

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



**Fracciones de fibra del ensilado de maíz forrajero
(*Zea mays*) Var. Ares (Unisem®) en
tres estados fenológicos**

Por:

Ana Paula Avalos Flores

Tesis

Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

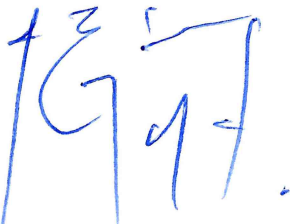
Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2021

Fracciones de fibra en ensilado de maíz forrajero (*Zea mays*) Var. Ares (Unisem®) en tres estados fenológicos

Tesis

Elaborada por Ana Paula Avalos Flores como requisito parcial para obtener el título de: Ingeniero Agrónomo Zootecnista con la supervisión y aprobación del comité de asesoría



DR. JOSÉ EDUARDO GARCÍA MARTÍNEZ
Presidente de tesis

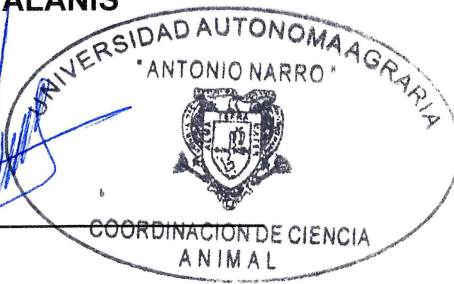
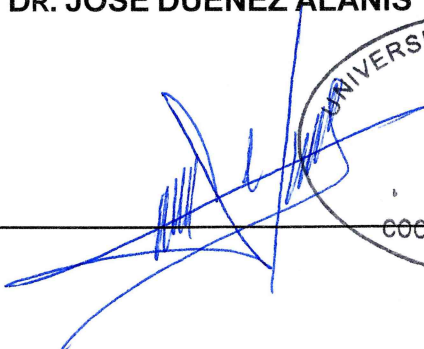


DR. PERPETUO ÁLVAREZ VÁZQUEZ
Asesor



MC. Fco. ALONSO HERNÁNDEZ HUERTA
Asesor

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DR. JOSÉ DUEÑEZ ÁLANIS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
COORDINACIÓN DE CIENCIA ANIMAL

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que siempre me acompañaron durante esta etapa, pero sobre todo a mi **familia** por darme la confianza de perseguir mis sueños, por siempre estar para mí en todo momento con su apoyo incondicional y siempre darme ánimos para seguir adelante, me siento muy contenta de poder compartir este logro con ustedes, Gracias por todo.

Quiero agradecer a Dios por permitirme concluir esta etapa, por darme la fortaleza de estar lejos de mi familia, por siempre acompañarme en todo momento y nunca dejarme sola.

A mi mamá **Ángeles** a pesar de que siempre me pregunto porque esta carrera siempre me apoyo en este sueño que gracias a ella hoy cumplo, por siempre estar en todo momento, por sus regaños y por todo su amor.

A mi papá **Raymundo** por confiar en mí y siempre estar conmigo, por toda su sabiduría que siempre me sirvió de mucho y por todo su amor.

A mi hermana **María Ximena**, por siempre apoyarme en mis locuras a pesar de ser muy diferentes, tenerme paciencia, hacerme reír y siempre estar para mí.

A mi hermano **Francisco Raymundo** por siempre estar para mí en todo momento, por enseñarme cosas nuevas y siempre apoyarme.

A toda mi **Familia** por siempre apoyarme en todo momento, pero en especial a mis tías **Laura y Naty** y mi tío **Francisco** que siempre estuvieron al pendiente de mí, apoyándome desde lejos.

A mi amiga del alma **Katya Ángel** por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas, y formar parte de todas mis aventuras, gracias por todo amiga.

A mi amigo **Paul** por aguantarme y siempre estar para mí cuando más lo necesitaba.

A mi amigo **Ángel** por siempre estar ahí para hacerme reír y darme ánimos, gracias por tu amistad.

A mi amiga **Sandra** por estar cuando más la necesitaba, siempre motivándome a seguir adelante.

A **Rodrigo** gracias por estar en las buenas y en las malas, siempre motivándome a seguir adelante y no rendirme.

A mis mejores amigos **Esmeralda y Max** que siempre estuvieron desde lejos apoyándome con la carrilla que los caracteriza.

Al **Dr. Eduardo García Martínez** por apoyarnos en este proyecto, tenernos demasiada paciencia, por brindarnos su valioso tiempo, y estar a todas horas cuando lo necesitábamos.

Al **M.C Laura Maricela** por brindarnos su ayuda en el laboratorio y tenernos mucha paciencia.

A la **Unión Ganadera Regional de Coahuila** por abrirme las puertas para realizar mis prácticas profesionales en donde aprendí demasiado no solo profesionalmente sino también en aspectos de la vida, pero en especial al **M.V.Z Javier Gutiérrez** por toda su paciencia y dedicación, siempre transmitiéndonos sus conocimientos. Al personal de **Cuarentenaria** por toda su paciencia y cariño.

DEDICATORIA

A mis padres por todo su cariño y apoyo incondicional, sin ustedes no hubiera podido llegar hasta donde estoy, no tengo como pagarles todo lo que hacen por mí, GRACIAS.

A mis hermanos por siempre estar para mí, y nunca dejarme sola.

A mis amigos que siempre estuvieron en las buenas y en las malas, gracias por todos los buenos momentos que pasamos juntos.

A mi “Alma Mater” por darme la oportunidad de prepararme profesionalmente y hacerme sentir como en casa.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	1
DEDICATORIA	3
CONTENIDO	4
ÍNDICE DE CUADROS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
Situación Actual de la Ganadería en México	10
Importancia del Uso de Forrajes en la Ganadería	11
Principales Forrajes Utilizados en la Ganadería	12
Maíz (<i>Zea mays</i>)	12
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	13
Sorgo Forrajero (<i>Sorghum vulgare</i>).....	14
Avena (<i>Avena sativa</i>)	14
Calidad de los Forrajes	15
Métodos de Ensilaje	15
El Proceso de Ensilado Incluye Tres Etapas:	16
Silos Verticales.....	17
Silos Horizontales.....	18
Silos de Anillo	18
Silos de Trinchera	18
Calidad de Ensilaje	18
Fracciones de Fibra Van Soest.....	19
Fraccionamiento de la Proteína Cruda	21
Determinación de Fibra Detergente Neutro	21
Determinación de Fibra Detergente Acida	22
Lignina	22
Importancia de la Fibra Cruda de la Dieta	22

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
Ubicación del Área de Estudio	23
Siembra	23
Material Genético	24
Cosecha	24
Ensilaje.....	24
Muestreo	24
Fibra Detergente Neutro en los Alimentos -Técnica de Bolsa Filtro	25
Fibra Detergente Ácido en los Alimentos - Técnica de Bolsa Filtro	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
V. CONCLUSIÓN.....	37
VI. LITERATURA CITADA	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2. 1. Recomendaciones sobre el estado el estado de un forraje para ser cosechado..... **15**

Cuadro 2. 2 División de un Forraje en Fracciones por el Sistema de Van Soest.
..... **20**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4. 1. Relación entre la Fibra Detergente Ácida y los días al Corte de Ensilado de Maíz (*Zea mays*) forrajero var. Ares Unisem®; Marcador no definido.

