal

  
MVZ Federico Antonio Hernández Torres  
Vocal

  
Dra. María Guadalupe Sánchez Loera  
Vocal Suplente

  
MC. J. Guadalupe Triguero Martínez  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Agosto 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

El ensilado de los esquilmos puede mejorar su calidad nutricional.

Por:

**PAMELA GEOVANNA MARTÍNEZ GONZÁLEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

PhD. Juan David Hernández Bustamante  
Asesor Principal

Dr. Fernando Ulises Adame de León  
Coasesor

MVZ Federico Antonio Hernández Torres  
Coasesor

MC. J. Guadalupe Irigüez Martínez  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Agosto 2021

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco de todo corazón a la UAAAN, por abrirme las puertas, por ser quien me dio la posibilidad de tener tantas oportunidades hoy en día,

Por el amor recibido, la atención, la paciencia y la preocupación con la que cada día estaba presente en mi proceso de pre-adolescencia a adulto, doy gracias al profesor Oscar Amado Ojeda Contreras, porque sin él, todo este proceso no hubiese sido posible.

Gracias a mis padres María de Jesús y Fernando González, porque siempre estuvieron presentes, dándome su cariño y su apoyo incondicional cuando lo necesite y cuando no también. Quienes a pesar de las dificultades que se denotaron en muchas ocasiones, siempre estaban brindándome lo mejor y ayudándome a salir adelante. Agradezco ampliamente el esfuerzo tan grande que hicieron para que llegara hasta donde estoy el día de hoy.

Agradezco a Dios, por no soltarme cuando más lo necesito, por darme las lecciones de vida que me hacen ser quien soy ahora, porque me ayuda a ser fuerte y porque es quien brinda la oportunidad de que todo acto en la tierra sea posible. Gracias también por permitirme ser parte de la vida, porque aun con todas las pausas que ha dado la misma, sigo aquí, presente.

A mi madre, Joana González, por darme la oportunidad de estar en este mundo, quien, aunque no es la persona más cariñosa, siempre resulta empática. Siempre está allí ante todas las adversidades y no me abandona cuando no tengo nadie de quien sostenerme.

A mi tía Viridiana González, quien aportó una de las bases más sólidas en mi vida y sobre todo en aspectos estudiantiles, quien siempre me impulsó a ser mejor en todos los ámbitos, quien con sus reprensiones me ayudo a crecer y que aún con las manifestaciones naturales de su carácter siempre busca lo mejor para mí y me demuestra su cariño de otras maneras.

A mi hermana María Fernanda, por quien siempre he sentido un amor incondicional, una admiración muy grande y un apoyo sincero.

Agradezco también al PhD. Juan David Hernández Bustamante, por ser mi último guía en este largo viaje estudiantil, por su paciencia y apoyo en aspectos personales y de trabajo.

Finalmente, gracias al MVZ Arturo Flores Guadarrama, quien me abrió las puertas para emprender en este camino tan grande de la medicina veterinaria.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico con todo mi amor y cariño a mis padres María de Jesús y Fernando González, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad. Muchos de mis logros se los atribuyo a ustedes, entre los cuales se incluye este. Me formaron con reglas, con algunas libertades, pero al final de cuentas me motivaron constantemente para alcanzar mis metas.

A mí amada hija, Romina Itzae, por ser la principal fuente de inspiración para poder superarme día con día, para luchar porque nunca le falte nada y poder ofrecerle siempre lo mejor.

A mis familiares más cercanos, quienes con sus palabras de aliento nunca me dejaron caer, me impulsaron a seguir adelante y a tener perseverancia para cumplir con todos mis ideales.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas.

Gracias a todas aquellas personas que durante todo este trayecto estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que todo esto se hiciera realidad.

## RESUMEN

La alimentación de rumiantes constituye un factor primordial en los sistemas de producción. Una de las herramientas de las que se dispone actualmente es el ensilaje, el cual está basado en una fermentación anaeróbica de la masa forrajera que permite mantener, durante periodos prolongados, una buena calidad.

Por lo anterior, en la presente investigación se elaboraron ensilajes a base de urea y levadura para evaluar las ventajas y desventajas que pueda tener la adición de los mismos a la dieta, siendo determinados a base de un análisis químico bromatológico antes y después de su incorporación.

No obstante, se cree que, en el producto final, la proteína cruda aumenta de un 3.5% a un 10%, dando un ensilaje con alto contenido proteico.

Por lo tanto, con los resultados obtenidos en el presente podemos decir que el valor del tiempo en conjunto con la humedad puede llegar a ocasionar muchas pérdidas si el ensilaje no se manipula de manera correcta, como lo es con la entrada del aire o con el control con la cantidad de agua colocada.

Los resultados mencionan que la levadura nos ofrece un aumento significativo en MS, pero al no haber fuentes de alimentación, las bacterias utilizan la PC y esto nos lleva al descenso de la misma, aunque la FDA y FDN aumentan considerablemente.

El uso de la urea mostro mejores resultados al incrementar MS y PC en específico, aunque FDA y cenizas disminuyen ligeramente, el análisis muestra que favorece ampliamente la adición del mismo al ensilaje.

**Palabras clave:** Bromatología, Rastrojo, Ensilaje, Urea, Levaduras

## **ABSTRACT**

Ruminant feeding constitutes a primary factor in production systems. One of the tools currently available is silage, which is based on an anaerobic fermentation of the forage mass that allows maintaining good quality for prolonged periods.

Therefore, in the present investigation, silages based on urea and yeast were elaborated to evaluate the advantages and disadvantages that their addition to the diet may have, being determined based on a bromatological chemical analysis before and after their incorporation.

However, it is believed that, in the final product, the crude protein increases by 3.5% to 10%, giving a silage with a high protein content.

Therefore, with the results obtained in the present we can say that the value of time in conjunction with humidity can cause many losses if the silage is not handled correctly, as it is with the entry of air or with the control with the amount of water placed.

The results mention that yeast offers us a significant increase in DM, but since there are no food sources, bacteria use CP and this leads to a decrease in it, although the FDA and FDN used it considerably.

The use of urea showed better results by increasing DM and CP in specific, although FDA and ash decrease slightly, the analysis shows that it greatly favors its addition to silage.



## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>ÍNDICE</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	ix
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>HIPÓTESIS</b> .....	2
<b>OBJETIVOS</b> .....	2
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	2
<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b> .....	2
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	2
<b>MARCO TEORÍCO / REVISION DE LA LITERATURA</b> .....	3
<b>ANTECEDENTES DE LA BROMATOLOGÍA</b> .....	3
<b>OBJETIVOS DE LA BROMATOLOGIA</b> .....	4
<b>ORIGEN DEL RASTROJO DE MAÍZ</b> .....	5
<b>MÉTODOS DE ENRIQUECIMIENTO DE UN SILO</b> .....	6
<b>ETAPAS DE LA ELABORACIÓN DE UN SILO</b> .....	8
<b>Fase 1 - Fase Aeróbica.</b> .....	9
<b>Fase 2. Fase de Fermentación</b> .....	10
<b>Fase 3. Fase Estable</b> .....	11
<b>Fase 4. Fase de Deterioro Aerobio</b> .....	12
<b>VALOR NUTRITIVO DEL ENSILAJE DE MAÍZ</b> .....	14
<b>FACTORES DE CALIDAD NUTRICIONAL DE UN ENSILAJE</b> .....	14
<b>CARACTERÍSTICAS DE UN ENSILAJE DE CALIDAD</b> .....	16

<b>PROCEDIMIENTO BROMATOLÓGICO .....</b>	<b>20</b>
<b>DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA.....</b>	<b>20</b>
<b>DETERMINACIÓN DE CENIZAS.....</b>	<b>21</b>
<b>DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA (FC) EQUIPO DIGESTOR DE FIBRA.....</b>	<b>22</b>
<b>DETERMINACIÓN DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN) (EQUIPO DIGESTOR DE FIBRA).....</b>	<b>24</b>
<b>DETERMINACIÓN DE PROTEINA CRUDA .....</b>	<b>25</b>
<b>DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL (APARATO MICRO KJELDALH).....</b>	<b>27</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>34</b>
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1 Colocación de ensilaje en superficie plana para su posterior aditamento. ....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 2 Adición de agua al T0.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 3 Comportamiento de los tratamientos para la Materia Seca.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 4 Comportamiento de los tratamientos para la Proteína Cruda .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 5 Comportamiento de los tratamientos para las Cenizas .....</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Tratamiento 0 .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 2 Tratamiento 1 .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 3 Tratamiento 2 .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 4 Tratamiento 3 .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 5 Parámetros químicos de las muestras antes del ensilaje .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 6 Parámetros químicos de las muestras después del ensilaje .....</b>	<b>31</b>

## **INTRODUCCION**

La alimentación de rumiantes constituye un factor primordial en el costo de insumos en los sistemas de producción (Lynch, Baah, & Beauchemin, 2015). Los procesos de conservación forrajera son una opción para resolver la escasez de alimento o bien la disminución de los costos que se tienen por parte de los productores de ganado.

El ensilado o ensilaje está basado en una fermentación anaeróbica de la masa forrajera que permite mantener, durante periodos prolongados, una calidad muy parecida, aunque un poco inferior a la del forraje en el momento del corte. Se puede ensilar cualquier forraje (pasto, mezclas de pastos y leguminosas o subproductos agrícolas), pero se prefieren los cultivos verdes con altos rendimientos forrajeros por unidad de superficie, alta proporción de hojas, alto contenido de carbohidratos, etc.

Por tal, aunque se dispone del ensilado, el rastrojo de maíz también es utilizado como parte de la dieta. Este consiste en las hojas, tallos y mazorcas de maíz que quedan en un campo después de la cosecha. Tal rastrojo constituye aproximadamente la mitad del rendimiento de un cultivo de maíz y es similar a la paja de otras gramíneas de cereales. De este modo, el rastrojo de maíz es un producto agrícola muy común en áreas con grandes cantidades de producción del mismo, como lo es en la región.

No obstante, se dice que las levaduras son microorganismos eucarióticos, anaeróbicos facultativos y heterotróficos. En todo ensilaje las mismas resultan indeseables debido a la fermentación de azúcares y producción de etanol y CO<sub>2</sub>.

