

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**Determinación Del Nivel De Inclusión De Rastrojo De
Maíz En Ensilado De Maguey (*Agave salmearia*)**

Por:

BEATRIZ ARLET SUÁREZ RODRÍGUEZ

TESIS

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADO POR

M. C. EDUARDO GARCÍA MARTÍNEZ
Presidente del Jurado

ING. VICTOR GÓMEZ ÁVILA
ROMERO

Sinodal

M. C. LUIS PÉREZ

Sinodal

DR. RAMÓN GARCÍA CASTILLO
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Septiembre 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Determinación Del Nivel De Inclusión De Rastrojo De
Maíz En Ensilado De Maguey (*Agave salmearia*)**

Por:

BEATRIZ ARLET SUÁREZ RODRÍGUEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Septiembre de 2004**

Agradecimientos

A mi Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por abrirme las puertas y oportunidades para ejercer la labor que desde niña me apasiona, "La agricultura".

Al Ing. Víctor Gómez Ávila, por su gran apoyo incondicional, amistad y creer en mí para elaborar este trabajo.

Al M. C. Eduardo García Martínez, por su gran ayuda, colaboración y tiempo que dedico a este proyecto.

Al M. C. Luis Pérez Romero, quien colaboro profesionalmente en sus asesorías y observaciones que fueron de una gran ayuda para finalizar esta experiencia.

A ellos tres les doy el más sincero agradecimiento por haberme apoyado para que se lograra este objetivo: la titulación de Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

Al T. L .Q . Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel de laboratorio de Nutrición Animal, por la paciencia, amistad y dedicación que me otorgo para obtener todos los análisis que se realizaron.

A mis compañeros y amigos: Alicia, Aryana, Elisa, Carlos, Cristian, Edgar Ricardo, Héctor, Rafael (payo), etc.... por su ayuda y apoyo para elaborar este trabajo, pero sobre todo por los gratos e inolvidables momentos que pasamos juntos en nuestra "ALMA TERRA MATER".

Dedicatoria

A mi madre, Maria Dolores Rodríguez Huitròn, sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo,

solo espero que entiendas que mi logro es tuyo, que mi esfuerzo es inspirado en ti y mi único ideal eres tú.

A mi padre, José de Jesús Suárez Mata (t), que a pesar de no estar conmigo físicamente a mi lado, siempre estas en mi mente y corazón, este logro también es tuyo.

A mi hermana, Lic. Deyanira Suárez, gracias por ser parte de mi vida y mis objetivos.

Al Ing. Víctor Gómez Ávila, por ser un ejemplo a seguir en mi vida profesional y moral, por ser una fuente de inspiración en mi carrera y por hacerme ver desde una expectativa diferente la vida.

Agradecimientos

A mi Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por abrirme las puertas y oportunidades para ejercer la labor que desde niña me apasiona, "La agricultura".

Al Ing. Víctor Gómez Ávila, por su gran apoyo incondicional, amistad y creer en mí para elaborar este trabajo.

Al M. C. Eduardo García Martínez, por su gran ayuda, colaboración y tiempo que dedico a este proyecto.

Al M. C. Luis Pérez Romero, quien colaboro profesionalmente en sus asesorias y observaciones que fueron de una gran ayuda para finalizar esta experiencia.

A ellos tres les doy el más sincero agradecimiento por haberme apoyado para que se lograra este objetivo: la titulación de Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

Al T. L .Q . Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel de laboratorio de Nutrición Animal, por la paciencia, amistad y dedicación que me otorgo para obtener todos los análisis que se realizaron.

A mis compañeros y amigos: Alicia, Aryana, Elisa, Carlos, Cristian, Edgar Ricardo, Héctor, Rafael (payo), etc.... por su ayuda y apoyo para elaborar

este trabajo, pero sobre todo por los gratos e inolvidables momentos que pasamos juntos en nuestra "ALMA TERRA MATER".

Dedicatoria

A mi madre, Maria Dolores Rodríguez Huitrón, sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo, solo espero que entiendas que mi logro es tuyo, que mi esfuerzo es inspirado en ti y mi único ideal eres tú.

A mi padre, José de Jesús Suárez Mata (t), que a pesar de no estar conmigo físicamente a mi lado, siempre estas en mi mente y corazón, este logro también es tuyo.

A mi hermana, Lic. Deyanira Suárez, gracias por ser parte de mi vida y mis objetivos.

Al Ing. Víctor Gómez Ávila, por ser un ejemplo a seguir en mi vida profesional y moral, por ser una fuente de inspiración en mi carrera y por hacerme ver desde una expectativa diferente la vida.

INDICE

TITULO
PAGINA

INDICE DE CUADROS.....

INDICE DE FIGURAS.....

INTRODUCCIÓN.....

Objetivos.....

Justificación.....

Revisión de

Literatura.....

Descripción de la Región de Coahuila.....

- Localización.....
- Clima.....
- Orografía.....
- Hidrografía.....
- Suelos.....
- Vegetación.....

Descripción del Municipio de Coahuila.....

- Localización.....
- Clima.....
- Orografía.....
- Hidrografía.....
- Suelos.....
- Vegetación.....

Análisis del Maguey.....