Figura 4. 2. Relación entre la Fibra Detergente Neutra y los Días al corte de Ensilado de Maíz (*Zea mays*) forrajero var. Ares Unisem® **36**

RESUMEN

La presente investigación, se realizó con el fin de evaluar el contenido de fracciones de fibra, en ensilaje de maíz forrajero Var. Ares Unisem® y su efecto al cortar dicho material en tres diferentes fechas (97, 104 y 111 d). Posterior al corte, se ensilaron los materiales en silo de bolsa utilizando una ensiladora neumática de bote, el proceso de ensilado se dejó por 60 d y posteriormente se tomaron muestras de cada tratamiento y repetición, para analizar su contenido de fibra en detergente ácido (FDA) y fibra en detergente neutro (FDN). Los datos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, empleando el software Statgraphics®. Los resultados mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) para las variables FDA (76.06, 80.88 y 83.20%) en relación a los días al corte (97, 104 y 111, respectivamente); Así mismo, para la FDN (63.99, 64.46 y 71.50 %) en relación a los días al corte (97, 104 y 111, respectivamente). Se concluye que el estado fenológico de la planta afecta significativamente el contenido de fibras, tanto FDA como FDN, lo cual puede afectar negativamente la disponibilidad de los nutrientes como el consumo de dicho material.

I. INTRODUCCIÓN

En México se produce gran cantidad de forrajes de buena calidad que pueden utilizarse en tanto en condiciones de riego como en temporal, podemos lograr la disponibilidad del forraje durante la mayor parte del año estableciendo siempre variedad de forrajes que se adapten a las condiciones del lugar donde se va a sembrar. El proceso de ensilaje nos permite almacenar alimentos para tiempos de escasez, se pueden ensilar gran variedad de forrajes manteniendo su calidad nutritiva. El ensilado conserva forrajes frescos, este es un proceso rentable, que evita pérdidas de materia seca y nutrientes, manteniendo siempre una buena gustocidad para el ganado (Icamex, 2018).

El silo es donde se lleva a cabo el proceso de ensilaje, existen varios tipos de acuerdo con la necesidad de cada explotación y la inversión con la que se cuenta, hay silos sencillos hasta los más sofisticados, los diferentes silos que existen son: enterrados, semienterrados, sobre el suelo, tipo pastel, trinchera, en bolsa que es el que utilizamos en la investigación. El más usual es el de trinchera porque se dice que es el que tiene menor pérdida de forraje y es mucho más práctico para las explotaciones ya sean medianas o grandes, pero también se dice que uno de los más prácticos es de la bolsa de polietileno ya que es muy fácil su manejo. Se recomienda siempre que el silo este cerca de la explotación para evitar pérdidas ya sea de tiempo y costo (Icamex, 2018).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Situación Actual de la Ganadería en México

México se caracteriza por ser un país ganadero ya que cuenta con grandes áreas donde se crían bovinos, ovinos, porcinos, entre otros, que proporcionan alimento a la población del país. La producción del país se divide en cuatro: carne en canal, leche, huevo y miel. La actividad ganadera con la que cuenta México es la domesticación de cerdos, vacas, pollos, borregos, entre otros, y es una actividad que incluye su cuidado y alimentación, pero a su vez está enfocada para generar alimentos para el consumo humano. Esta puede ser extensiva, intensiva y de autoconsumo, pero existen varios factores que van a influir para que tengamos un buen desarrollo de los animales, algunos de ellos son: relieve del suelo, agua, clima adecuado, temperatura, así como contar con buena vegetación y forrajes disponibles para su alimentación, en pocas palabras para tener resultados favorables tenemos que tener en cuenta distintos factores para que nuestro ganado tenga excelentes resultados (FIRCO, 2017).

La ganadería fue introducida en México durante la colonización, ya que en la época prehispánica solo se enfocaba a la cría de pavo, xoloitzcuintle, cochinilla, entre otras. Se representa como uno de los componentes con mayor crecimiento en el sector agropecuario a nivel mundial lo que lo hace es la producción de carne en segundo lugar y en primer lugar la producción de pollo (FIRCO, 2017).

La ganadería es una de las actividades primarias que tienen un mayor crecimiento durante los últimos años, lo que hace que se refleje en un sector pecuario rentable y sustentable en la producción y abasto de alimentos accesibles, sanos y de calidad. Este crecimiento del sector ha permitido una disponibilidad per cápita anual de 55 kilogramos de carne, 21 de huevo, 97 litros de leche y medio kilo de miel para los 112 millones de personas que habitan en México (Caribe, 2011) nos argumenta que en los últimos años ha crecido en gran

cantidad el sector pecuario, gracias al aumento de personas que habitan en nuestro país, haciendo que cada vez se mejore de manera efectiva la producción de carne y alimentos.

Importancia del Uso de Forrajes en la Ganadería

En el ganado de engorda, se proporciona gran cantidad de granos o concentrados con el fin de incrementar la energía en la dieta y se disminuye o se elimina la cantidad de forraje durante su fase de finalización. El forraje en cantidades moderadas en las raciones ayuda a la homogeneización de partículas del alimento, promueve el consumo de materia seca y puede aumentar la ganancia de peso, por lo que el mantener el nivel adecuado de fibra en una dieta de finalización es un factor importante para mantener un buen rendimiento, la salud animal, y el costo de producción. En las raciones altas de energía, el forraje ayuda previniendo la acidosis subaguda debido a la estimulación de la rumia por lo que al formular las dietas debe estimarse adecuadamente el nivel de inclusión, las características físicas y su calidad. Nos comenta que la alimentación debe ser con el fin de incrementar energía y así promover la ganancia de peso, también se debe tener en cuenta el prevenir enfermedades para no tener pérdidas, de esto se debería verificar siempre la calidad del forraje (INTAGRI, 2019).

Debido al alto contenido de grano o concentrado, como resultado de la fermentación del almidón, se generan condiciones de acidez ruminal, la población y la actividad celulolítica es deprimida. Debido a la disminución en la digestibilidad del forraje en condiciones de acidez, se recomienda utilizar los forrajes de menor calidad nutricional y de menor costo en los corrales de engorda tales como pajas o rastrojos, ya que éstos desempeñan una función más que un aporte de nutrientes. Se ha observado que la digestibilidad de la fibra detergente neutro se reduce en promedio un 50% al incrementar de 20 a 60% de concentrado rico en almidón. Estos resultados indican que se obtiene el 50% o menos de la energía del forraje en raciones altas en grano, lo cual nunca se considera al formular las

raciones. Se debe considerar siempre los valores de cada forraje para obtener los resultados que queremos tener, y las dietas nunca deben tener altas cantidades de grano ya que esto es una gran pérdida de energía (INTAGRI, 2019). Sin embargo, hay que considerar que el incluir forrajes de baja calidad en las raciones de engorda, diluye la densidad energética de la dieta y puede disminuir el consumo total de materia seca afectando el consumo total diario de energía y afectar las tasas de ganancia diaria.

Principales Forrajes Utilizados en la Ganadería

Los forrajes son una de las fuentes más económicas de alimentación con la que puede alimentar un ganadero, si se encuentran bien cultivados y manejados harán que el ganadero pueda satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción de sus animales. Un adecuado manejo racional de los pastos y forrajes permite aumentar fácilmente la producción de carne o leche por unidad de superficie, pero se debe tener claro que para poder aprovecharlas al máximo por los animales deben contar con algunos requisitos como lo son materia seca, proteína, vitaminas, minerales y carbohidratos, estas deben siempre alcanzar su máximo potencial productivo, por lo que siempre se debe tener en cuenta que de esto dependerá el desarrollo del animal. Otros factores que se deben tener en cuenta son la fertilidad del suelo, época del año, especie, edad, tipo de pastoreo, estado vegetativo, entre otras (Martínez, 2017) argumenta es que si no se cuenta con los principales factores que debe tener una planta para que el animal tenga un buen desarrollo no se aprovecharan al máximo y será pérdida de tiempo y dinero.