Diversos autores mencionan que algunas dietas que se basan en ensilaje de maíz y el grano de maíz son altamente inadecuadas en proteína cruda. Si se suministrara proteína suplementaria en forma natural, como la harina de soja, por ejemplo, el costo de la ración se elevaría. Diversas investigaciones demostraron que la adición de urea al ensilaje de maíz puede ser un eficaz para reducir estos costos (Colenbrander, Weiss, Hill, & Moeller, 1983).

Así mismo, se ha demostrado que para hacer uso eficiente del maíz y obtener ganancias de peso deseables, se sugiere acompañar dicho alimento con un suministro de una fuente de nitrógeno que permita una buena asimilación ruminal entre las fuentes energéticas y nitrogenadas de la dieta. Esta disponibilidad en tiempo y espacio que permitirá un desarrollo más eficiente del ambiente ruminal. Sin embargo, al utilizar fuentes de urea su liberación es rápida, impidiendo una acorde sincronización con las fuentes energéticas de alimentos fibrosos como los ensilajes, este aditivo es útil como herramienta de control para evaluar niveles de proteínas y eficiencia de su uso en raciones (Wattiaux & Karg, 2004).

Por tal, en la presente investigación se busca elaborar un ensilaje que contenga los dos ingredientes antes mencionados para evaluar las ventajas y desventajas que pueda tener la adición de los mismos a la dieta, siendo determinados a base de un análisis químico bromatológico antes y después de su incorporación.

## **HIPÓTESIS**

En el producto final, la proteína cruda aumenta de un 3.5% a un 10%, dando un ensilaje con alto contenido proteico.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar químicamente ensilados de forrajes adicionados con compuestos probióticos

### **OBJETIVO ESPECIFICO**

Cuantificar los beneficios químicos obtenidos al adicionar prebióticos a un ensilado de rastrojo de maíz

## **JUSTIFICACIÓN**

El buscar alternativas de alimentación animal económica y eficiente, ante el constante aumento de los insumos, justifica a nuestro parecer la elaboración del presente trabajo.

## **MARCO TEORÍCO / REVISION DE LA LITERATURA**

### **ANTECEDENTES DE LA BROMATOLOGÍA**

El análisis químico y biológico de los alimentos, mejor conocido como bromatología analítica inicia su operación como ciencia en los siglos XIX y XX, siendo considerada a partir de entonces un complemento indispensable para el estudio alimenticio desde su recolección hasta su ingestión, identificando todo tipo de alteraciones con el fin de reglamentar un control sanitario estricto y complejo (Quispe Ramos & Argani, 2014).

Fue a finales de la década de 1940, cuando de la mano de la bromatología y en respuesta a la demanda que planteaban las exigencias alimentarias y nutricionales de la población y los nuevos retos de la industria agroalimentaria, se retomó aquel proceso de institucionalización, al impulsar el asociacionismo científico, la formación universitaria específica, la convocatoria de reuniones y congresos o la creación de revistas especializadas, entre otras iniciativas.

Se trataba de crear una agrupación científica que fuese capaz de aglutinar y defender los intereses de los profesionales que trabajaban en el campo de los alimentos, y a través de publicaciones como la revista Anales de Bromatología o el Boletín de Información Bromatológica, deseando ofrecer un espacio propio de comunicación y debate que evitase que los resultados de sus trabajos e investigaciones se perdiesen en “revistas de la más variada índole con perjuicio de un conocimiento y una emulación mutua. (Bernabeu-Mestre, y otros, 2012)

Bromatología proviene del griego bromatos que significa: alimentos; y logia: estudio; de manera que esta disciplina se encarga del estudio analítico de los diversos tipos de alimentos desde varios enfoques, como valor nutritivo, producción, manipulación, conservación, elaboración, distribución así como aspectos higiénico sanitarios, toxicidad y otras alteraciones, siendo para ello muy necesaria la conjunción con otras ciencias, como la química, biología, física, nutrición, farmacología y la toxicología.

La información obtenida a través de la bromatología es crítica para la asimilación de los factores que condicionan las propiedades de los alimentos y de la misma forma para que la elaboración de alimentos sea segura, nutritiva y agradable para el consumidor (Quispe Ramos & Argani, 2014).

### **OBJETIVOS DE LA BROMATOLOGIA**

Medir la composición química y conocer las propiedades físicas de los ensilajes son importantes para la formulación de raciones y resolución de problemas de calidad del ensilado (Grant & Ferrareto, 2018).

Esta disciplina abarca el estudio alimentario de manera científica e integral de ahí que sus propósitos son:

- Valoración de las propiedades nutricionales y composición de alimentos naturales, procesados y sus posibles adulteraciones.
- Análisis químico del contenido cuantitativo de lípidos, glúcidos, vitaminas, prótidos y minerales presentes en los diferentes alimentos.
- Reglamentación técnica del expendio sanitario de alimentos, así como la producción industrial, seriación y transporte
- Investigar las causas que inducen y aceleran las alteraciones alimentarias y través de ello elabora medidas preventivas para evitar que el alimento sea vehículo de microorganismos, toxinas o cualquier sustancia perjudicial para la salud.
- Fijar reglas en cuanto a los procedimientos de elaboración y conservación con el objetivo de que los alimentos conserven y obtengan valores nutritivos óptimos.
- Determinar bases para la legislación sanitaria a través de un estudio económico y sanitario en materia de alimentación de tal forma que se protejan los intereses nutritivos, higiénicos y económicos de los consumidores.
- Realizar estudios de mejoramiento alimentario con respecto al valor nutritivo, funcionalidad, sabor, textura, olor y color.



A raíz de todo ello se evitan fraudes y además se mejora la nutrición, salud y economía de los individuos, ya que la bromatología estudia al alimento desde el momento de su recolección e industrialización hasta que llega al consumidor, evaluando aspectos en cuanto a transformaciones químicas, físicas, dietéticas y microbiológicas (Quispe Ramos & Argani, 2014).

### **ORIGEN DEL RASTROJO DE MAÍZ**

Se le conoce como ensilaje al resultado de la fermentación de carbohidratos solubles por bacterias del ácido láctico presentes en el forraje en condiciones anaeróbicas (Dogi, y otros, 2015), siendo objetivo principal el mantener la calidad original de los conservados (de Carvalho, y otros, 2018). Se dice que los ensilajes se encuentran entre los ingredientes dietéticos más comunes que se utilizan en las operaciones modernas de productos lácteos y de carne (Queiroz, Ogunade, Weinberg, & Adesogan, 2018).

Así mismo, el ensilaje se ha utilizado para conservar piensos durante más de 3000 años. En el siglo XXI, con las primeras publicaciones sobre el tema, esta técnica se hizo popular en Europa y Estados Unidos. Es actualmente la técnica más utilizada para la conservación de forrajes. El proceso de fermentación está catalizado por microorganismos, los cuales traen mejoras en la conservación y han ido acompañadas de una evolución en la gestión tecnologías para su elaboración y fortalecen el conocimiento sobre el desempeño de la microbiota en el proceso (Ávila & Carvalho, 2019).

En los sistemas de producción de leche y carne animal, la alimentación se basa en la utilización de pasturas. El ensilaje de maíz es un componente muy importante en las raciones de ganado, ya que en algunos casos constituye más del 50% de la dieta total (Haerr, Lopes, Pereira, Fellows, & Cardoso, 2015).

No obstante, para aumentar la cantidad y calidad de biomasa comestible, se utilizan fuentes forrajeras que puedan desarrollarse favorablemente bajo ciertas condiciones ambientales. Por tal, el maíz es una de las fuentes forrajeras que, por sus buenas condiciones agronómicas, fermentativas, alta concentración de

nutrientes y excelente palatabilidad es muy utilizado para la alimentación del ganado en muchas otras áreas del mundo. Sin embargo, se le ha dado mucho énfasis a la producción total de materia seca y este componente, por sí solo, es un indicador pobre del valor nutricional (Elizondo-Salazar, 2011).

Por lo anterior, la conservación de forrajes mediante la técnica del ensilaje emerge como una alternativa viable para que los productores dispongan de recursos forrajeros de calidad durante todo el año. (Tobía, Sequera, Villalobos, Cioffi, & Escobar).

Por otro lado, se dice que las épocas secas originan escasez forrajera la cual requiere la búsqueda de alternativas de conservación e implementación de otros ingredientes que sirvan para complementar las necesidades alimentarias. El ensilaje, además de conservar los forrajes, permite reducir los riesgos de contaminación, aminorar los niveles de metabolitos secundarios o factores antinutricionales que puedan estar presentes en el follaje de algunas plantas y garantizar un suministro permanente a los animales (Apráez-Guerrero J. , Insuasty-Santacruz, Portilla-Melo, & Hernández-Vallejo, 2011).

### **MÉTODOS DE ENRIQUECIMIENTO DE UN SILO**

Durante décadas, los productores han tenido una amplia variedad de aditivos de ensilaje disponibles para ayudar en la conservación del forraje. Los aditivos generalmente se dividen en una o más de 4 categorías según sus efectos de conservación: estimulantes de la fermentación, inhibidores de la fermentación, inhibidores del deterioro aeróbico y nutrientes absorbibles (Muck, y otros, 2018).

Se dice que la urea es el aditivo de mayor utilización para mejorar los ensilajes, los niveles de nitrógeno, con este propósito también se han utilizado otros productos nitrogenados como porcinaza, gallinaza y pollinaza, al punto que son considerados sustitutos de la urea. Desde otra perspectiva se sabe desde hace mucho tiempo que la urea es un sustituto exitoso que favorece las proteínas degradables en el maíz o las dietas a base de ensilaje (Boucher, y otros, 2007).

Además, se afirma que el comportamiento del ganado alimentado con excretas es similar al que consume dietas convencionales. Comúnmente es agregada a los alimentos para rumiantes debido a su bajo costo en comparación con el de los granos a base de proteínas (por ejemplo, semillas de algodón, harina de soja) los cuales se degradan rápidamente en amoníaco por la ureasa microbiana (Zhou, Meng, Li, Jiang, & Wu, 2017). De la misma forma. La suplementación con urea aumenta la degradación de celulosa, peptona y favorece ampliamente la actividad hemicelulolítica (Witzig, Lengowski, Zuber, Möring, & Rodehutschord, 2018). En términos generales, se ha demostrado que aproximadamente el 60% del aumento en nitrógeno insoluble se debe a la incorporación del amoníaco insoluble añadido en la fracción proteica. El 40% restante de aumento es debido posiblemente a la inhibición de la proteólisis del forraje (Huber, Bucholtz, & Boman, 1980).