- Origen del Maguey.....
- Descripción Botánica.....
- Descripción de la Planta.....
- El Maguey Manso en Coahuila.....

Ensilaje.....

La microflora del Ensilaje.....

Microorganismos Benéficos.....

Microorganismos Indeseables.....

- Levaduras.....
- Enterobacterias.....
- Clostridios.....
- Bacterias Productoras de Ac. Acético.....

TITULO	
• Bacilos.....	30
• Mohos.....	31
• Listeria.....	33
Uso de Aditivos en el Ensilaje.....	34
Tipos de Silos.....	37
• Silo de Torre.....	37
• Silo de Trinchera y Bunker.....	38
• Silo de Bolsa.....	38
• Silo de Montón.....	39
Calidad del Ensilaje.....	40
Ventajas y Desventajas del Ensilaje.....	41
Características del ensilaje de Maguey.....	42
Problemas Observados en el ensilado de Maguey.....	43
MATERIALES Y	44
MÉTODOS.....	
Descripción del Área de Trabajo.....	44
Materiales Utilizados.....	45
Elaboración de Microsilos y Ensilaje.....	45
Diseño de Tratamientos.....	46
Análisis de Laboratorio y Variables Evaluados.....	47
Análisis Estadístico.....	49
RESULTADOS Y	50
DISCUSIONES.....	
Escurrimientos.....	50
Temperaturas.....	51
Potencial Hidrógeno.....	53
Materia Seca Parcial.....	55
Cenizas.....	56
Proteína Cruda.....	58
Extracto Etéreo.....	60
Fibra Cruda.....	61
Extracto Libre de Nitrógeno.....	63
CONCLUSIONES Y	65
RECOMENDACIONES.....	
RESUMEN.....	67
LITERATURA CITADA.....	70
APÉNDICE.....	73

PAGINA

INDICE DE CUADROS

CUADRO PAGINA

2.1.- Categorías De Aditivos Para El Ensilaje.....	36
3.1.- Diseño De Tratamientos.....	47
3.2.- Análisis Bromatológico De Los Ingredientes Que Conforman El Ensilaje Antes De Ser Ensilado.....	49
4.1.- Contenido De Materia Seca Parcial Del Maguey Ensilado De Acuerdo Al Nivel De Inclusión De Rastrojo De Maíz.....	55
4.2.- Contenido De Cenizas Del Maguey Ensilado De Acuerdo Al Nivel De Inclusión De Rastrojo De Maíz.....	57
4.3.- Contenido De Proteína Cruda Del Maguey Ensilado De Acuerdo Al Nivel De Inclusión De Rastrojo De Maíz.....	59
4.4.- Contenido De Extracto Etéreo Del Maguey Ensilado De Acuerdo Al Nivel De Inclusión De Rastrojo De Maíz.....	61
4.5.- Contenido De Fibra Cruda Del Maguey Ensilado De Acuerdo Al Nivel De Inclusión De Rastrojo De Maíz.....	62
4.6.- Contenido De Extracto Libre De Nitrógeno Del Maguey Ensilado De Acuerdo Al Nivel De Inclusión De Rastrojo De Maíz.....	64

INDICE DE FIGURAS

FIGURA PAGINA

4.1.-Temperaturas De Los Microsilos De Maguey.....	52
4.2.- Potencial De Hidrogeno Presentado Por Los Ensilajes De Maguey Durante El Experimento.....	54

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que cualquier explotación animal descansa sobre la base de los recursos forrajeros con que se cuenta y considerando que este renglón representa el factor económico determinado más alto. La búsqueda para obtener sustitutos alimenticios que cubran los requisitos nutricionales de la especie que se trate, se convierte en una practica elemental en cualquier explotación pecuaria organizada.

El cultivo del maguey, por sus características naturales se encuentra perfectamente ubicado en esta zona, y es, por lo tanto, la planta indicada para suministrar el forraje necesario para el establecimiento de una ganadería prospera que traiga beneficios a los campesinos de la región de Saltillo.

Lo anteriormente expuesto ha impulsado a formular este trabajo que espera dar a conocer el aprovechamiento del maguey ya explotado o que hasta ahora no ha tenido ningún uso, y que puede ser una fuente económica de mucha importancia para esta faja climática que se caracteriza por su extrema sequía.

Objetivos

- Obtener un ensilaje de buena calidad y de bajo costo a partir de la penca del maguey, que sirva al productor de bajos recursos como una alternativa forrajera.
- Determinar el nivel de inclusión de rastrojo de maíz mas adecuada para evitar los escurrimientos que se manifiestan en el ensilaje de maguey, los cuales provocan su rápida descomposición.
- Presentar una propuesta concreta en base al ensilaje de maguey.

Justificación

Las actuales condiciones de las explotaciones pecuarias en México obligan a los pequeños productores a dejar dicha actividad, principalmente por los altos costos que implica. Por lo cual se deben de buscar nuevas alternativas y opciones las cuales disminuyan los costos de producción y que sobre todo sean rentables. Es por eso, que se realiza la presente investigación con una alternativa de alimentación: el ensilaje de maguey.