Maíz (*Zea mays*)

Es el cultivo más importante de México, además de su presencia diaria en la mesa de las familias, la planta es un excelente forraje para el ganado, este se aprovecha al máximo para vacas lecheras, y se puede aprovechar en diferentes

etapas de crecimiento de la plana, principalmente al momento que parece la panoja (SAGARPA, 2020).

La planta de maíz tiene un aspecto robusto, tiene solo un tallo de gran longitud, no tiene ramificaciones, puede alcanzar los 4 metros. Al hacer un corte este presenta una medula esponjosa, la planta tiene flores tanto masculinas como femeninas. La inflorescencia masculina es un espigón o penacho amarillo, y la femenina forma unas estructuras vegetativas denominadas espádices. Las hojas son largas y extensas, con terminación en forma de lanza, o lanceoladas, de extremos cortantes y con vellosidades en la parte superior. Sus raíces son fasciculadas; es decir, todas presentan más o menos el mismo grosor, y su misión es aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos pueden verse los nudos de las raíces a nivel del suelo (SAGARPA, 2020).

Alfalfa (*Medicago sativa*)

La Alfalfa (*Medicago sativa*) es una leguminosa perenne con flores que van de verde a violeta, esta planta pertenece a la familia de *fabácea* (familia de los guisantes y frijoles). Es la cosecha de forraje más importante ya que cuenta con una fuente natural de nitrógeno, que hace que alberguen bacterias simbióticas del suelo en los nódulos de la raíz que fijan nitrógeno del aire al suelo, y esto hace que el nitrógeno sea accesible a otras plantas (Wikifarmer, 2016).

Es originaria de Asia y se adapta muy bien a climas fríos y calurosos. Esta planta se usa tanto en medicina o como producto alimentario. Si el fin es medicinal se pueden utilizar todas sus partes: raíces, tallo, hojas, flores y semillas, para realizar infusiones. Si, por el contrario, queremos utilizarla como alimento, es una de las plantas comestibles más nutritivas y la podemos consumir en brotes de alfalfa o germinados, incluyendo también las semillas y hojas. La planta de alfalfa trae muy buenos beneficios para el ganadero ya sea para para el humano ya que se adapta a distintos tipos de clima y es muy nutritiva (Cofepasa, 2020).

Sorgo Forrajero (*Sorghum vulgare*)

El sorgo (*Sorghum vulgare*) es una gramínea de origen tropical y a través del tiempo ha sido adaptada para un mejoramiento genético a gran diversidad de ambientes, es considerado mundialmente como uno de los cultivos de seguridad alimentaria (Carrasco, 2011).

El sorgo (*Sorghum vulgare*) tiene muchísimas ventajas que ayudan al ganadero una de ellas es que tienen un gran rendimiento y estabilidad exigiendo pocos nutrientes, buen rendimiento fotosintético en condiciones de sequía y de calor, la maduración del sorgo es temprana ya que este tolera bajas temperaturas ya sea en el despunte o la floración, tiene mayor tolerancia a la sequía que le maíz (*Zea mays*), y es muy resistente a enfermedades o plagas y a los depredadores estas ventajas ayudaran al ganadero para obtener mejor resultados y ganancias al momento de cultivar y alimentar su ganado con este forraje (Traxco, 2018).

Avena (*Avena sativa*)

Esta especie se puede adaptar a una gran variedad de suelos profundos, no tolera encharcamientos y tolera moderadamente la sequía, se utiliza principalmente para alimentación de ganado bovino, es una excelente fuente de alimento para reproductores y animales de trabajo ya que tienen altos niveles de vitamina E. también se puede conservar para usarla en forma de heno o ensilaje ya que es suministrada en época seca (Pastos y Forrajes, 2020).

Calidad de los Forrajes

La calidad de un forraje siempre va a variar entre las especies que se comparen, pero también pueden variar entre el mismo cultivo, por eso es muy importante saber cuál es su contenido de nutrientes y conocer su valor nutritivo. Si proporcionamos un forraje de mala calidad no nos permitirá conseguir los rendimientos que buscamos y nos obliga a incrementar suplementos concentrados (Perulactea, 2014).

Los forrajes de mala calidad pueden llegar a tener excesos de fibra lo que hace al animal tener una lenta digestión, y en estos casos se debe agregar un alimento más digestible respecto del forraje base (Forratec, 2015) argumenta que la calidad de los forrajes puede variar en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes partes de la planta.

Cuadro 2.1 Recomendaciones sobre el estado el estado de un forraje para ser cosechado.

Tipo de forraje	Momento óptimo de recolección
Forrajes Henificados	
Leguminosas	Abotonamiento, 10% de floración
Hierba	Encañado al espigado (20-30cm)
Mezclas	Según estado de leguminosa
Forrajes Ensilados	
Maíz	Pastoso a vitreo (60-70% Hpe)
Cebada, Centeno	Principio floración o pastoso-blando

(Perulactea, 2014).

Métodos de Ensilaje

El ensilaje es un método en el cual se utilizan forrajes con alto contenido de humedad (60-70%). El método consiste en compactar el forraje, expulsión de aire

y fermentación en un medio anaeróbico lo que permite el desarrollo de bacterias que acidifiquen el forraje (Wagner, 2013).

El ensilaje se forma por medio de la fermentación anaeróbica del material vegetal húmedo, ya que esta forma ácido láctico que no ayudara a suplementar al ganado en tiempos de escasez de alimento (Flippi, 2011) El ensilaje es una gran posibilidad de preparar alimento en la época de alta producción para contar con alimento en tiempos de escasez (Wong C, 2001).

El Proceso de Ensilado Incluye Tres Etapas:

1) Respiración

Fase aeróbica, esta ocurre desde que se realiza el corte y continua si existe aire en el silo. En esta fase ocurre el deterioro del material cuando no queda bien sellado o es abierto por accidente (Valerio, 2005).

2) Fermentación

Fase anaeróbica en la que se producen los ácidos orgánicos, como producto de acción de bacterias sobre el forraje ensilado (Valerio, 2005).

3) Estabilización

Ocurre una disminución del pH de 4.2 a 3.5 creando condiciones de acidez dentro del ensilaje, que detiene la actividad microbiana. La presencia de ácido láctico evita el desarrollo de nuevos microorganismos. En esta etapa ocurre una disminución de pH de 4.2 a 3.5 creando que acidez dentro del ensilaje que detiene la actividad microbiana ya que el desarrollo de ácido láctico evita el desarrollo de microorganismos (Valerio, 2005).

Existe una Gran Diversidad de Silos:

- Permanentes o temporales
- Verticales y horizontales
- De anillo
- Trinchera
- Cajón
- Tanques
- Bolsas

Se pueden usar una gran variedad de recipientes como: tambores de metal o plástico, tubos de concreto de 2m de altura y 2m de diámetro, bolsas de plástico, etc. Mientras que en explotaciones grandes existen diferentes tipos de silos algunos con capacidades de 100 m³ o más grandes, estos se llenan o vacían con máquinas por la gran cantidad de ensilaje que se procesa (Caridad, 2013).