No obstante, actualmente las excretas animales generan enormes problemas de polución, por las grandes cantidades de sustancias contaminantes que producen, y constituyen limitantes a la expansión de la industria animal cuya búsqueda de soluciones debe ser abordada con la misma intensidad con que se investiga en áreas como la nutrición, la genética y la reproducción, entre otras.

La opción de la utilización de excretas surge por tanto como una alternativa estratégica en biorremediación. Estudios previos indican que la excreta puede tener un impacto positivo, al ser utilizado como alimento en forma de ensilado para el ganado vacuno y otros rumiantes, permitiendo de esta forma disminuir el problema ambiental que ocasiona. En razón de lo anterior y buscando estrategias competitivas para la utilización de la porcínaza, se sugiere la incorporación de niveles moderados de porcínaza en ensilajes con destino a alimentación animal (Estrada-Á, Aranda-I., Pichard-D., & Henao-Urbe, 2013).

De la misma manera, con lo propuesto, recientemente se ha demostrado la factibilidad de utilizar los suplementos de liberación lenta de nitrógeno para mejorar la fermentación ruminal en varias especies. Paralelamente, ha sido discutida la

importancia de la degradación del nitrógeno por los microorganismos fibrolíticos para la utilización de la urea. En la literatura se han documentado trabajos con la adición en el alimento de bacterias lácticas, resultando en una disminución de bacterias patógenas en el intestino en las ovejas; así como una disminución en la producción de metano, entre otros logros, mejorando el crecimiento, engorda y la conversión alimenticia, además de incrementar la digestibilidad de la fibra.

Por tal, el uso de ensilados de fermentación láctica con *Streptococcus lactis*, *S. cremoris*, *Saccharomyces lactis* o *Lactobacilli spp* han sido alternativas importantes para la alimentación animal, sobre todo si se pueden elaborar en forma artesanal con base de cultivos lácticos, aunque ha sido muy poco utilizada por los productores (Galina, y otros, 2008).

Diversos autores mencionan que, para mantener una cadena de suministro de biocombustible viable, generalmente se requiere el almacenamiento de materias primas de biomasa en bruto. El ensilaje es una tecnología conocida para el almacenamiento húmedo de biomasa en el cual, las bacterias del ácido láctico consumen carbohidratos no estructurales en condiciones anaeróbicas, y compuestos orgánicos, tales como ácido láctico, ácido acético y etanol. La acumulación de ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, reduce el pH a aproximadamente 4.0, evitando así una mayor degradación de la masa inhibiendo la actividad de los microorganismos (Liu, Ge, Liew, Liu, & Li, 2015).

## **ETAPAS DE LA ELABORACIÓN DE UN SILO**

La mayoría de los principios básicos para hacer y preservar ensilajes tiene que llevarse a cabo con precisión de alta calidad. Los factores más destacados a tener en cuenta son el establecimiento y posterior mantenimiento de anaerobiosis dentro del silo o fardo de ensilaje. Originalmente, este requisito crítico de gestión fue el primer método de conservación de ensilaje que se utilizó en la antigüedad ya que se necesitaba ser atado a mano para establecer un sello que inició el agotamiento del oxígeno (Coblentz & Akins, 2018).

### **Fase 1 - Fase Aeróbica.**

Todo el ensilado expuesto al aire eventualmente se deteriora como resultado de la actividad microbiana aeróbica. Los factores que influyen en el deterioro incluyen el oxígeno (tiempo de exposición), la composición de la población microbiana, tipo de sustrato y temperatura (Johnson, y otros, 2002).

La fase aeróbica dura pocas horas. El oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los microorganismos aerobios y aerobios facultativos como las levaduras y enterobacterias. Además, hay actividad 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).

Así mismo, el deterioro aeróbico es un problema crítico para el ensilado ya que no solo disminuye el valor nutricional, sino que también afecta a la salud animal o incluso humana (Borreani & Tabacco, The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers, 2010). Hasta la fecha se han realizado numerosos estudios en ensilajes que indican que el deterioro aeróbico es un proceso microbiano llevado a cabo por microorganismos que no pueden proliferar en el entorno anaeróbico de un silo sellado (Wang, Hao, Ning, Zheng, & Xu, 2018).

Por lo anterior, la anaerobiosis es fundamental para el éxito del ensilaje, y puede ser difícil lograr las condiciones anaeróbicas adecuadas en silos agrícola, ya que el ensilaje de maíz particularmente susceptible al deterioro aeróbico cuando se expone al oxígeno o en el comedero (Borreani & Tabacco, Improving corn silage quality in the top layer of farm bunker silos through the use of a next-generation barrier film with high impermeability to oxygen, 2014).

No obstante, en la actualidad se han utilizado productos complementarios derivados de la levadura como estrategia de alimentación para aumentar el pH ruminal, la fermentación de fibra y la suplementación con las mismas puede mejorar los

nutrientes de la digestibilidad (Salvati, y otros, 2015). Estos efectos beneficiosos en tal entorno y puede conducir a un aumento en factores y rendimientos productivos (Ferreira, 2019).

Las levaduras son microorganismos anaerobios facultativos y heterótrofos; cuya presencia en el ensilaje es indeseable porque bajo condiciones anaerobias fermentan los azúcares produciendo etanol y CO<sub>2</sub>. La producción de etanol disminuye el azúcar disponible para producir ácido láctico y produce un mal gusto en la leche cuando se emplea para alimentar vacas lecheras. Además, en condiciones aerobias muchas especies de levaduras degradan el ácido láctico en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, lo que eleva el valor del pH del ensilaje, permitiendo el desarrollo de otros organismos indeseables. De igual forma, La absorción de fuentes de nitrógeno, como el amoníaco. y proteína, para su uso por microbios del rumen se cree que son estimulados por las levaduras (Wholt, Corcione, & Zajac, 1998).

Las enterobacterias son organismos anaerobios facultativos y la mayoría de las que se encuentran en el ensilaje no son patógenas. Su desarrollo en el ensilaje es perjudicial porque compiten con las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) por los azúcares disponibles y porque degradan las proteínas. La degradación proteica causa una reducción del valor nutritivo del ensilaje y genera compuestos tóxicos como aminas biogénicas y ácidos grasos de cadena múltiple. (Garcés Molina, Berrio Roa, Ruíz Alzate, Sema DLeón, & Builes Arango, 2004).

## **Fase 2. Fase de Fermentación**

Se inicia al producirse un ambiente anaerobio. Puede durar de días a semanas dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones ambientales en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante. Debido a la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0. Las BAC pertenecen a la microflora epifítica de los vegetales. Los componentes BAC que se asocian con el proceso de ensilaje pertenecen a los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y

*Streptococcus*. La mayoría de ellos son mesófilos, o sea que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5° y 50 °C, con un óptimo entre 25° y 40 °C. Son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores entre 4 y 5, dependiendo de las especies y del tipo de forraje.

Todos los miembros de las BAC son aeróbicos facultativos, pero muestran cierta preferencia por la condición anaerobia. Las características del cultivo como contenido de azúcares, contenido de materia seca y composición de los azúcares, combinados con las propiedades del grupo BAC, así como su tolerancia a condiciones ácidas o de presión osmótica y el uso del substrato influirán sobre la capacidad de competencia de la flora BAC con las enterobacterias durante la fermentación del ensilaje (Garcés Molina, Berrio Roa, Ruíz Alzate, Sema DLeón, & Builes Arango, 2004).

Por otro lado, se ha reportado que la aparición de compuestos orgánicos volátiles en ensilajes de pasto y maíz se informó por primera vez hace más de 50 años, pero sólo recientemente ha atraído una atención significativa por la aparición de etanol y en menor medida aldehídos, los cuales pueden contribuir significativamente a la contaminación del aire por foto-reacciones químicas con óxidos de nitrógeno (Weiss, Kroschewski, & Auerbach, 2016).

### **Fase 3. Fase Estable**

La mayoría de los microorganismos de la fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos, pero a menor ritmo si el ambiente se mantiene sin aire ocurren pocos cambios.

Algunas bacterias indeseables en la fase 3 son las bacterias acidófilas, ácido tolerantes y aerobias. Por ejemplo, *Acetobacter spp.* Es perniciosa en el ensilaje

porque puede iniciar una deterioración aeróbica, ya que puede oxidar el lactato y el acetato produciendo CO<sub>2</sub> y agua. El género *Clostridium* es anaerobio, forma endosporas y puede fermentar carbohidratos y proteínas, por lo cual disminuyen el valor nutritivo del ensilaje, crea problemas al producir aminas biogénicas. La presencia de *Clostridium* en el ensilaje altera la calidad de la leche ya que sus esporas sobreviven después de transitar por el tracto digestivo y se encuentran en las heces; además puede contaminar la leche.

Los *Bacillus spp* son bacterias aerobias facultativas que forman esporas, fermentan un amplio rango de carbohidratos produciendo ácidos orgánicos (p. ej.: acetatos, lactatos y butiratos) o etanol, 2,3-butanodiol o glicerol. Algunas especies de *Bacillus* producen sustancias fungicidas y se los ha utilizado para inhibir el proceso de deterioro aeróbico en ensilajes, pero con excepción de estas especies, el desarrollo de los bacilos en el ensilaje es considerado como indeseable. Lo anterior, porque son menos eficaces como productores de ácido láctico y acético que en la etapa final incrementa el deterioro aerobio. (Garcés Molina, Berrio Roa, Ruíz Alzate, Sema DLeón, & Builes Arango, 2004).

#### **Fase 4. Fase de Deterioro Aerobio**

Ocurre en todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire para su empleo, pero puede ocurrir antes por daño de la cobertura del silo (p. ej. 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 aumenta 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, los bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aerobios, también facultativos, como mohos y enterobacterias.