Dado que en la región sureste de Coahuila y principalmente durante los periodos de sequía, el ganado llega a morir por consecuencia de la falta de alimento, es necesario contar con alternativas de buena calidad y de bajo costo. Esto se puede lograr, sin duda, con el ensilaje de la planta del maguey, utilizando esta planta que hasta ahora no a tenido ningún uso relevante, ya que el uso de derivados industriales como es la harina de soya, torta de linaza o harinolina de algodón son productos que normalmente se cotizan en el mercado de precios altos, sin embargo, tradicionalmente el ganadero mexicano no puede tener fácil acceso a estos subproductos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Los magueyes o agaves con sus imponentes tamaños y extravagantes formas caracterizan los paisajes de las zonas áridas y semiáridas de nuestro país y contribuyen a la conservación y retención del suelo; en algunas regiones se cultivan delimitando bordos o terrazas para evitar la erosión y el deslave de las tierras. Su cultivo hace posible la ampliación de la productividad agrícola en zonas frías y calientes. "Son muy agradecidos" -comentan los campesinos cuando hablan de ellos- se dan dondequiera que uno los siembra, aunque ya estén marchitos".

Los agaves son en general, cultivos de zonas áridas. En estas regiones constituyen monocultivos casi obligados en las circunstancias actuales, ya que la escasez e irregularidad de las lluvias, la erosión sufrida por las tierras y en diversos casos la pobreza del suelo impide que otros cultivos más productivos rindan; por lo cual la siembra de éstos aún cuando existe, es de menor importancia. (De Cosió, 1966: citado por Torres, 1995).

Cabe resaltar la gran importancia de esta especie ya que de él, se obtienen distintos usos como por ejemplo hay que recordar al henequén que es la base fundamental de la economía yucateca. También tenemos la elaboración del aguardiente a partir de mezcal, entre la obtención de pulque que también fue la principal bebida y fuente de alimento de muchas regiones del centro del país. Actualmente el maguey complementa una serie de básicas como son: alimento, forraje, medicamentos, combustible, fibra textil y material para la construcción, otras (De Cosió, 1966: citado por Torres, 1995).

El autor antes señalado expresa que en el norte de la república las condiciones ambientales parecen ser adversas para otros cultivos como por

ejemplo: los básicos, hortalizas, ornamentales y otros más, pero para el cultivo del maguey parece que estas condiciones son muy propicias, aunque cabe resaltar que para este cultivo no hay condiciones adversas en nuestro país, ya que se adapta muy bien a todo tipo de clima y temperatura, sólo que no se le ha dado la importancia que se merece, todo esto debido a la falta de apoyo, orientación y capacitación básica al trabajador rural de parte de las entidades correspondientes.

En el aspecto agrícola por ejemplo, su importancia también está dada por su capacidad para la formación, retención y conservación del suelo, que es un problema casi general en los estados del norte de nuestro País (Ruvalcaba, 1983: citado por Torres, 1995).

Descripción De La Región Sur De Coahuila

Localización

La zona sur del Estado de Coahuila se localiza entre los 25° 25' de latitud norte y los 101° 00' de longitud oeste comprendiendo los siguientes municipios: Arteaga, General Cepeda, Parras, Ramos Arizpe y Saltillo. Con una altura promedio de 1,460 msnm, la coincidencia de esta zona es la siguiente: al sur con los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, al oriente con el estado de Nuevo León, al norte con los estados de Coahuila, Durango y parte de San Pedro de las Colonias y al poniente con los municipios antes mencionados y Viesca.

Clima

El clima que impera en esta área es extremo, presentándose temperaturas de hasta 40° C en las partes bajas de los municipios de Ramos Arizpe y Parras y de 14° C bajo cero en las partes altas de Arteaga y Saltillo.

La precipitación pluvial es variante, teniéndose precipitaciones desde 200 mm en la zona árida de Parras y Ramos Arizpe y 500 mm en algunas partes de los municipios de Arteaga, General Cepeda y Saltillo.

Las Lluvias se presentan generalmente en los meses de Mayo y Septiembre.

Orografía

Esta zona está cruzada por la Sierra Madre Oriental y en general en los municipios de Arteaga, general Cepeda y Saltillo, son montañosos con grandes valles: en Ramos Arizpe y Parras existen extensas llanuras y lomeríos de poca altura, con excepción de la Sierra de Parras. Los municipios citados al principio hay sierras con altura de 2,500msnm, como las de Los Lirios, Zapalinamé, Catan, Sierra de las Nieves, San Antonio, Etc.

Hidrografía

La región sur no cuenta con ríos de importancia, dentro de su área se comprende el río de patos que lleva fuertes corrientes únicamente en temporadas de lluvia. En general hay manantiales de consideración con volúmenes superiores a los 200lts/seg. En Arteaga, General Cepeda y Parras; parte de pequeños ojos de agua en toda la zona montañosa.

Suelos

Los suelos son de origen calcáreo, poco profundos en las laderas y arcillosos en los municipios de General Cepeda y Parras; el pH es alcalino hasta 8.5 o más.