En explotaciones con pocos animales se usan recipientes pequeños de 200 litros que se llenan manualmente y son muy eficaces. Si se usan bolsas se debe sellar la bolsa, y atarla con un hilo para tener mayor seguridad, se apilan las bolsas en forma de pirámide sobre una plataforma firme de tierra o cemento y se deben proteger con un cobertor, se recomienda que para los silos se use una base dura e impenetrable (Wagner, 2013).

Silos Verticales

Los silos verticales pueden ser de concreto, madera, metal, zinc, o plástico. Deben tener una forma cilíndrica para hacer la compactación, estos son ideales para realizar muy bien la compactación debido a la gran presión que se acumula (Wagner, 2013).

Silos Horizontales

Estos silos son de los más usados y se construyen sobre la superficie del suelo, pueden ser parecidos a los de trinchera con paredes laterales de concreto o de madera. El silo horizontal siempre es instalado en áreas delimitadas en la finca (Asencio, 2013).

Silos de Anillo

Los silos de anillo tienen una estructura que le da forma al ensilado y mejora su compactación ya que esta es un factor muy importante en el ensilaje. Este es también conocido como silo de cincho debido a lo parecido que es a un cincho como el que se utiliza para la elaboración de quesos artesanales (Valerio, 2005).

Silos de Trinchera

Estos silos consisten en hacer una excavación en el suelo con un plano inclinado en la entrada, esto permite la facilitación a la hora del llenado, su tamaño puede ser de 2 m³. Este silo cuenta con varias desventajas como lo son que se tienen que recubrir sus paredes para evitar el contacto con la tierra y siempre contar con la precaución de que no se penetre el agua dentro del silo (Asencio, 2013).

Calidad de Ensilaje

Un ensilaje de buena calidad siempre debe contar con diferentes características que hacen que nos demos cuenta si es de buena calidad o no, por ejemplo: buen color (amarillo, marrón o verduzco), buen olor (avinagrado),

Textura (que no esté baboso), pH (4.2 o menor). Algo que se debe tomar en cuenta es la regulación precisa del aire y la temperatura que siempre debe ser menos a 30°C (Wagner, 2013). El silo debe ser una estructura a prueba de agua y aire, que permita la conservación del forraje manteniendo siempre su condición jugosa y su color verde.

El ensilado siempre tiene que ser empacado de forma compacta, siempre manteniéndolo bajo condiciones anaeróbicas, de tal modo que se forme una buena fermentación (Valerio, 2005) siempre debemos tener en cuenta que es una fermentación y está definida como cambios químicos en sustancias orgánicas que se producen por la acción de las enzimas.

Fracciones de Fibra Van Soest

El sistema de desarrollo Van Soest en la década de los sesenta, se basa en separar las fracciones de acuerdo con su composición química y valor nutritivo de los forrajes utilizados en la alimentación de los rumiantes (Llamas, Tejada, 1990).

Para la separación de las fibras se realizan solubilizaciones mediante detergentes y otros reactivos. En el cuadro 2.1 se puede explicar con mejor detalle la separación en fracciones, su contenido químico, y la disponibilidad nutritiva de cada uno (Llamas, Tejada, 1990).

Cuadro 2. 2 División de un forraje en fracciones por el sistema de Van Soest.

Fracción	Determinación	Composición química	Significado biológico y nutritivo
Contenido celular	Material soluble en detergente neutro	Lípidos, azúcares, ácidos orgánicos, almidón, nitrógeno no proteico, proteína soluble, pectinas	Material no lignificado muy disponible para el animal
Paredes celulares	Fibra en detergente neutro, FDN	Hemicelulosa más compuestos presentes en FDA	Da rigidez y estructura a los forrajes. Fracción lignificada de disponibilidad variable. Relacionada negativamente con el consumo voluntario.
Paredes celulares	Fibra en detergente neutro, FDN	Hemicelulosa más compuestos presentes en FDA	Da rigidez y estructura a los forrajes. Fracción lignificada de disponibilidad variable. Relacionada negativamente con el consumo voluntario.
Hemicelulosa	FDN-FDA	Hemicelulosa: polímero de pentosas con enlaces β^p	Forma enlaces ésteres con la lignina. Disponibilidad variable.
Lignocelulosa	Fibra en detergente ácido, FDA	Celulosa, lignina, compuestos nitrogenados de las reacciones de Maillard	Disponibilidad variable de acuerdo a: lignificación, cristalización de la celulosa, contenido de sílica y cutina.
Lignina	Dos alternativas: -Lignina -Permanganato Lignina en H ₂ SO ₄ al 72%	Compuestos complejos derivados del Fenilpropano	Completamente indigestible, impide la digestión de gran parte de la pared celular
Celulosa	Dos alternativas: -Solubilizarían con H ₂ SO ₄ al 72% -Por diferencia después de determinar lignina.	Celulosa: polímero de glucosa con enlaces β	Disponibilidad variable
Sílica	Tratamiento de cenizas insolubles en ácido con HBr	Sílica	Reduce la digestibilidad de la fibra, especialmente en gramíneas

(Llamas, Tejada, 1990).

La separación se logrará mediante el uso de un detergente en pH neutro, con ello vamos a obtener las paredes celulares (FDN), que es la fibra de un forraje y su disponibilidad dependerá de la cantidad de lignina con la cuenta (Llamas,

Tejada, 1990). La disponibilidad de la FDN se ve afectada por distintos factores como lo es la cristalización de la celulosa, la acetilación de la hemicelulosa y el contenido sílica y cutina. La FDN da estructura a la planta lo que hace que esté negativamente relacionada con el consumo de la planta.

Pero en el caso de la FDA está si permite la obtención por diferencia de hemicelulosa y ayuda al paso para la obtención de la celulosa y lignina. La FDA si está estrechamente relacionada negativamente con la digestibilidad (Llamas, Tejada, 1990).

Fraccionamiento de la Proteína Cruda

La Proteína Cruda incluye sustancias nitrogenadas no proteicas (NNP) como aminos, amidas, urea, nitratos, péptidos y aminoácidos aislados (Gallardo, 2007) se encuentra en tejidos celulares de las plantas, su función es servir como esqueleto y así ayudar a mantener su forma y estructura, está constituida por sustancias como celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina. Es un componente nutricional muy importante ya que si presenta gran proporción es más difícil de digerir (RAFER, 2019). Mientras mayor sea la cantidad de fibra cruda, menor será el valor nutricional.

Determinación de Fibra Detergente Neutro

La Fibra Detergente Neutro (FDN) representa los componentes de la pared celular de las plantas: celulosa, hemicelulosa, lignina, etc. Se dice que un alto nivel de FDN siempre será un alimento fibroso, esto va a depender de su composición química en pocas palabras su grado de lignificación y el tamaño de las partículas (Gallardo, 2007).

Determinación de Fibra Detergente Acida

La Fibra Detergente Acida (FDA) es solamente una parte de la pared celular compuesta por celulosa ligada a la lignina, también está compuesta por compuestos Maillard, sílice, cutina, etc. LA FDA es un indicador del grado de digestibilidad que tiene un forraje, se dice que cuanto más alta la lignina menos digestibilidad tiene el forraje (Gallardo, 2007). Un alto porcentaje de lignina en un forraje hará que la planta esté muy fibrosa y el animal no la consuma tan fácilmente.