Los mohos son organismos aerobios cuya presencia en el ensilaje se detecta por la aparición de filamentos de diversos colores, de acuerdo a las especies presentes. Se desarrollan en cualquier sitio del ensilaje donde encuentren oxígeno, inclusive trazas. En un buen ensilaje eso ocurre sólo al inicio del almacenamiento y se restringe a la capa exterior de la masa ensilada, pero durante la fase del deterioro aerobio todo el ensilaje puede ser invadido por mohos. Las especies que se presentan frecuentemente pertenecen a los géneros *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Byssochlamys*, *Absidia*, *Arthrinium*, *Geotrichum*, *Monascus*, *Scopulariopsis* y *Trichoderma*. Los mohos disminuyen el valor nutritivo, la palatabilidad del ensilaje y son un riesgo para la salud de los animales y las personas (Garcés Molina, Berrio Roa, Ruíz Alzate, Sema DLeón, & Builes Arango, 2004).

Es importante destacar que se han reportado pérdidas de materia seca y cambios de calidad durante cada una de estas etapas del proceso de ensilado, reduciendo la calidad del producto alimentado. Las principales etapas donde las pérdidas que se producen son la cosecha en el campo, la respiración del silo y fermentación, producción de efluentes y exposición al oxígeno durante las fases de almacenamiento y alimentación (Borreani, Tabacco, Schmidt, Holmes, & Muck, 2018).

Para finalizar, autores aseguran que los principales agentes que descomponen fibras, azúcares, almidones y proteínas son de origen anaeróbico e incluyen bacterias, protozoos y hongos. Una deficiencia de nutrientes necesarios para los microorganismos afecta el crecimiento microbiano, lo que reduce su biomasa, y eventualmente disminuye la digestibilidad e ingesta de alimento por parte de los animales (Puga, y otros, 2001). De la misma forma, Algunos investigadores observaron que, además de controlar fermentación anaeróbica y el valor nutricional, la urea ayuda en el control de microorganismos cuando el material tratado con él se expone al oxígeno (de C. Rodrigues, y otros, 2018).

## **VALOR NUTRITIVO DEL ENSILAJE DE MAÍZ**

El ensilaje de maíz, se ha convertido en el forraje predominante utilizado en las dietas del ganado en todo el mundo. Anualmente se producen más de 27 millones de toneladas en México, en promedio en los últimos 11 años (Ferraretto, Shaver, & Look, 2018). El valor nutritivo del ensilado de maíz puede ser mejorado con inoculantes bacterianos los cuales contienen bacterias productoras de ácido láctico que se agregan a la población bacteriana natural para ayudar a garantizar una fermentación rápida y eficiente en el silo (Mier Quiroz, 2009)

Según autores determinados, la función de las bacterias productoras de ácido láctico es elevar el nivel de acidez del forraje a ensilar para prevenir la ruptura de las proteínas. Así mismo, el uso de inoculantes microbianos puede mejorar la calidad fermentativa del ensilaje, por la reducción de ácido acético y nitrógeno amoniacal (Mier Quiroz, 2009).

Por tal, la capacidad de gestionar insumos a suelos, brinda una gran oportunidad para investigar diversas áreas de la ecología microbiana enfocado a la alimentación. La información obtenida puede utilizarse para gestionar los agroecosistemas dirigidos a la producción, la sostenibilidad y objetivos medioambientales (Wakelin, y otros, 2006).

El uso de inoculantes bacterianos como bacterias del ácido láctico de los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* para ensilaje, no sólo tiene efecto sobre el proceso de fermentación, sino que también incrementa la producción animal en términos de la cantidad y/o composición de la leche, condición corporal del animal, ganancia de peso vivo y parámetros reproductivos (Mier Quiroz, 2009)

## **FACTORES DE CALIDAD NUTRICIONAL DE UN ENSILAJE**

El valor energético, nitrogenado y la digestibilidad de los ensilados determinan la calidad del forraje al momento de su recolección y sus alteraciones, ligadas a las técnicas de recolección, manejo y conservación. Los resultados pueden ser negativos si el proceso no se realiza en forma adecuada (De la Roza-Delgado, 2005)

Las determinaciones analíticas mínimas necesarias para poder valorar un ensilado, desde el punto de vista nutricional son: pH y contenido de principios nutritivos (materia seca, cenizas, proteína bruta, fibra neutro detergente y digestibilidad con celulosa) (Argamenteria, De la Roza, Martínez, Sánchez, & Martínez, 2010).

Así mismo se dice que el pH sirve como indicador de la calidad fermentativa de ensilados con bajo contenido de materia seca. Así mismo, el indicador más adecuado para determinar la calidad de fermentación de ensilajes, sería el contenido de ácidos orgánicos asociados (Mier Quiroz, 2009).

Autores específicos confirman que la proteína bruta es un parámetro relevante debido a su influencia directa en la producción animal. Para ensilados de maíz planta entera, el contenido está comprendido entre 8 y 10 % sobre base de materia seca. Si los valores son superiores y no hubo adición de urea, puede significar un corte temprano con pérdida de potencial de producción y bajo contenido en almidón. La fibra neutro detergente es la fracción del forraje que corresponde a las paredes celulares y se asocia negativamente con la ingestión de materia seca (Mier Quiroz, 2009).

El porcentaje de fibra neutro detergente se incrementa con el estado de madurez de los forrajes. Las cenizas indican el contenido mineral, si el porcentaje es alto (mayor del 15% sobre materia seca) pudo haber contaminación con tierra (Argamenteria, De la Roza, Martínez, Sánchez, & Martínez, 2010).

El valor nutritivo de los ensilajes está determinado básicamente por la composición del forraje al momento de la cosecha y por las modificaciones químicas que toman lugar durante el proceso de ensilado. El valor nutritivo del ensilaje es siempre menor en relación al material de origen, siendo la magnitud de estos cambios dependiente de las medidas que se adopten para conducir el proceso de conservación técnicamente, en la forma más adecuada. El valor nutritivo se considera como una función del consumo voluntario, digestibilidad y eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos (Mier Quiroz, 2009).

No obstante, mejora de la estabilidad del ensilado. y las consiguientes mejoras en el rendimiento animal pueden ser logrado mediante la aplicación de los conocimientos fundamentales del proceso, entendiendo los complejos factores involucrados en población microbiana natural y condiciones de cosecha del forraje, mejora de nutrientes y recuperación de energía (Oladosu, y otros, 2016).

### **CARACTERÍSTICAS DE UN ENSILAJE DE CALIDAD**

1. Buen color (amarillo, marrón o verduzco)
2. Buen olor (avinagrado)
3. Textura (no babosa)
4. pH de 4.2 o menor
5. Composición botánica del material ensilado

La adecuada conservación del ensilado para la obtención de un forraje altamente nutritivo depende de la fermentación controlada del forraje en el silo. La regulación precisa de aire y la temperatura debe ser menor a 30 °C. Para lograrlo, se debe considerar:

El forraje verde debe contener de 60 a 70 % de humedad. Para determinar su punto óptimo, el forraje se pica al tamaño de partículas que se va a ensilar y presionar una cantidad que abarque las dos manos por treinta segundos. Si el forraje deja húmeda las manos y mantiene la forma ejercida por la presión, indica que tiene un contenido ideal de humedad.

El silo es una estructura a prueba de aire y agua que permite la conservación del pasto y el forraje, manteniendo su condición jugosa y su color verde sin disminuir el valor nutritivo. Por ejemplo, se puede utilizar un contenedor grande, redondo, de ladrillo o metálico, con lonas, en bloques o con cualquier material que permita un cierre hermético El valor nutritivo del producto ensilado es similar al del forraje antes de ensilar. Sin embargo, es posible añadirle nutrientes, como almidones y azúcares, que pueden acelerar el proceso de aumentar el valor nutritivo del producto.

El ensilado debe ser siempre empacado en forma compacta y mantenido bajo condiciones anaeróbicas, de tal forma que se favorezca una buena fermentación. (Wagner, Asencio, & Caridad, 2010)

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron 4 kg de rastrojo de maíz, los cuales, se dividieron en partes iguales de 1 kg cada uno. Posteriormente se realizó un procedimiento distinto para cada tratado, añadiendo agua, levadura y urea a cantidades correspondientes, según fuera el caso, quedando los aditamentos como se muestran en los siguientes cuadros.

<b>Tabla 1 Tratamiento 0</b>	
T0	Gr
Rastrojo	1000
Agua	500
<b>Total</b>	<b>1500</b>

Al tratamiento de la Tabla 1, se le añadieron 500 ml de agua, además de los 1000 gr que se muestran en la misma. El procedimiento realizado es el siguiente:

1. Se pesaron 1000 gr del rastrojo previamente recolectado y se colocó en una bolsa de plástico.
2. Se colocó el rastrojo en una superficie plana y se colocan los 500 ml de agua poco a poco, de manera que esta quedara distribuida uniformemente en la muestra del rastrojo
3. Posteriormente se fue integrando toda la mezcla, moviéndola de un lado a otro, cuidando lo mencionado en el punto 2.
4. Una vez que toda la mezcla este totalmente integrada, se procede a cerrar la bolsa de manera que no haya ninguna entrada de aire a la misma, de ser necesario se coloca una bolsa de refuerzo.

5. Se coloca la muestra en un lugar seco, y libre de sol o cualquier tipo de riesgo de apertura de la misma y se deja ensilar de 3 a 4 semanas según sea el caso, teniendo en cuenta la estación climática en la que se encuentre.



**Figura 1 Colocación de ensilaje en superficie plana para su posterior aditamento.**



**Figura 2 Adición de agua al T0.**

Una vez que se llevó a cabo el proceso anterior, se procede a realizar el segundo tratado al que denominamos T1, la diferencia radica en el aditivo extra que se le

añadió, en este caso la levadura, y se disminuyó la cantidad de agua agregada en comparación con el T0, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 2 Tratamiento 1**

T2	Gr
Rastrojo	1000
Urea	100
Agua	400
<b>Total</b>	<b>1500</b>

El procedimiento de elaboración para el presente tratado es equivalente al del T0, previamente explicado. La diferencia radica en el orden de la incorporación de los aditivos, en este caso, el orden correspondiente es; Rastrojo; Levadura; Agua.

Posteriormente, se realiza la tercera muestra de control, en la cual, el aditamento es la urea, resumiendo los ingredientes de la siguiente manera.