Vegetación

Por lo que respecta a la vegetación esta es muy variada, presentando diversas especies de pinos en los municipios de Arteaga, General Cepeda y Saltillo; así como también cedros, guayule, huisaches, gobernadoras, mezquites, palma datilera, palma china, lechuguilla, candelilla, guayule y muy variada especies de zacates. (www.saltillo.gob.mx)

Descripción Del Municipio De Saltillo

Localización

Se localiza en el suroeste del estado, entre las coordenadas $100^{\circ} 30'$ y $101^{\circ} 42'$ longitud Oeste y $24^{\circ} 30'$ y $25^{\circ} 28'$ latitud Norte. Con una altura que oscila entre los 1300 a 3000 msnm. Limita al norte con el municipio de Ramos Arizpe; al sur con los estados de Zacatecas y san Luis Potosí; al oeste con los municipios de Arteaga y el estado de Nuevo León. Se divide en 319 localidades.

Clima

El clima en el municipio es de subtipos secos semicalidos; al suroeste subtipos semisecos templados y grupos de climas secos B y semifrios, en la parte sureste y noreste, la temperatura media anual es de 17.5 ° C y la precipitación media anual en el sur del municipio se encuentra en el rango de 300 a 400 milímetros; el centro tiene un rango de 400 a 500 milímetros y al norte de 300^a 400 milímetros; con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, enero, febrero y marzo; los vientos predominantes tiene dirección noreste con velocidad de 22.5 Km/hr. La frecuencia de heladas es de 20 a 40 días en la parte norte-noreste y suroeste; y en el resto de 40 a 60 días y granizados de uno a dos días en la parte sureste y de cero s un día en el resto.

Orografía

El oeste se localiza la sierra Playa madera, que abarca también la parte del sureste de Parras de la Fuente. En el suroeste se localiza la sierra El Laurel, que forma parte también del ya citado municipio.

La sierra de Zapalinamé se levanta al este del municipio, la sierra Hermosa está localizada en el suroeste.

Hidrografía

Al sur se encuentra la presa de San Pedro y de los Muchachos.

Suelos

Se pueden distinguir cinco tipos de suelos en el municipio. Xerosol: suelos de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión, Regosol: no presenta capas distintas, es claro y se parece a la roca que le dio origen. Su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en el que

se le encuentre. Feozem: su capa superficial es suave y rica en materia orgánica y nutrientes. La susceptibilidad a la erosión depende del tipo de terreno en el que se le encuentre.

Respecto al uso del suelo, 40,250 hectáreas su utilizadas para la producción agrícola. A la explotación pecuaria se dedican 250,159 hectáreas y a la forestal 266,076 hectáreas, la superficie urbana ocupa 127,200 hectáreas. En cuanto a la tenencia de la tierra, predomina el régimen de tipo ejidal.

Vegetación (Principales ecosistemas)

Hacia la parte montañosa predominan los bosques de pino-encino, de oyamel, mezclados con matorrales semidesérticos de tipo osetófilo y pastizales naturales. En las regiones intermontañosas y las llanuras hay una vegetación de matorrales semidesérticos y pastizales educidos y naturales.

La fauna se circunscribe a especies del semidesierto como codorniz, conejo de cola blanca, liebre, y paloma triquera, y entre las especies mayores predomina el venado, el coyote y el leoncillo. (www.saltillo.gob.mx)

Análisis Del Maguey Como Planta Forrajera

Origen del maguey

Mesoamérica y Áridoamérica (como los antropólogos han dividido a México es el escenario del origen y evolución del maguey (*Agave* sp). En ambas regiones esta planta ha sido utilizada, desde los primeros pobladores hasta la actualidad, para satisfacción de algunas necesidades.

El agave es una planta de la cual se obtiene pulque desde 300 a. de C, ya que presentaba un importante papel social, que por motivos religiosos estaba contenida de fuerzas espirituales (entre los más representativos la diosa "mayahuel") que están plasmados en la mayoría de los códices

mexicanos. El origen histórico de la obtención del pulque es incierto; sin embargo, existen evidencias de que algunas de las culturas del Valle de México hayan hecho tal descubrimiento, como se pone de manifiesto en informes elaborados por Fray Bernardino de Sahgún durante la conquista española (Granados, 1993. citado por Torres 1995).

Los pueblos indígenas de México habían descrito 14 tipos de maguey; Hernández (1959) da una catalogación de dichas especies y variedades, especificando las aplicaciones medicinales de ellas entre los pueblos mexicanos. Estos 14 tipos fueron anteriormente identificados por Del Campo (1938) y Ramírez (1938), sin hallarse en todos los casos el nombre científico actual correspondientes (Granados, 1993).

Taxonómicamente el género se ubica en la familia Agavaceae. En el Continente reportan aproximadamente 310 especies, de las cuales existen 272, por ello se considera a este país de origen del género (Granados, 1993).