Lignina

La lignina es un polifenol, este se produce cuando la planta ya está madura y sirve para darle rigidez y sostén, por eso se encuentra en tallos y en ciertas leguminosas (alfalfa, trébol rojo, lotus), la lignina siempre actúa como una barrera para la digestión microbiana para la celulosa y hemicelulosa (Gallardo, 2007).

Importancia de la Fibra Cruda de la Dieta

La fibra es muy importante en la formulación de la dieta de los animales para poder cubrir sus necesidades, a medida que la planta va madurando su porcentaje de fibra también aumenta y su valor nutritivo disminuye debido a la lignificación, cuanto más fibra tiene una planta se dice que menor proteína contiene (Oviespana, 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Área de Estudio

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila. La cual se encuentra en las coordenadas 32°44' 41"N y 129° 52' 25"O y una altura de 1742 metros sobre el nivel del mar. Se realizó la siembra de maíz forrajero de la variedad Ares Unisem® el día 15 de junio de 2019, con el objetivo de realizar ensilaje de maíz.

Siembra

Las parcelas donde se realizó la siembra de maíz forrajero (*Zea mays*) Var. Unisem® se ubican en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se llevó a cabo la siembra en un área de 1600 m² con una distancia de 20 cm entre planta, una densidad de 20 plantas por m² y con una distancia entre surcos de 80 cm.

Los riegos se realizaron cada 5 días a capacidad de campo, se aplicó fertilizante 171717 con dosis de 84kg/ha, Fosfato monoamoniaco (Map) 4kg/ha y Ultrasol® micro 2.5 kg/ha. a los 20 días después de la siembra,

También se hizo control del gusano cogollero (*Helicoverpa armígera*) a los 29 días de siembra y el segundo control a los 36 días de siembra.

Material Genético

Para la presente investigación se utilizó semilla de Maíz forrajero (*Zea mays*) var. Ares Unisem® un híbrido de maíz blanco para la producción de grano que destaca por su estabilidad y constancia de altos rendimientos.

Cosecha

Se realizaron 3 cortes a los 97, 104 y 111 días después de la siembra para posteriormente ensilar en bolsas el material cosechado.

Ensilaje

Se ensilaron los materiales en silo de bolsa utilizando una ensiladora neumática de bote, este proceso se dejó por 60 d para posteriormente tomar muestras para diferentes tratamientos.

Muestreo

Después del corte de maíz forrajero (*Zea mays*) var. Ares Unisem® se guardó en bolsas para realizar el ensilaje, después de 60 d se toma una muestra de cada bolsa de ensilaje de los diferentes cortes que se realizaron, una vez pesada la muestra se lleva al laboratorio de Nutrición Animal para poner a secar en la estufa para trabajar únicamente con materia seca.

Ya seca y molida la muestra se toman 3 muestras de cada una para realizar los diferentes métodos como contenido de Fibra Detergente Neutro, Fibra Detergente Acido, Lignina, Hemicelulosa y Celulosa.

Fibra Detergente Neutro en los Alimentos- Técnica de Bolsa Filtro

Este método determina la fibra detergente neutra, que es el residuo que queda después de digerir en una solución detergente. Los residuos de fibra son predominantemente hemicelulosa, celulosa y lignina.

Este método es aplicable a granos, alimentos, forrajes y todo el material que lleva fibra.

Aparato

1. Balanza analítica: capaz de pesar 0,1 mg.
2. Horno: capaz de mantener una temperatura de 102 ± 2 °C.
3. Instrumento de digestión: capaz de realizar la digestión a 100 ± 0.5 ° C y mantener una presión de 10-25psi. El instrumento debe ser capaz de crear un flujo similar alrededor de cada muestra para garantizar la uniformidad de la extracción (ANKOM2000 con agitación de 65 rpm, Technology ANKOM).
4. Bolsas de filtro: construidas a partir de medios de filtro químicamente inertes y resistentes al calor, capaces de ser sellados térmicamente cerrados y capaces de retener partículas de 25 micras mientras se permite la penetración de la solución (F57 y F58, TECHNOLOGY ANKOM).
5. Sellador térmico: suficiente para sellar las bolsas de filtro cerradas para garantizar el cierre completo (HS o HSi, technology ANKOM).
6. Bolsa desecante: bolsa sellable plegable con desecante en el interior que permite la eliminación de aire de alrededor de las bolsas de filtro (Bolsa de pesaje MoistureStop, TECHNOLOGY ANKOM).
7. Marcado de plumas: resistente a disolventes y ácidos (F08, ANKOM Technology).

Reactivos

1. Solución detergente neutra: agregue 30 g de sulfato de dodecil sódico (USP), 18.61 g de sal disódica etilendiaminotetraacética (deshidratado), 6.81g Borato de sodio, 4.56g Fosfato de sodio dibásico (anhidro), y 10.0ml Trietilenglicol a 1L H₂O destilado (solución química premezclada disponible en ANKOM Technology). Compruebe que el pH es de 6,9 a 7,1. Agitar y calentar para ayudar a la solución.
2. Alfa-amilasa—Alfa-amilasa bacteriana termoestable: actividad = 17.400 unidades del liliuca / ml (FAA, tecnología de ANKOM).
3. Sulfito de sodio— Na₂SO₃, anhidro (FSS, Technology ANKOM).

Preparación de Muestras

Moler muestras en un molino centrífugo con una pantalla de 2 mm o un molino de tipo cortador (Wiley) con una pantalla de 1 mm. Las muestras más finas del suelo pueden tener pérdida de partículas de las bolsas del filtro y dar lugar a valores bajos.

Procedimiento

1. Utilice un marcador resistente al disolvente para etiquetar las bolsas de filtro que se utilizarán en el análisis.
2. Pesar y registrar el peso de cada bolsa de filtro vacía (W₁) y poner a cero la balanza. NOTA: No presequen las bolsas de filtro. Cualquier humedad se explicará por la corrección de la bolsa en blanco.

3. Coloque 0.45 – 0.50g de muestra preparada en hasta 23 de las bolsas y registre el peso (W2) de cada una. Evite colocar la muestra en los 4 mm superiores de la bolsa.
4. Incluya al menos una bolsa vacía en la carrera para determinar la corrección de la bolsa en blanco (C1).
5. Usando un sellador de calor, selle completamente cada bolsa de filtro cerrada dentro de 4 mm de la parte superior para encapsular la muestra.
6. Pre-extraer sólo muestras que contienen >5% de grasa: Extraiga las muestras colocando bolsas con muestras en un recipiente con una tapa. Vierta suficiente acetona en el recipiente para cubrir las bolsas y asegurar la parte superior.
7. Extienda la muestra uniformemente dentro de las bolsas de filtro agitando y moviendo las bolsas para eliminar la agrupación.
8. Coloque hasta 3 bolsas en cada una de las ocho bandejas de tirantes de bolsas (máximo de 24 bolsas). Apilar las bandejas en el poste central del tirante de bolsa con cada nivel giraba 120 grados en relación con la bandeja debajo de él. Coloque la 9ª bandeja vacía en la parte superior.
9. Verifique que el suministro de agua caliente esté encendido y que la manguera de drenaje esté bien colocada en el desagüe.
10. Conecte la manguera de la solución ND al puerto de detergente neutro en el instrumento y luego al contenedor de la solución de detergente neutro.
11. Abra la tapa del recipiente e inserte el tirante de bolsa cargado en el recipiente y coloque el peso del tirante de bolsa en la parte superior del vaciar la 9ª bandeja para mantener la Bolsa Suspender sumergida durante la digestión.
12. Siga las instrucciones de la pantalla ANKOMDELTA:
 - a. Seleccione NDF. (Espere a cerrar la tapa del recipiente).
 - b. Confirme que el agua caliente está en >70 °C).

c. Presione START

d. Después de que la solución ND se haya insertado automáticamente y comience la agitación, agregue manualmente 20g de Na₂SO₃ y 4.0ml de alfa-amilasa.

e. Cierre la tapa del recipiente.