**Tabla 3 Tratamiento 2**

T1	Gr
Rastrojo	1000
Levadura	100
Agua	400
<b>Total</b>	<b>1500</b>

Como se mencionó anteriormente, el procedimiento es el mismo, quedando la incorporación de esta forma; Rastrojo; Urea; Agua.

Finalmente, se muestra el último tratado, el cual se esperan los mejores resultados de acuerdo a la hipótesis, debido a que se agregaron dos aditivos distintos y las cantidades base de los aditamentos base también son diferentes.

**Tabla 4 Tratamiento 3**

T3	Gr
Rastrojo	1000
Levadura	100
Urea	100
Agua	300
<b>Total</b>	<b>1500</b>

## **PROCEDIMIENTO BROMATOLÓGICO**

### **DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA**

#### **Equipo necesario:**

1. Estufa a temperatura de 105°C.
2. Cápsulas de porcelana, aluminio de acero inoxidable diámetro mínimo de 50mm y profundidad máxima de 40mm.
3. Balanza analítica de precisión con una aproximación de 0.0001gr.
4. Desecador de vidrio.
5. Pinzas metálicas.
6. Espátula.



**Procedimiento:**

Se debe realizar por duplicado cada una de las muestras. Se necesitarán cápsulas de porcelana o aluminio utilizadas en este procedimiento, para lo cual deben estar completamente secas. Para ello deben permanecer en la estufa a 105°C por lo menos desde la tarde anterior o (Min. 1 hora) para obtener peso constante.

Posterior a esto se retiran las cápsulas de la estufa en desecador y dejar enfriar (aprox. 15-30 min.), para después registrar el peso de la cápsula en una balanza analítica. Para ello, las muestras se deben manipular con pinzas de metal, para no inferir en el peso la cápsula

Luego, en la capsula de aluminio con tapa previamente tarada se pesan aproximadamente 2 g.

Se ponen las capsulas con la muestra en una estufa regulada a 105° C y se dejan durante 7 horas o hasta peso constante (se recomienda dejar durante toda una noche, no más), distribuyendo perfectamente la muestra en la capsula y posteriormente se deja parcialmente tapada.

Al término del periodo se retira en un desecador para que se enfríen por un espacio mínimo, hasta llegar a temperatura ambiente. Finalmente se pesan tan rápido como sea posible y se realizan los cálculos a partir de la siguiente formula:

$$\% Ms = \frac{\text{Peso final cápsula} - \text{peso inicial cápsula}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

**DETERMINACIÓN DE CENIZAS****Equipo necesario:**

1. Mufla
2. Capsulas de porcelana o crisoles
3. Pinzas largas
4. Desecador
5. Balanza analítica de precesión aproximadamente 0.0001 g

### **Procedimiento:**

El sustrato con el que se realiza el presente análisis es a partir de la muestra molida y secada a 65°C, para el cual se debe realizar por duplicado para cada una de las muestras. Las capsulas de porcelana que serán utilizadas deben estar completamente secas. Para ello deben permanecer en la estufa a 105°C por lo menos desde la tarde anterior.

Después de realizar lo anterior se retiran las cápsulas de la estufa en desecador y se dejan enfriar (aprox. 15-30 min.). El peso de la capsula debe ser registrado en una balanza analítica, para lo cual se debe retirar con pinza la cápsula del desecador y colocarla sobre el plato de la misma con cuidado.

Posterior a esto, se coloca en la cápsula una alícuota de la muestra de peso conocido (aproximadamente 2 g), las cápsulas o crisoles de porcelana deben estar previamente tarados. La mufla debe regularse a 550°C y encenderla una vez que las cápsulas están en su interior. Una vez alcanzada la temperatura final se debe mantener durante 4 horas.

Por último, se apaga la mufla y se deja enfriar hasta 150-200°C. para después retirar las cápsulas en desecador, y dejarlas enfriar por un tiempo mínimo de una hora y pesar.

Se realizan los cálculos a partir de la siguiente formula:

$$\% \text{ Cen} = \frac{\text{Peso final crisol} - \text{peso inicial crisol}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

### **DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA (FC) EQUIPO DIGESTOR DE FIBRA.**

#### **Equipo necesario**

1. Balanza analítica de precisión.
2. Vasos de Berzelius de 600 ml

3. Aparato digestor de fibra.
4. Asbesto (Grado Gooch fibra media).

**Reactivos:**

1. Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>OSO<sub>4</sub>) al 1.25%.
2. Hidróxido de sodio (NaOH) al 1.25%.
3. Alcohol octílico.
4. Alcohol etílico.

**Procedimiento:**

Es necesario pesar 0.5 g de muestra libre de humedad y extracto etéreo, después se calienta el aparato aumentado gradualmente la temperatura de la hornilla de 1 a 4 según la escala del regulador de temperatura.

Posteriormente se colocan 100 ml de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>OSO<sub>4</sub>) al vaso y se calientan hasta ebullición, se empieza a contar exactamente 30 min. a partir de que la muestra comience a ebullición. Durante este transcurso se pone a hervir 100 ml del hidróxido de sodio (NaOH).

Al terminar de hervir los 30 min. del ácido sulfúrico se filtra la muestra y se añade a la solución (100 ml) de hidróxido de sodio (NaOH). Luego, se vuelve a poner a digestión durante 30 min. Al termino. se recoge la muestra, se filtra en un maya o tela previamente tarada y se agrega agua caliente hasta neutralizar.

Por último, se deja secar el papel con la fibra en la estufa a 100°C por toda la noche, para después colocarlo en el desecador de vidrio por una hora y pesarlo.

Los resultados se calculan a partir de la siguiente formula:

$$\% FC = \frac{\text{Peso final filtro} - \text{peso inicial filtro}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

## **DETERMINACIÓN DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN) (EQUIPO DIGESTOR DE FIBRA)**

### **Reactivos:**

1. Solución neutra detergente.
2. Alfa-amilasa.
3. Acetona.

### **Material y equipo necesario:**

1. Aparato digestor de fibra.
2. Probeta graduada de 100 ml.
3. Vasos de berzelius.
4. Agitador de vidrio con gendarme.
5. Papel filtro o tela a peso constante.
6. Balanza analítica.
7. Embudo de porcelana Buchner.
8. Desecador de vidrio.

### **Procedimiento:**

Para la preparación de la muestra, será necesario seguir los siguientes pasos:

- a. Moler la muestra asegurándose que el tamaño de partícula de sea de 1mm.
- b. Pesar aproximadamente 0.5g (+/-0.5g) de muestra molida y secada a 105 °C durante 24 horas y colocarla en un vaso de precipitado berzelius apropiado al condensador del aparato de digestor.

Es necesario para el procesamiento de la muestra añadir 100ml de solución detergente neutro (SDN) al vaso de digestión. Para esto, se debe encender el sistema de enfriamiento 20 minutos antes de iniciar el proceso de digestión y calentar el aparato digestor de fibra de 5 a 10 min antes de iniciar el proceso de

digestión. Así mismo, se reduce el calor cuando empieza a hervir la muestra para evitar la formación de espuma

Después, se agregan de 0.2 a 0.5 ml de alfa-amilasa bacteriana termoestable, actividad=340,000 modificado de Wohlmeth unidades/ml al vaso durante la digestión. Es necesario mantener la digestión por 60 minutos contando desde el momento que empieza a hervir.

De igual forma, se debe filtrar en un matraz Kitazato a través de un embudo bushner con la tela previamente tarada, lavar dos veces con agua caliente, y repetir el lavado con acetona hasta que desaparezca el olor. Posterior a esto se deja secar el papel con la fibra en la estufa a 100°C por toda la noche y al termino, se coloca en el desecador de vidrio por una hora y se pesa.}

Los cálculos se obtienen a partir de la siguiente formula:

$$\% FDN = \frac{\text{Peso final del papel} - \text{peso inicial del papel}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

## **DETERMINACIÓN DE PROTEINA CRUDA**

### **Equipo necesario:**

1. Aparato digestor de fibra.
2. Probeta de 100 ml.
3. Balanza analítica de precisión con una aproximación de 0.0001g.
4. Papel filtro o tela a peso constante.
5. Vasos de berzelius.
6. Agitador de vidrio con gendarme.
7. Embudo de porcelana Buchner.

### **Reactivos:**

1. a-. Solución de Detergente Ácido (SDA): por cada litro de solución
  - -20 g bromuro de cetil trimetilamonio (CTAB o Cetrimida)
  - .27.7 ml ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrado.

2. b-. Acetona. Use un grado que esté libre de colores y que no tenga niveles elevados de evaporación.

**Procedimiento:**

La muestra debe estar previamente molida asegurándose que el tamaño de partícula de sea de 1mm, debiendo pesar aproximadamente 0.5g (+/-0.5g) de muestra molida y secada a 105 °C durante 24 horas y colocarla en un vaso de precipitado berzelius apropiado al condensador del aparato de digestor.

No obstante, para procesar la muestra, se añaden 100ml de solución detergente ácido (SDA) al vaso de digestión, para este proceso el sistema de enfriamiento debe ser encendido 20 minutos antes de iniciar tal proceso, así como deberá calentarse el aparato digestor de fibra de 5 a 10 minutos antes del mismo. El calor será reducido cuando empiece a hervir la muestra para evitar la formación de espuma. Así mismo se agregarán de 2 a .5 ml de alfa-amilasa bacteriana termoestable, actividad =340,000 modificado de Wohlmeth unidades/ml al vaso durante la digestión. Por tal, se debe mantener la digestión por 60 minutos contando desde el momento que empiece a hervir.

Una vez finalizado lo anterior, deberá filtrarse en un matraz kitasato a través de un embudo de porcelana buchner con la tela o papel filtro previamente tarada, la cual deberá lavarse dos veces con agua caliente. De igual forma se debe repetir el lavado con acetona hasta que desaparezca el olor. Posteriormente secamos el papel con la fibra en la estufa a 100°C por toda la noche y después será colocado en el desecador de vidrio por una hora y pesar.