Descripción Botánica del maguey

Clase	Gimnosperma
Orden	Liliflorales
Familia	Amaryllidaceae
Genero	<i>Agave</i>
Especie	<i>salmiana</i>

Descripción de la planta

La planta de maguey consta de raíz; con tallo muy corto y grueso, hojas mejor conocidas como pencas, en numero de de 30 a 50 de color verde obscuro, cóncavas, de longitud de 1 a 1.5 mts. de largo, con espinas, las hojas están muy juntas alrededor del tallo formando una roseta; las hojas a la mitad de su longitud son más delgadas y más anchas que en su base, están revestidas de una cutícula apergaminada que sirve para evitar la evaporación (Ortegón, 1959. citado por Torres, 1995)

El maguey florece solo una vez, a lo largo de su vida, ya que poco después muere. Cuando va a florecer sale del "cogollo" un tallo floral llamado "quiote" que se desarrolla rápidamente tomando en cuenta el lento crecimiento con respecto a la planta, el quiote alcanza una longitud de 3 a 5 mts de altura y en su extremo superior se desarrolla la inflorescencia en forma de racimo de color amarillento en las que las sigue el fruto capsular. La época de floración depende de la variedad, suelo, clima y cultivo.

El mismo autor argumenta que los magueyes cultivados florecen a los 8 o 10 años de vida y los que no se cultivan o crecen en forma natural mucho más tiempo. El agave se reproduce por semilla y también vegetativamente por renuevos laterales y por apomixis.

El maguey manso es el mayor productor de aguamiel; tiene pencas largas y anchas y su mesontente (piña) es voluminoso y llega a dar hasta cuatro litros de aguamiel por "alzada"; hay lugares que debido a la excepcional calidad de la planta y las tierras se llegan a dar tres pasadas. La cantidad de pencas de maguey manso es de aproximadamente 150 durante su vida y como éstas son el almacén del líquido, la cantidad producida está en

relación al número de hojas presentes. (González 1966. citado por Torres, 1995)

El mismo autor menciona, que el maguey manso o pulquero también se cultiva en regiones semiáridas con climas templados con una altitud sobre nivel del mar de 2200 a 2700 msnm; necesita poco agua y resiste bien la heladas; llega a medir hasta dos metros de altura, su tallo es corto; la base del tallo o corazón del maguey se le conoce como "meyolote". Alrededor del tallo salen las hojas o pencas que alcanzan a medir de 2 a 2.5 mts. de largo. El tallo floral o quiote aparece a los 10 a 12 años y mide de 5 a 6 mts. de alto.

El Maguey manso en Coahuila

En Mesoamérica el hombre consideró importante esta planta desde hace por lo menos 9000 años. Callen (1975) publicó evidencias de ésta después de haber examinado ciertas pruebas proporcionadas por Mc.Neih (1965) y resumió los principales alimentos de la dieta de 7,000 a. de c. los cuales fueron, Sataria, Ceiba, Cactáceas, Cucúrbita. El mismo autor explica que con relación al agave que los indígenas seleccionaban para cultivar las

especies más dulces, cocinaban, las partes más suaves por medio de fuego directo o con agua caliente, en un sitio que tenía una apariencia a la de un roscadero en el que se colocaba el carbón.

Por lo que se refiere a las tribus de indios nómadas que poblaban el norte del país, el veraz cronista capitán Alonso De León autor de la obra "Historia de Nuevo León con noticias de Coahuila" escrita en el año de 1649, conoció a fondo las costumbres de los indios bárbaros que poblaban estas regiones y asienta que éstas vivían de la caza y en general consumían toda clase de animales hasta los más inmundos y ponzoñosos como culebras, víboras y ratones excepto los sapos y las lagartijas; eran grandes pescadores con flecha y encandilando el pescado de noche, con redes, y entrando a buscarlos en sus cuevas, comían el "mezcale", que habían cortado las pencas de maguey y la lechuguilla, cociendo en barbacoa el corazón del maguey y el principio de las pencas.

En la obra escrita por Fray Juan Agustín de Morfe, en el año de 1778 relata que en el estado de Coahuila desde la colindancia con el estado de Durango hasta el río Bravo existe maguey; es de suponerse que el maguey al

que se ha venido haciendo referencia en las crónicas del capitán Alonso De León y Fray Agustín De Morfe sea el maguey criollo pues el maguey manso o pulquero fue introducido a Coahuila por el comandante de los tlaxcaltecas que en el años de 1591 fundaron el pueblo de San Esteban de la Nueva Tlaxcala aledaño a la población de Saltillo; estos pueblos de origen Tlaxcalteca fueron comandados por Buenaventura de Paz, nieto de Xicoténcatl, quienes trajeron a Coahuila un trasunto de la vida de su metrópoli. El pintoresco traje de los mexicanos, la reverencial y dulce lengua náhuatl, trajeron sus magueyes y sus danzas típicas, aportaron su laboriosidad, su gran valor y sobre todo su gran amor al árbol y a las flores que convirtió la región occidental de Saltillo en un verdadero vergel (Robles, 1981. citado por Torres, 1995).

Ensilaje

La conservación de las cosechas mediante el proceso de ensilaje se ha practicado durante largo tiempo y los principios fundamentales necesarios

para obtener una conservación adecuada del producto son de sobra conocidos. El ensilaje correctamente preparado puede tener un valor alimenticio que en ocasiones equivale al 80% del que existía en el material verde original. (Watson y Smith ,1963).

Se han hecho muchos estudios sobre la eficiencia relativa de los diversos métodos de recolección de forrajes. Estos estudios han conducido a un uso cada vez mayor del ensilaje, como modo de conservación de cosechas.

El ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción. Una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire, el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas.