13. Si no hay agua en el conjunto del dispensador de amilasa adjunto, agregue suficiente agua del grifo para llenar la taza aproximadamente 1/3 llena. La segunda adición de agua mezclará a fondo la amilasa y el agua. El instrumento añadirá automáticamente la solución de amilasa a la primera y segunda enjuagar.

14. Cuando se completen los procedimientos de extracción y enjuague de NDF, abra la tapa del recipiente y retire las bolsas de filtro. Presione suavemente el exceso de agua de las bolsas. Coloque las bolsas en un casto de 250 ml y agregue suficiente acetona para cubrir las bolsas y remojar durante 3-5 minutos.

15. Retire las bolsas de filtro de la acetona y colóquelas en una pantalla de alambre para que se sequen al aire. Secar completamente en un horno a $102 \pm 2^{\circ}\text{C}$. (En la mayoría de los hornos, las bolsas de filtro estarán completamente secas dentro de 2-4 horas). No coloque bolsas en el horno hasta que la acetona se haya evaporado por completo.

16. Retire las bolsas de filtro del horno e inmediatamente colóquelas directamente en una bolsa desecante plegable y aplane para eliminar cualquier aire. Enfriar a temperatura ambiente y pesar las bolsas de filtro (W3). NOTA: No utilice una encimera convencional o un desecador de gabinete.

Cálculo

$$\% \text{ NDF} = \frac{100 \times (W3 - (W1 \times C1))}{W2}$$

Dónde: W1 = Peso de tara de bolsa

W2 = Peso de la muestra

W3 = Peso seco de la bolsa con fibra después del proceso de extracción

C1 = Corrección de la bolsa en blanco (promedio móvil del peso final secado al horno dividido por el peso original de la bolsa en blanco).

Fibra Detergente Ácido en los Alimentos – Técnica de Bolsa Filtro

Este método determina la fibra detergente ácida, que es el residuo que queda después de digerir con H₂SO₄ y CTAB. Los residuos de fibra son predominantemente celulosa y lignina.

Este método es aplicable a granos, piensos, forrajes y todo el material que lleva fibra.

Aparato

1. Balanza analítica: capaz de pesar 0,1 mg.
2. Horno, capaz de mantener una temperatura de 102 ± 2 °C.
3. Instrumento de digestión, capaz de realizar la digestión en 100 ± 0.5°C y manteniendo una presión de 10-25psi. El instrumento debe ser capaz de crear un flujo similar alrededor cada muestra para garantizar la uniformidad de la extracción (ANKOM2000 con agitación de 65 rpm, TECHNOLOGY ANKOM).
4. Bolsas de filtro, construidas a partir de productos químicos inertes y resistentes al calor medios filtrantes, capaces de ser cerrados con calor y capaces de retener

25 micras partículas que permiten la penetración de la solución (F57 y F58, ANKOM Technology).

5. Sellador de calor: suficiente para sellar las bolsas de filtro cerradas para garantizar cierre completo (HS o HSi, ANKOM Technology).

6. Bolsa desecante: bolsa sellable plegable con desecante en el interior que permite la eliminación de aire de alrededor de las bolsas de filtro.

7. Marcado de la pluma: resistente a disolventes y ácidos (F08, ANKOM Tecnología).

Reactivos

1. Solución detergente ácido: agregue 20 g de cetil trimetilamonio bromuro (CTAB) a 1L 1.00N H₂SO₄ previamente estandarizado (solución química premezclada disponible en ANKOM). agitar y calor para ayudar a la solución.

Preparación de muestras

Moler muestras en un molino centrífugo con una pantalla de 2 mm o un tipo de cortador Molino (Wiley) con una pantalla de 1 mm. Muestras más finas molidas pueden tener pérdida de partículas de las bolsas de filtro y resultado en valores bajos.

Procedimiento de ADF

1. Utilice un marcador resistente al disolvente para etiquetar las bolsas de filtro que se utilizarán en el análisis.

2. Pesar y registrar el peso de cada bolsa de filtro vacía (W1) y cero el saldo. NOTA: No presequie las bolsas de filtro. Cualquier humedad se contabilizará mediante la corrección de la bolsa en blanco.

3. Coloque 0.45 – 0.50g de muestra preparada en hasta 23 de las bolsas y registrar el peso (W2) de cada uno. Evite colocar la muestra en el superior 4mm de la bolsa.

4. Incluya al menos una bolsa vacía en la carrera para determinar la corrección de bolsa en blanco (C1).
5. Usando un sellador de calor, selle completamente cada bolsa de filtro cerrada dentro de 4mm de la parte superior para encapsular la muestra.
6. Pre-extracto sólo muestras que contienen >5% de grasa: Extracto muestras colocando bolsas con muestras en un recipiente arriba. Vierta suficiente acetona en el recipiente para cubrir las bolsas y asegurar la parte superior.
7. Extienda la muestra uniformemente dentro de las bolsas de filtro agitando y moviendo las bolsas para eliminar la agrupación.
8. Coloque hasta 3 bolsas en cada una de las ocho bandejas de tirantes de bolsas (máximo de 24 bolsas). Apilar las bandejas en el poste central del tirante de bolsa con cada nivel girado 120 grados en relación con la bandeja debajo de ella. Coloque la 9ª bandeja vacía en la parte superior.
9. Verifique que el suministro de agua caliente esté encendido y que la manguera de drenaje esté enraizado colocado de forma segura en el desagüe.
10. Compruebe la lectura del controlador de temperatura en el lado derecho del instrumento. Si la temperatura es superior a 20 °C, enfríe el buque de la siguiente manera:
 - a. Llene el recipiente con agua fría.
 - b. Cuando el controlador de temperatura lee 20 °C, vaya a la configuración de diagnósticos (DIAG.). Uso de la bajada flecha, desplácese hasta la opción Drenar. Presione ENTRAR para drenar el agua.
 - c. Si es necesario, presione enter para cerrar el desagüe y repita los pasos a y b.
11. Conecte la manguera de solución AD al puerto de detergente ácido en el instrumento y luego al recipiente de detergente ácido solución.

12. Abra la tapa del recipiente e inserte el tirante de bolsa cargado en el recipiente y coloque el peso de la tirante de la bolsa en la parte superior del vacío 9^a bandeja para mantener la bolsa de tirantes sumergido durante la digestión.

13. Siga las instrucciones de la pantalla ANKOMDELTA:

a. Seleccione ADF.

b. Cierre la tapa del recipiente.

c. Confirme que el agua caliente está en >70 °C).

d. Presione START.

La solución ad se insertará automáticamente, y la digestión comenzará.

14. Cuando los procedimientos de extracción y enjuague de ADF son complete, abra la tapa del recipiente y retire las bolsas de filtro. Presione suavemente el exceso de agua de las bolsas. Coloque las bolsas en un 250ml de casto y añadir suficiente acetona para cubrir las bolsas y remojar durante 3-5 minutos.