Para obtener los resultados utilizaremos la siguiente formula:

$$\% FDA = \frac{\text{Peso final del papel} - \text{peso inicial del papel}}{g \text{ de la muestra}} \times 100$$

## DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL (APARATO MICRO KJELDALH)

### Preparación de soluciones:

- **Mezcla de ácido sulfúrico con ácido salicílico.**

Se disuelven 50 g de ácido salicílico ( $C_7H_6O_3$ ) en 2 L de  $H_2SO_4$  concentrado.

- **Mezcla de indicadores.**

Se disuelven 0.099g de bromocresol y 0.066 g de rojo de metilo ( $C_{15}H_{15}N_3O_2$ ) en 100 ml de alcohol etílico al 95% (preparar al momento de usar).

- **Ácido bórico con indicador.**

Se colocan 20 g de  $H_3BO_3$  en un vaso de precipitado de 1 L, se adicionan 900 ml de agua, se calienta y se agita hasta la completa disolución del ácido.

Posteriormente se enfría la solución y se agregan 20 ml de la mezcla de indicadores. El Ph de la mezcla  $H_3BO_3$  e indicador debe ser aproximadamente 5.0 si fuese más ácido se agregan cuidadosamente gotas de hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1 N hasta que la solución adquiera una coloración purpura rojiza o se alcance el pH indicado se completa a 1L con agua y se mezcla (si la coloración es verde antes de pH 5.0 hay que preparar nuevamente la solución).

- **Mezcla de catalizadores.**

Se muele en un mortero y se mezcla 1 kg de  $K_2SO_2$ , 100 gr de  $CuSO_4H_2O$  y 10 gr de selenio metálico. La mezcla se muele hasta alcanzar textura de polvo impalpable y se homogeniza perfectamente para evitar segregación de las partículas de los componentes.

- **Hidróxido de sodio 10 N.**

Se colocan 400gr de hidróxido de sodio (NaOH) en un matraz aforado de 1 L se adicionan 400 ml de agua y se agita hasta que el hidróxido se disuelva. Se deja que la solución se enfríe. Se completa al volumen indicado con agua de igual calidad y

se agita vigorosamente. El hidróxido de sodio libre de CO<sub>2</sub> atmosférico para lo cual debe mantenerse perfectamente tapado.

- **Agua libre de CO<sub>2</sub>.**

Se hierve el agua necesaria en un matraz erlenmeyer durante 15 minutos, se tapa con un vaso de precipitado y se enfría.

- **Anaranjado de metilo.**

Se disuelve 0.01 gr de C<sub>14</sub>H<sub>4</sub>N<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S en 100 ml de agua

- **Ácido sulfúrico 0.05 N.**

Se diluyen 1.4 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (p=1.84gr/cm<sup>3</sup> y 95% de pureza) en agua y se enrasa a 1L. Se estandariza con Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> seco. Se pesan 0.2500g de dicha sal y se disuelven en aproximadamente en 50 ml de agua libre de

- **CO<sub>2</sub> .**

Se agregan 5 a 6 gotas de anaranjado de metilo a 1% y se titula con el ácido cuya concentración se quiere conocer

- **Tiosulfato de sodio.**

Se muele el Tiosulfato de sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O), debe pasar el tamiz de 20 mallas.

**Equipo necesario:**

1. Matraz Micro-Kjeldahl de 50 ml
2. Matraz erlenmeyer de 125 ml
3. Probeta de 50 ml
4. Bureta o titulador automático
5. Block digestor
6. Aparato Micro Kjeldahl



## **Procedimiento:**

### **Digestión**

Se pesan 0.1 gr de muestra y se colocan en un matraz micro-kjeldahl o en tubos. Se adicionan 4ml de mezcla de ácidos sulfúrico-salicílicos, cuidando que esta se mezcle en íntimo contacto con la muestra. El ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) es un mal agente mojante por lo que la impregnación de la muestra se debe favorecer agitando suavemente el contenido del tubo. Simultáneamente se corren blancos de reactivos.

No obstante, se deja en reposo toda la noche o al menos 6 horas. Se añaden 0.5 de Tiosulfato de sodio ( $Na_2S_2O_3$ ) a través de un embudo de tallo largo para alcanzar el bulbo del matraz. Se debe evitar que la espuma suba por el cuello del matraz. Esto se logra mezclando el  $Na_2S_2O_3$  con el ácido y calentando suavemente al inicio de la digestión. Una vez terminando esta fase, para lo cual bastan de 5 a 10 minutos, se adicionan 1.1 g de mezcla catalizadora, la adición de  $Na_2S_2O_3$  y la mezcla puede hacerse mediante medidas volumétricas calibradas.

Así mismo, se digiere nuevamente y se aumenta la temperatura. La placa de digestión debe alcanzar entre 360 y 390°C para permitir la ebullición de la mezcla de ácido con sales que se adicionan al suelo. Temperaturas inferiores o superiores a esta pueden provocar recuperaciones incompletas o pérdidas de N respectivamente.

Después de una corta ebullición de la mezcla se aclara. Cuando se alcanza este punto se ebulle lentamente por una hora adicional para el caso de muestras de rutina. Cuando se desea una recuperación entre el 99 y 100% se debe ebulir por 5 horas después de clarear. Temperatura en esta fase debe regularse para que los vapores de  $H_2SO_4$  se condensen en el primer tercio inferior del cuello del matraz cuando la digestión este completa se enfría y se agregan aproximadamente 3 ml de agua. Se agita vigorosamente para disolver el material soluble.

### **Destilación**

Se transfiere el contenido al bulbo de la cámara de destilación del aparato micro Kjeldahl. Se lava el tubo con pequeñas porciones de agua, para tener aproximadamente 7 ml. Se coloca en el tubo se salida del aparato de digestión un matraz erlenmeyer de 125 ml con 10 ml de la solución de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) con indicador. Se adicionan 10ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 10 N al bulbo de destilación se conecta el flujo de vapor y se inicia la destilación. Se destilan aproximadamente 50 ml y se lava el condensador.

El N amoniacal se determina por titulación con ácido 0.005 N se sugiere utilizar una microbureta de 10 ml con graduaciones de 0.2 ml o un titulador automático. El punto de equivalencia de titulación ocurre cuando la solución vira de verde o rosado (titular los blancos y tomar como referencia el mismo).

**El porcentaje de N en la muestra se determina según la siguiente fórmula:**

$$\% N = \frac{(V \text{ muestra} - V \text{ blanco})N \text{ ácido} \times 14}{\text{Peso de la muestra} \times 10}$$

Donde:

V muestra= volumen de  $H_2SO_4$  para titular la muestra (ml)

V blanco= volumen de  $H_2SO_4$  para titular el blanco (ml)

N= normalidad exacta  $H_2SO_4$

## RESULTADOS

En el cuadro # se muestran los valores numéricos obtenidos luego de realizados los análisis químico bromatológicos respectivos a todas las muestras de los distintos tratamientos:

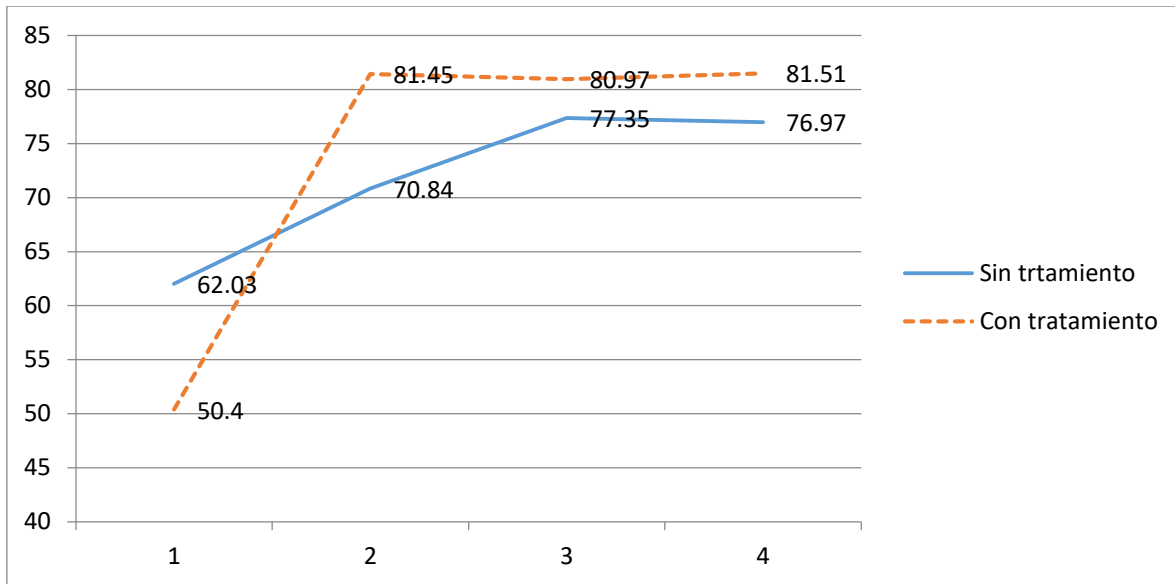
**Tabla 5 Parámetros químicos de las muestras antes del ensilaje**

Análisis	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Materia Seca %	62.03	70.84	77.35	76.97
Proteína Cruda %	5.56	8.67	21.45	21.17
Cenizas %	9.95	11.52	11.52	10.92