Fase 1 - Fase aeróbica. En esta fase -que dura sólo pocas horas- el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y anaeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).

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

Fase 3 - Fase estable. Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. 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.

Fase 4 - Fase de deterioro aeróbico. Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (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 induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos. La última etapa también incluye la actividad

de otros microorganismos aeróbicos -también facultativos- como mohos y enterobacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire. (Honig y Woolford, 1980).

La Microflora Del Ensilaje

La microflora del ensilaje juega un papel clave para el éxito del proceso de conservación. Puede ser dividida en dos grupos principales: los microorganismos benéficos y los microorganismos indeseables. Los microorganismos benéficos son los microorganismos BAC. Los indeseables son aquellos organismos que causan el deterioro anaeróbico (p. ej. clostridios y enterobacterias) o deterioro aeróbico (ej. levaduras, bacilos, *Listeria* sp. y mohos). Muchos de estos organismos indeseables no sólo reducen el valor nutritivo del ensilaje sino que pueden además afectar la salud de los animales o alterar la calidad de la leche, o ambas (p. ej.: *Listeria* sp., clostridios, hongos y bacilos).

Microorganismos benéficos (ácido lácticas)

Las bacterias que producen ácido láctico (BAC) pertenecen a la microflora epifítica de los vegetales. Su población natural crece significativamente entre la cosecha y el ensilaje. Esto se explica por la reactivación de células latentes y otras no cultivadas, y no por la inoculación de las máquinas cosechadoras o por el simple crecimiento de la población original. 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 en forma decisiva sobre la capacidad de competencia de la flora BAC durante la fermentación del ensilaje.

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 del BAC son aeróbicos facultativos, pero muestran cierta preferencia por la condición anaeróbica.

Tomando en cuenta su metabolismo de los azúcares, los miembros BAC pueden ser clasificados como homofermentadores obligatorios, heterofermentadores facultativos o heterofermentadores obligatorios. Los homofermentadores obligatorios producen más de 85 por ciento de ácido láctico a partir de hexosas (azúcares C₆) como la glucosa, pero no pueden degradar las pentosas (azúcares C₅) como la xilosa. Los heterofermentadores facultativos también producen principalmente ácido láctico a partir de hexosas, pero además pueden degradar algunas pentosas produciendo ácido láctico, ácido acético y/o etanol. Los heterofermentadores obligatorios degradan las hexosas y las pentosas, pero se distinguen de los homofermentadores en que degradan las hexosas en proporciones equimolares de ácido láctico, CO₂, ácido acético y/o etanol

(Hammes et al., 1992; Schleifer y Ludwig 1995). Los homofermentadores obligatorios reúnen especies como *Pediococcus damnosus* y *Lactobacillus ruminis*. Los heterofermentadores facultativos incluyen a *Lactobacillus plantarum*, *L. pentosus*, *Pediococcus acidilactici*, *P. pentosaceus* y *Enterococcus faecium*. Los heterofermentadores obligatorios incluyen miembros del género *Leuconostoc* y algunos *Lactobacillus* como *L. brevis* y *L. buchneri* (Devriese et al., 1992; Weiss, 1992; Holzapfel y Schillinger, 1992; Hammes et al., 1992).

Microorganismos Indeseables

Levaduras

Las levaduras son microorganismos eucarióticos, anaeróbicos facultativos y heterotróficos. En todo ensilaje, tanto la actividad de levaduras anaeróbicas como aeróbicas son indeseables. Bajo condiciones

anaeróbicas las levaduras fermentan azúcares produciendo etanol y CO_2 . La producción de etanol no sólo disminuye el azúcar disponible para producir ácido láctico, sino que también produce un mal gusto en la leche. Bajo condiciones aeróbicas, muchas especies de levaduras degradan el ácido láctico en CO_2 y H_2O . La degradación del ácido láctico eleva el valor del pH del ensilaje, lo cual a su vez permite el desarrollo de otros organismos indeseables (McDonald et al., 1991).

Enterobacterias

Las enterobacterias son organismos anaeróbicos facultativos. Se considera que la mayoría de las enterobacterias presentes en el ensilaje no son patógenas. Pese a ello su desarrollo en el ensilaje es perjudicial porque compiten con los integrantes del BAC por los azúcares disponibles, y porque además pueden degradar las proteínas. La degradación proteica no sólo causa una reducción del valor nutritivo del ensilaje, sino que también permite la producción de compuestos tóxicos tales como aminas biogénicas y ácidos

grasos de cadena múltiple. Se sabe que las aminas biogénicas tienen un efecto negativo sobre la palatabilidad del ensilaje, especialmente en animales todavía no acostumbrados a su sabor. Más aún, el amoníaco generado por la proteólisis aumenta el poder tampón del forraje ensilado, lo cual se opone a toda tendencia para un descenso rápido del pH del ensilaje. Un atributo particular de las enterobacterias es su habilidad, en el proceso de ensilaje, para reducir el nitrato (NO_3) a nitrito (NO_2). Las enterobacterias en el ensilaje pueden luego degradar el nitrito en amoníaco y óxido de nitrógeno (N_2O), pero este también puede ser transformado en monóxido de nitrógeno (NO) y nitrato. En presencia de aire, el NO es oxidado produciendo una mezcla de gases, óxidos amarillo-marrones de nitrógeno (NO_2 , N_2O_3 , N_2O_4). Los gases de NO y NO_2 dañan el tejido pulmonar y pueden causar enfermedades con síntomas parecidos a la neumonía, conocida como enfermedad del ensilaje. Para evitar el contacto de los animales con estos gases de nitrógeno se recomienda que no sean estabulados cerca de los silos cuando se llena el silo o durante su primera semana de almacenaje (O'Kiely et al., 1999). A pesar de estos problemas, se considera útil que ocurra una leve reducción de nitritos, ya que los nitritos y