15. Retire las bolsas de filtro de la acetona y colocarlas en una pantalla de alambre para secar al aire. Completamente seco en un horno a 102 ± 2 °C. No coloque bolsas en el horno hasta que la acetona se ha evaporado por completo.

16. Retire las bolsas de filtro del horno y coloque inmediatamente directamente en una bolsa desecante plegable y aplanar a retire cualquier aire. Enfriar a temperatura ambiente y pesar las bolsas de filtro (W3).

Cálculo

$$\% \text{ de ADF} = \frac{100 \times (W3 - (W1 \times C1))}{W2}$$

Dónde:

W1 = Peso de la tara de la bolsa.

W2 = Peso de la muestra.

W3 = Peso seco de la bolsa con fibra después proceso de extracción.

C1 = Corrección de bolsa en blanco (en ejecución) promedio del peso final secado al horno dividido por la bolsa en blanco original peso).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 4.1, se presentan los resultados obtenidos de las fracciones de fibra, se observan diferencias significativas ($P < 0.05$) para ambas variables (FDA y FDN), presentándose una relación negativa entre los días al corte y dichas variables.

Cuadro No. 4.1. Medias de tratamiento para la FDA y FDN (Medias \pm DE) de ensilado de maíz (*Zea mays*) a relación a fecha de corte.

Corte (días)	FDA (%)	FDN (%)
97	76.06 \pm 0.73 a	63.99 \pm 0.43 a
104	80.88 \pm 0.82 b	64.46 \pm 0.44 a
111	83.20 \pm 3.38 c	71.50 \pm 5.33 b

Medias con distinta literal, difieren significativamente ($P < 0.05$)

La Fibra Detergente Acida (FDA) resultó diferente estadísticamente para todos los cortes ($P < 0.05$) obteniendo un menor porcentaje de FDA para los cortes a 97 días (76.06%), mientras que al aumentar los días al corte a 104 su %FDA aumenta (80.88%) de la misma forma para los 111 días (83.20%). La figura 4.1 muestra la relación que existe entre los días al corte del ensilado de maíz (*Zea mays*) var. Ares Unisem[®] y el porcentaje de FDA mostrando que existe una relación inversamente proporcional entre los días al corte FDA, esto se debe porque cuando FDA aumenta FDN también aumenta.

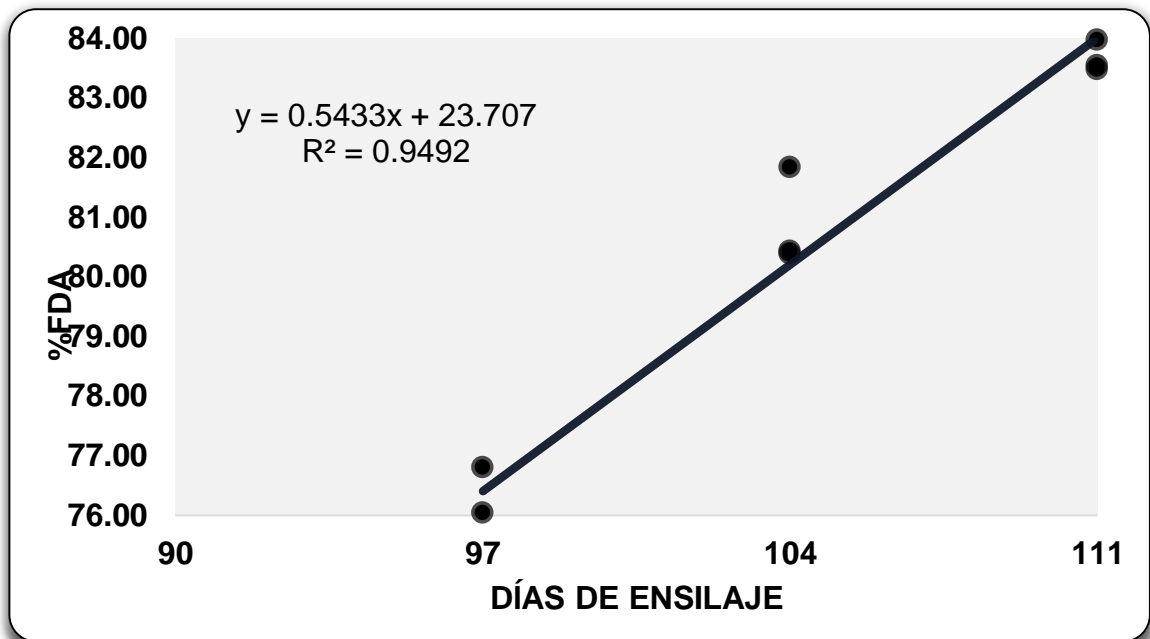


Figura 4.1. Relación entre la Fibra Detergente Ácida y los días al corte de ensilado de maíz (*Zea mays*) forrajero Var. Ares Unisem®

El contenido de Fibra Detergente Ácida (FDA) tiene resultados que están entre el 76.06% a 83.20% como se muestra en la figura 4.1. Se puede decir que un forraje es de buena calidad cuando tiene un buen contenido de fibra detergente neutra Gonzalez (1995) si un forraje contiene alta cantidad de FDA esto se asocia con una baja digestibilidad ruminal, pero si se contiene una alta cantidad de FDN tendrá un menor consumo Fahey, Berger, (1988). Comparando estos resultados con los de Ruvalcaba (2006) podemos comparar que se tiene una mayor cantidad de FDA en las macro algas del estudio que realizo en comparación a los resultados presentes en esta investigación con maíz (*Zea mays*). Al respecto, podemos observar en la figura 4.2 %Fibra Detergente Neutro (FDN) tiene una relación entre contenido de FDA y los días al corte al aumentar, obteniendo un menor porcentaje para los cortes a los 97 días (63.99%) mientras que al segundo corte a los 104 días (64.46%) con un aumento, y por consiguiente a los 111 días (71.50%).

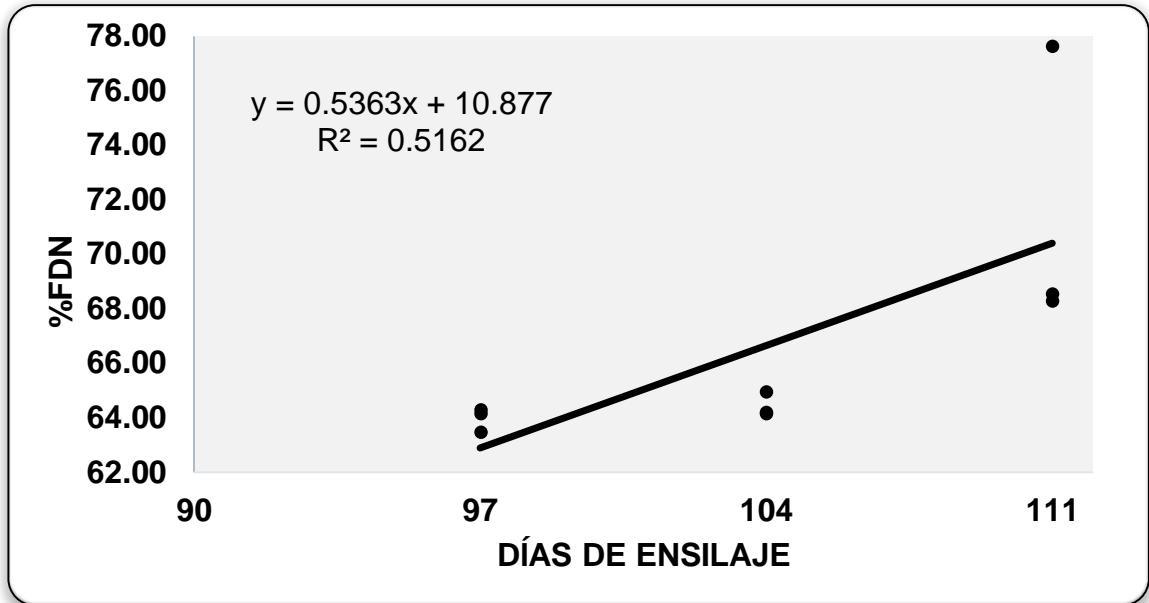


Figura 4. 1. Relación entre la Fibra Detergente Neutra y los días al corte de ensilado de maíz (*Zea mays*) forrajero Var. Ares Unisem®