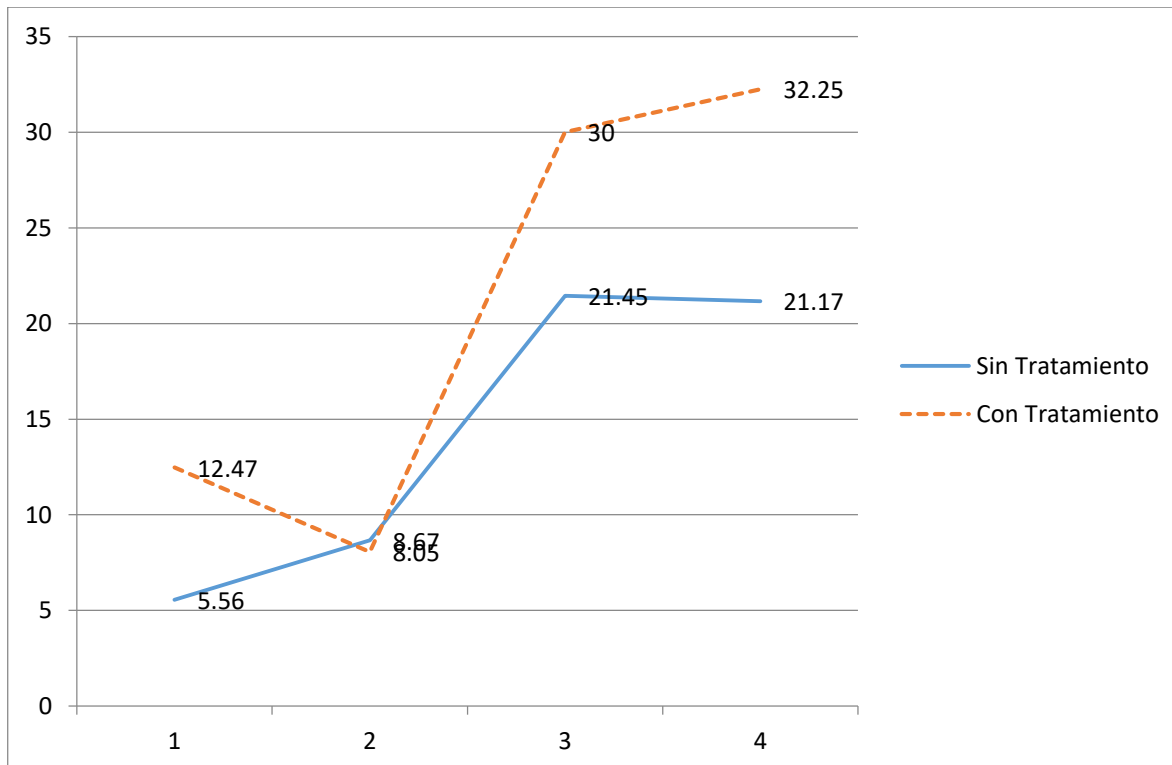
**Tabla 6 Parámetros químicos de las muestras después del ensilaje**

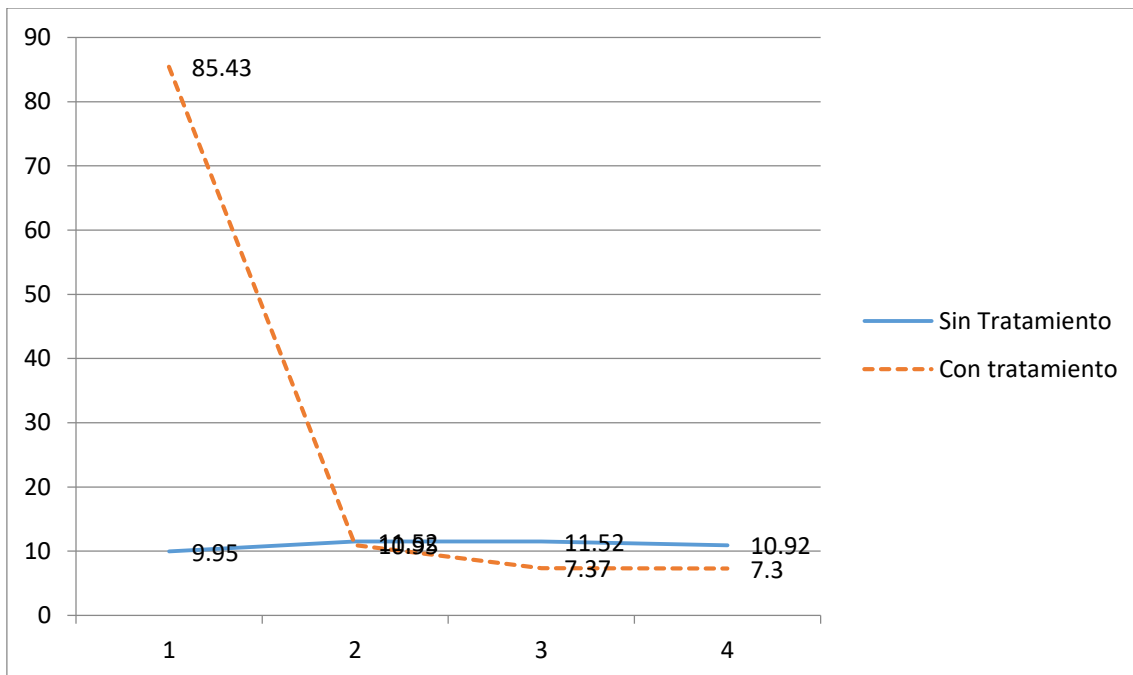
Análisis	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Materia Seca %	50.4	81.45	80.97	81.51
Proteína Cruda %	12.47	8.05	30	32.25
Cenizas %	85.43	10.95	7.37	7.3

**Figura 3 Comportamiento de los tratamientos para la Materia Seca**



**Figura 4 Comportamiento de los tratamientos para la Proteína Cruda**



**Figura 5 Comportamiento de los tratamientos para las Cenizas**

## DISCUSIÓN

Los ensilajes de forrajes enriquecidos con arbóreas y arbustivas poseen un mejor perfil nutricional que los ensilajes tradicionales, posibilitan el aprovechamiento de recursos forrajeros que se encuentran en el medio, convirtiéndose en una alternativa de suplementación económica e ideal para cualquier productor en cualquier época del año (Apráez-Guerrero J. , Insuasty-Santacruz, Portilla-Melo, & Hernández-Vallejo, 2012). La suplementación es un complemento estrategia de la alimentación que se utiliza para aumentar y mantener los niveles de producción (Al-Marashdeh, Gregorini, & Edwards, 2016).

Se ha demostrado que la inclusión de aditivos a los rastrojos, incrementa la calidad nutricional del ensilaje resultante, específicamente en los niveles de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable, obteniendo valores más altos respectivamente a los rastrojos sin tratar (Benavidez Cruz & Sánchez Matta, 2010). Promover en general una fermentación de ácido homoláctico más eficiente, aumentando el aprovechamiento de la MS, mejorando la estabilidad aeróbica y aumentando la digestión de la FDN (Zhao, y otros, 2018).

Por lo tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos en el presente, encontramos que en el T0 al cual no se le añadió ningún tipo de aditivo, únicamente observamos un gran crecimiento de hongos. Por tal, la proliferación de levaduras, mohos y otros microorganismos indeseables aumentando la pérdida de materia seca (Tian, y otros, 2019). Diversos autores (Castillo Jiménez, Rojas-Bourrillón, & WingChing-Jones, 2009), comentan que la humedad puede generar una gran producción de efluentes, lo cual induce a una pérdida importante de nutrimentos del ensilado. Pero si este es empleado de manera adecuada puede favorecer la calidad nutricional. De igual forma Arturo rivera tesis digestibilidad) asegura que a Humedad y el Tiempo influyen en la degradabilidad de los componentes del rastrojo.

Así mismo (Macedo Barragán, Arredondo Ruíz, Rodríguez Ramírez, Rosales Serrano, & Larios González, 2009) aseguran que la falta de efecto de la de la adición de levadura sobre la degradación de la PC es un resultado esperado, debido a que es considerable tener en cuenta el producto a tratar ya que en algunos casos los

mismos poseen baja degradabilidad ruminal. Este resultado tiene importantes implicaciones económicas, dado que la proteína es generalmente el nutriente de mayor costo en las raciones destinadas a la alimentación de rumiantes.

No obstante, en cuanto al T2, al cual se le añadió urea, pudimos observar que los valores de MS y PC aumentaron significativamente y el contenido de FDN y FDA disminuyó, (García-Martínez, López-González, Prospero-Bernal, Albarrán-Portillo, & Arriaga-Jordán, 2020) hacen referencia a que esto se debe a que la urea tiene un efecto sobre la celulosa y la hemicelulosa, hinchando las fibras, lo cual las hace más digestibles.

Finalmente, en el T3 observamos que se elevaron los resultados de PC y MS al usar tanto urea como levadura, sin embargo, la FDN y FDA disminuyeron incluso en mayor cantidad si las comparamos con el T2 tratado únicamente con urea.

## CONCLUSIÓN

Los aditivos alimenticios son productos que pueden ser utilizados o añadidos a las raciones o preparaciones de alimento de los animales con la finalidad de mejorar la calidad de los alimentos, aumentar el rendimiento de los animales o ver mejoras productivas teniendo buenos resultados costo - beneficio. En general, los aditivos proveen un efecto altamente funcional que normalmente es administrado en una pequeña cantidad.

Por lo tanto, con los resultados obtenidos en el presente podemos decir que:

- 1.- El valor del tiempo en conjunto con la humedad puede llegar a ocasionar muchas pérdidas si el ensilaje no se manipula de manera correcta, como lo es con la entrada del aire o si no se tiene control con la cantidad de agua colocada
- 2.- La levadura nos ofrece un aumento bastante significativo en MS, pero al no haber fuentes de alimentación para las bacterias comienzan a utilizar la PC y esto nos lleva al descenso de la misma, aunque la FDA y FDN aumentan considerablemente, sin embargo, este no es un efecto deseado en el presente.
- 3.- El uso de urea mostro mejores resultados al incrementar MS y PC en específico, aunque FDA y cenizas disminuyen ligeramente, el análisis muestra que favorece ampliamente la adición del mismo al ensilaje.
- 4.- Por último, en el T3 donde añadimos los dos ingredientes a estudiar, aunque hay buenos resultados se asemejan mucho al tratado donde únicamente se añadió urea. Por lo tanto, si se deseara colocar aditivos al rastrojo sería recomendable utilizar únicamente el antes mencionado y se obtienen mejores resultados desde color, olor, conservación y aportaciones nutricionales.



## LITERATURA CITADA

Al-Marashdeh, O., Gregorini, P., & Edwards, G. (2016). Effect of time maize silage supplementation on herbage intake milk production, and nitrogen excretion of grazing dairy cows. *American Dairy Science Association*, 10.

Apráez-Guerrero, J., Insuasty-Santacruz, E., Portilla-Melo, J. E., & Hernández-Vallejo, W. A. (2012). Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos. *Veterinaria y Zootecnia*, 11.

Apráez-Guerrero, J., Insuasty-Santacruz, E., Portilla-Melo, J., & Hernández-Vallejo, W. (2011). Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (avena sativa), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos. *Veterinaria y Zootecnia*, 11.