el NO que se generan son inhibidores muy potentes de los clostridios y mejoran la calidad del ensilaje (Woods et al., 1981; Spoelstra, 1985).

Las enterobacterias no proliferan en ambientes con valores bajos de pH. Las técnicas de ensilaje que aseguren un rápido y significativo descenso del pH en el ensilaje, provocarán una inhibición del desarrollo de las enterobacterias.

Clostridios

Los clostridios son bacterias anaeróbicas que forman endosporas. Muchas de ellas pueden fermentar tanto carbohidratos como proteínas, por lo cual disminuyen el valor nutritivo del ensilaje y al igual que las endobacterias crean problemas al producir aminos biogénicos. Además, la presencia de clostridios 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; esto puede resultar en la contaminación de la leche, ya sea directamente o por ubres mal aseadas. La especie de mayor

importancia en las lecherías es *Clostridium tyrobutyricum*, un organismo ácido tolerante. Además de poder fermentar carbohidratos, *C. tyrobutyricum* también puede degradar el ácido láctico en ácido butírico.

Las técnicas de ensilaje que permiten una caída rápida y significativa del pH evitarán el problema, puesto que tanto el desarrollo de enterobacterias como de clostridios se inhibe con valores bajos de pH. Por otro lado, los clostridios muestran mayor susceptibilidad a la falta de humedad (o sea, bajo valor a_w , baja actividad acuosa) que los integrantes del BAC. Por ello, toda medida tomada para disminuir el valor a_w de un forraje, como inducir su marchitez y por ende aumentar el valor del contenido de MS, permite la inhibición selectiva de clostridios. Por último, los nitritos y el NO u otros compuestos que puedan ser degradados en el ensilaje para producirlos, también inhibirán el desarrollo de los clostridios (Spoelstra, 1983, 1985).

Bacterias productoras de ácido acético

Estas bacterias son ácido tolerantes y aeróbicas obligatorias. Hasta la fecha, todas estas bacterias aisladas de muestras de ensilaje pertenecen al género *Acetobacter* (Spoelstra et al., 1988). La actividad de *Acetobacter* spp. en el ensilaje es pernicioso porque puede iniciar una deterioración aeróbica, ya que puede oxidar el lactato y el acetato produciendo CO_2 y agua. Generalmente, las responsables principales del inicio del deterioro aeróbico son levaduras; las bacterias acéticas se encuentran ausentes o juegan un papel poco importante en este problema. Por otro lado, la inhibición selectiva de las levaduras también puede aumentar la proliferación de bacterias que producen ácido acético en el ensilaje (Driehuis y van Wikselaar, 1996).

Bacilos

Los bacilos se asemejan a los clostridios: son bacterias de forma cilíndrica que forman esporas. Sin embargo, se los puede distinguir fácilmente ya que son aeróbicos facultativos, mientras que los clostridios son todos anaeróbicos obligatorios. Los bacilos aeróbicos facultativos fermentan un amplio rango de carbohidratos generando compuestos tales como ácidos orgánicos (p. ej.: acetatos, lactatos y butiratos) o etanol, 2,3-butanodiol y

glicerol. Algunos *Bacillus* spp. son capaces de producir sustancias fungicidas, y se los ha usado para inhibir el proceso de deterioro aeróbico en ensilajes. Con la excepción de estas estirpes, el desarrollo de los bacilos en el ensilaje es en general considerado como indeseable. Esto se debe a que los bacilos no sólo son menos eficaces como productores de ácido láctico y acético comparado con el grupo BAC, si no que en las etapas finales, incrementan la deterioración aeróbica. Además, un alto número de esporas de *Bacillus* en leche fresca ha sido asociado con un alto número de esporas en heces frescas de vaca (Waes, 1987; te Giffel et al., 1995).

Para disminuir el desarrollo de *Bacillus* en el ensilaje, la temperatura de almacenaje no debería ser muy alta y se deberá minimizar el ingreso de aire. Además se debe reducir toda contaminación inicial del ensilaje con tierra o estiércol (McDonald, 1991)

Mohos

Los mohos son organismos eucarióticos. Es fácil identificar un ensilaje infestado por mohos debido a los filamentos de diversos colores y de gran tamaño que producen muchas especies. Los mohos se desarrollan en cualquier sitio del ensilaje donde encuentren oxígeno, inclusive solo 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 el deterioro aeróbico (Fase 4) todo el ensilaje puede ser invadido por mohos. Las especies que se han identificado más frecuentemente en el ensilaje pertenecen a los géneros *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Byssochlamys*, *Absidia*, *Arthrini*, *Geotrichum*, *Monascus*, *Scopulariopsis* y *Trichoderma*. Los mohos no sólo disminuyen el valor nutritivo y la palatabilidad del ensilaje sino que también son un riesgo para la salud de los animales y las personas. Las esporas de mohos pueden asociarse a ciertas afecciones pulmonares y reacciones alérgicas. Otros problemas de salud asociados con los mohos se relacionan con las micotoxinas. Dependiendo del tipo y la cantidad de toxina presente en el ensilaje, los problemas de salud pueden variar desde ligeras molestias digestivas, pequeños problemas de fertilidad y una disminución de las defensas naturales, hasta daños serios al hígado o a los riñones y abortos.