En el contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) se pueden encontrar resultados que están entre el 63.99% a 71.50% como podemos observar en la Figura 4.2 comparando resultados Ruvalcaba (2006) nos muestra como tres especies de algas tienen mayores cantidades de FDN comparadas con el estudio realizado con maíz (*Zea mays*). Si el forraje contiene altas cantidades de FDN y FDA es seguro que la planta tendrá tallos fuertes lo que se estima que tendrá efectos negativos tanto en el consumo como en la digestibilidad de la planta. Sanchez (1976). Un pasto con gran contenido de FDN a comparación con el de la investigación es el pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) que contiene cantidades significativas comparada con otros pastos, como lo son el maíz (*Zea mays*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) Soto (1998).

V. CONCLUSIÓN

Al analizar los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluyó que el estado fenológico del maíz (*Zea maíz*) Var. Ares (Unisem®) a tres fechas de corte, afecta negativamente el porcentaje de fracciones de fibra, de tal manera que los porcentajes de fibra en detergente neutro (FDN) y detergente ácido FDA) se incrementan conforme se aumentan los días al corte, de tal manera que, a mayores días al corte, mayor será la FDA y también para la FDN. Por lo anterior, se concluye que existe una estrecha relación entre el contenido de FDA y FDN y la maduración de la variedad de ensilado de maíz estudiado. Finalmente, se recomienda cosechar dicha variedad de maíz a 97 d para obtener una concentración de Fibras más baja y con ello la mejor disponibilidad de nutriente ya que la FDA está muy relacionada con la digestibilidad y la FDN con el consumo.

VI. LITERATURA CITADA

- A. Gonzalez. (1995). *Ensilaje de Grano de Sorgo . Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutricion y Manejo.*
- Asencio Victor. (29 de octubre de 2013). *Engormix.* Obtenido de Como Preparar un Buen Ensilaje: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/como-preparar-buen-ensilaje-t30444.htm>
- Caribe, A. A. (10 de 11 de 2011). *La Ganadería Mexicana Mantiene su Crecimiento en los Últimos 10 Años. FAO.*
- Cofepasa. (30 de enero de 2020). *Alfalfa: Beneficios y cultivo.* Obtenido de Cofepasa: <https://cofepasa.com/alfalfa-beneficios-y-cultivo/>
- Enrique J. Sanchez. (1976). *Utilizacion del Aserrin de Pino (Pinus Ponderosa) Como Sustituto de Rastrojo en Raciones para Ganado de Engorda. Nota Pecuaria, 6.*
- Fahey, GB y Berger. (1988). *Nutrición con carbohidratos de rumiantes.* Obtenido de Fahey, GB y Berger: [https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1438884](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1438884)
- FIRCO. (17 de mayo de 2017). *Gobierno de México.* Obtenido de La Ganaderia en México: <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>
- Flippi. (2011). *Conceptos Básicos de la Elaboración de Ensilajes. Universidad de la Frontera.*
- Forrattec. (29 de diciembre de 2015). *Agritotal.* Obtenido de Forrajes de Calidad: <https://www.agritotal.com/nota/forrajes-de-calidad/>
- Gerardo Llamas Lamas, Irma Tejada. (1990). *Manual de Técnicas de Investigacion en Rumiología.* México.
- Icamex. (16 de enero de 2018). *Ensilaje.* Obtenido de Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal: <http://icamex.edomex.gob.mx/search/node/ensilaje>
- Info Pastos y Forrajes. (2 de marzo de 2020). *Info Pastos y Forrajes.* Obtenido de Ficha Tecnica Avena Forrajera: <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo-de-clima-frio/avena-forrajera/>
- INTAGRI. (2019). *Utilización de Forraje en Dietas para Bovinos de Engorda. Intagri.*

- Joaquin Caridad. (29 de octubre de 2013). *Engormix*. Obtenido de Como Preparar un Buen Ensilaje: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/como-preparar-buen-ensilaje-t30444.htm>
- Martínez, V. F. (2017). *Info Pastos y Forrajes*. Obtenido de Que son los Forrajes: https://infopastosyforrajes.com/#Descargar_el_Documento
- Miriam Gallardo. (2007). Dietas Balanceadas con Forrajes conservados: La importancia de Diagnosticar la Calidad Nutricional. *El Valor de los Alimentos*.
- Natalia Carrasco, M. Z. (2011). Manual de Sorgo. *Manual de Sorgo*, pág. 112.
- Oviespana. (3 de mayo de 2016). *Oviespana*. Obtenido de Importancia de la Fibra en la Formulacion de la Alimentacion para rumiantes: <https://www.oviespana.com/Articulos/298104-Importancia-de-la-fibra-en-la-formulacion-de-la-alimentacion-para-rumiantes.html>
- Perulactea. (2014). Parámetros para Evaluar la Calidad de los Forrajes. *Perulactea*.
- RAFER. (2019). Determinacion de Fibra Cruda en Pienso. *RAFER*.
- Ruvalcaba, E. Y. (2006). *Composicion Bromatologica de Cuatro Especies de Algas del Occidente y Sur de México [Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara]*. Repositorio Institucional, Zapopan, Jalisco .
- SAGARPA. (7 de septiembre de 2020). *Agricultura*. Obtenido de Maíz forrajero: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-forrajero-tambien-es-maiz>
- Soto, J. S. (1998). Estimacion de la Calidad Nutricional de los Forrajes del Canton de San Carlos. *Estimacion de la Calidad Nutricional de los Forrajes del Canton de San Carlos [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]*. Repositorio Intitucional.
- Traxco. (15 de marzo de 2018). *Traxco*. Obtenido de Traxco: <https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/sorgo>
- Valerio. (2005). Silo de Anillo para Conservacion de Forrajes. *IDIAF*.
- Wagner. (29 de octubre de 2013). *Engormix*. Obtenido de Como Preparar un Buen Ensilaje: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/como-preparar-buen-ensilaje-t30444.htm>
- Wikifarmer. (2016). *Cultivos Forrajeros*. Obtenido de Informacion de la Planta de Alfalfa: <https://wikifarmer.com/es/informacion-de-la-planta-de-alfalfa/#>
- Wong C. (2001). El Papel del Ensilaje en la Produccion de Rumianres en los Tropiclos Humedodos. *Introduccion a la Conferencia sobre el Uso del Ensilaje*.