Argamenteria, A., De la Roza, B., Martínez, A., Sánchez, L., & Martínez, A. (2010). El ensilado en Asturias. En J. L. Vilamayá, *Pastos XXVIII* (pág. 109).

Ávila, C., & Carvalho, B. (2019). Silage fermentation: updates focusing on the performance of micro-organisms. *Journal of Applied Microbiology*, 19.

Benavidez Cruz, J., & Sánchez Matta, L. (2010). Ensilaje de afrecho de cervceria en sistemas de producción lechera de la Sabana de Bogotá. *Revista Corpoica*, 9.

Bernabeu-Mestre, J., Ureña Alberola, M., Esplugues Pellicer, J., Trescastro-López, E., Galiana-Sánchez, M., & Castelló Botía, I. (2012). Las ciencias de la nutrición en la España de la segunda mitad del siglo XX; estudio bibliométrico descriptivo de la revista *Anales de Bromatología*. *Nutrición Hospitalaria*, 8.

Borreani, G., & Tabacco, E. (2010). The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. *American Dairy Science Association*, 10.

Borreani, G., & Tabacco, E. (2014). Improving corn silage quality in the top layer of farm bunker silos through the use of a next-generation barrier film with high impermeability to oxygen. *American Dairy Science Association*, 12.

Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R., Holmes, B., & Muck, R. (2018). Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *American Dairy Science Association*, 28.

Boucher, S., Ordway, R., Whitehouse, N., Lundy, F., Kononoff, P., & Schwab, C. (2007). Effect of incremental urea supplementation of a conventional corn silage-based diet on ruminal ammonia concentration and synthesis of microbial protein. *American Dairy Science Association*, 15.

Castillo Jiménez, M., Rojas-Bourrillón, A., & WingChing-Jones, R. (2009). Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vifna (*Vigna radiata*). *Revista Agronomía Costarricense*, 15.

Coblentz, W., & Akins, M. (2018). Silage review: Recent advances and future technologies for baled silages. *American Dairy Science Association*, 18.

Colenbrander, V., Weiss, W., Hill, D., & Moeller, N. (1983). Ammonia and urea in corn silage-based complete mixed diets for dairy cows. *Journal of Animal Science*, 4.

de C. Rodrigues, T., Freitas, P., Santos, E., de Araújo, G., Pires, A., Ayres, M., . . . de Carvalho, G. (2018). Effects of ammoniated pearl millet silage on intake feeding behavior, and blood metabolites in feedlot lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 9.

de Carvalho, G., de Freitas, P., Santos, E., Araújo, G., de Oliveira, J., de C. Rodrigues, T., . . . Rodrigues, C. (2018). Effects of pearl millet silage ammoniation with urea on carcass and meat quality of lambs. *American Physiology and Animal Nutrition*, 13.

De la Roza-Delgado, B. (07 de Octubre de 2005). El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. Lalín, Pontevedra.

Dogi, C., Pellegrino, M., Poloni, V., Poloni, L., Pereyra, C., Sanabria, A., . . . Cavaglieri, L. (2015). Efficacy of corn silage inoculants on the fermentation quality under farm conditions and their influence on *Aspergillus parasiticus*, *A. flavus* and *A. fumigatus* determined by q-PCR. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 22.

Elizondo-Salazar, J. (2011). Influencia de la variedad y altura de cosecha sobre el rendimiento y valor nutritivo de maíz para ensilaje. *Agronomía Costarricense*, 9.

Estrada-Á, J., Aranda-I., E., Pichard-D., G., & Henao-Urbe, F. (2013). Ensilaje de caña de azúcar integral enriquecido con porcinaza fresca. *Orinoquia*, 13.

Ferraretto, L., Shaver, R., & Look, B. (2018). Silage review: recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. *American Dairy Science Association*, 15.

Ferreira, G. (2019). Short communication: Production performance and nutrient digestibility of lactating dairy cows fed diets with and without addition of a live-yeast supplement. *American Dairy Science Association*, 4.

Galina, M. A., Ortiz-Rubio, M. A., Guerrero, M., Mondragón, D. F., Franco, N. J., & Elías, A. (2008). Efecto de un ensilado de maíz solo o inoculado con un probiótico láctico y adicionado con un suplemento nitrogenado de lento consumo en ovinos. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 13.

Garcés Molina, A. M., Berrio Roa, L., Ruíz Alzate, S., Sema DLeón, J. G., & Builes Arango, A. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*, 7.

García-Martínez, A., López-González, F., Prospero-Bernal, F., Albarrán-Portillo, B., & Arriaga-Jordán, C. (2020). Evaluación de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.)

tratado con urea como una alternativa en la suplementación de vacas lecheras en sistemas de producción de leche en pequeña escala. *AP Agro Productividad*, 7.

Grant, R., & Ferrareto, L. (2018). Silage review: Silage feeding management: Silage characteristics and dairy cow feeding behavior. *American Dairy Science Association*, 11.

Haerr, K., Lopes, N., Pereira, M., Fellows, G., & Cardoso, F. (2015). Corn silage from corn treated with foliar fungicide and performance of Holstein cows. *American Dairy Science Association*, 11.

Huber, J., Bucholtz, H., & Boman, R. (1980). Ammonia versus urea-treated silages with varying urea in concentrate. *Journal of Dairy Science*, 6.

Johnson, L., Harrison, J., Davidson, D., Mahanna, W., Shinnors, K., & Linder, D. (2002). Corn silage management: Effects of maturity, inoculation and mechanical processing on pack density and aerobic stability. *American Dairy Science Association*, 11.

Liu, S., Ge, X., Liew, L., Liu, Z., & Li, Y. (2015). Effect of urea addition on giant reed ensilage and subsequent methane production by anaerobic digestion. *Bioresource Technology*, 7.

Lynch, J., Baah, J., & Beauchemin, K. (2015). Conservation, fiber digestibility, and nutritive value of corn harvested at 2 cutting heights and ensiled with fibrolytic enzymes, either alone or with a ferulic acid esterase-producing inoculant. *American Dairy Science Association*, 11.

Macedo Barragán, R., Arredondo Ruíz, V., Rodríguez Ramírez, R., Rosales Serrano, J., & Larios González, A. (2009). Efecto de la adición de un cultivo de levaduras y de la ración sobre la degradación in vitro y productividad de corderos Pelibuey. *Técnica Pecuaria en México*, 14.

Mier Quiroz, M. (17 de 22 de 2009). Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero. Córdoba, España.

Muck, R., Nadeau, E., McAllister, T., Contreras-Govea, F., Santos, M., & Kung Jr., L. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *American Dairy Science Association*, 21.

Oladosu, Y., Rafii, M., Abdullah, N., Magaji, U., Hussin, G., Ramli, A., & Miah, G. (2016). Fermentation quality and additives: A case of rice straw silage. *BioMed Research International*, 15.

Puga, D., Galina, H., Pérez-Gil, R., Sanguinés, G., Aguilera, B., & Haenlein, G. (2001). Effect of a controlled-release urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugar cane tops (*Saccharum officinarum*), corn stubble (*Zea mays*) and king grass (*Pennisetum purpureum*). *Elsevier Science*, 8.

Queiroz, O., Ogunade, I., Weinberg, Z., & Adesogan, A. (2018). Silage review: Foodborne pathogens in silage and their mitigation by silage additives. *American Dairy Science Association*, 11.

Quispe Ramos, D., & Argani, O. (2014). Fundamentos de bromatología. *Revista de Actualización Clínica*, 5.

Salvati, G., Morais Júnior, N., Melo, A., Vilela, R., Cardoso, F., Aronovich, M., . . . . Pereira, M. (2015). Response of lactating cows to live yeast supplementation during summer. *American Dairy Science Association*, 12.

Tian, J., Xu, N., Liu, B., Huan, H., Gu, H., Dong, C., & Ding, C. (2019). Interaction effect of silo density and additives on the fermentation quality, microbial counts, chemical composition and in vitro degradability of rice straw silage. *Bioresource Technology*, 36.

Tobía, C., Sequera, C., Villalobos, E., Cioffi, R., & Escobar, O. (s.f.). Experiencias en la elaboración de silaje maíz-soya en dos sistemas de producción bovina en

Venezuela. *XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal* (pág. 10). Venezuela: Decanato de Ciencias Veterinarias.

Wagner, B., Asencio, V., & Caridad, J. (2010). *Como preparar un buen ensilaje*. Santo Domingo: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.

Wakelin, S., Colloff, M., Harvey, P., Marschner, P., Gregg, A., & Royers, S. (2006). The effects of stubble retention and nitrogen application on soil microbial community structure and functional gene abundance under irrigated maize. *Federation of European Microbiological Societies*, 10.

Wang, H., Hao, W., Ning, T., Zheng, M., & Xu, C. (2018). Characterization of culturable yeast species associating with whole crop corn and total mixed ration silage. *Asoam Australasian Journal of Animal Sciences*, 10.

Wattiaux, M., & Karg, K. (2004). Protein level for alfalfa and corn silage-based diets: I. Lactational response and milk urea nitrogen. *American Dairy Science Association*, 12.

Weiss, K., Kroschewski, B., & Auerbach, H. (2016). Effects of air exposure, temperature and additives on fermentation characteristics, yeast count, aerobic stability and volatile organic compounds in corn silage. *American Dairy Science Association*, 17.

Wholt, J., Corcione, T., & Zajac, P. (1998). Effect of yeast on feed intake and performance of cows fed diets based on corn silage during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 8.

Witzig, M., Lengowski, M., Zuber, K., Möring, J., & Rodehutschord, M. (2018). Effects of supplementing corn silage with different nitrogen sources on ruminal fermentation and microbial populations in vitro. *Anaerobe*, 36.

Zhao, G., Ju, Z., Chai, J., Jiao, T., Jia, Z., Casper, D., . . . Wu, J. (2018). Effects of silage additives and varieties on fermentation quality, aerobic stability and nutritive value of oat silage. *American Society of Animal Science*, 26.

Zhou, Z., Meng, Q., Li, S., Jiang, L., & Wu, H. (2017). Effect of urea-supplemented diets on the ruminal bacterial and archaeal community composition of finishing bulls. *Environmental Biotechnology*, 12.