Todavía existen muchas dudas sobre cuales son las condiciones bajo las que se producen las micotoxinas en el ensilaje. No todos los ensilajes fuertemente infestados por mohos tienen forzosamente una gran cantidad de micotoxinas, y no todos los tipos de micotoxinas que pueden producir los mohos se encuentran necesariamente en un ensilaje infestado (Nout et al., 1993; Auerbach, 1996).

Las técnicas de ensilaje que minimizan el ingreso de aire (p. ej. buena compactación y cierre hermético del ensilaje), y la inclusión de aditivos que inhiben el deterioro aeróbico, podrán prevenir o limitar el desarrollo de mohos.

Listeria

Los integrantes del género *Listeria* son organismos aeróbicos o anaeróbicos. Con relación a los efectos negativos sobre la calidad del ensilaje, la más importante especie es el *L. monocytogenes*, anaeróbico facultativo, que es una especie patogénica para varios animales y para el hombre. Los animales que tienen su sistema inmune temporalmente inhibido (p. ej. hembras preñadas y neonatos) son muy susceptibles a infecciones de *L. monocytogenes*. El ensilaje contaminado con *L. monocytogenes* ha sido asociado con casos fatales de listeriosis en ovejas y cabras. Además, Sanaa et al. (1993) han señalado que el uso de ensilaje de mala calidad ha sido una de las fuentes principales de contaminación de la leche cruda con *L. monocytogenes*.

El desarrollo y supervivencia de *Listeria* spp. en el ensilaje están determinados por fallas en asegurar un ambiente anaeróbico, y por el valor pH del ensilaje. *L. monocytogenes* puede tolerar bajos niveles de pH entre 3,8 a 4,2 por largos períodos siempre que exista oxígeno, aún a exiguas concentraciones. Sin embargo, en un ámbito estrictamente anaeróbico, perece rápidamente al existir un valor de pH bajo (Donald et al., 1995). Los ensilajes con mayor susceptibilidad al deterioro aeróbico superficial, como

es el caso de ensilajes en grandes pacas, parecen estar particularmente propensos a la contaminación con *Listeria*. Generalmente *L. monocytogenes* no se desarrolla en ensilajes bien fermentados que tienen un nivel bajo de pH. Hasta el momento, el mejor método para prevenir el desarrollo de *L. monocytogenes* es mantener un ámbito anaeróbico (McDonald et al., 1991).

Uso De Aditivos En El Ensilaje

A partir de la década de 1990, el uso de aditivos para mejorar las condiciones del proceso de ensilaje comenzó hacerse muy común. Existe un amplio rango donde escoger sustancias como aditivos y actualmente se dispone de un gran número de aditivos químicos y biológicos comerciales adecuados para el ensilaje. El Programa UKASTA para Certificación de Forrajes del Reino Unido presenta una lista incluyendo más de 80 productos (Rider, 1997).

Entre aditivos de la misma categoría se manifiestan diferencias tales como la efectividad general, la adecuación para determinado tipo de forraje,

y la facilidad para su manejo y aplicación. Estos factores, junto al precio y la disponibilidad, determinan cual es el aditivo más conveniente para un ensilaje específico. Un problema práctico que presentan algunos aditivos es su naturaleza corrosiva que puede dañar equipos y constituir un riesgo para su manipulación. Los aditivos biológicos no son corrosivos y no hay peligro en su manipulación, pero suelen ser caros. Además su eficacia es menor puesto que depende del estado de actividad de organismos vivos. La calidad del almacenaje de los aditivos biológicos por parte de fabricantes, vendedores y el propio agricultor es por ello un elemento fundamental. En Holanda, el uso de inoculantes con bacterias ha aumentado, porcentualmente y en términos absolutos, entre 1995 y 1998; en 1998, 13,7 por ciento de todo el ensilaje de gramíneas se ensilaba con algún aditivo, entre los cuales el 31 por ciento usaba este tipo de inoculantes, 37 por ciento usaban melaza y 29 por ciento usaban inhibidores de la fermentación.

Cuadro 2. 1. Categorías de aditivos para el ensilaje (adaptado de McDonald et al., 1991)

Tipo de aditivo	Ingrediente activo típico	Comentarios
Estimulantes de fermentación	BAC	Puede afectar la estabilidad aeróbica
	Azúcares (melaza)	
	Enzimas	
Inhibidores de fermentación	Acido fórmico*	
	Acido láctico*	
	Acidos minerales	
	Nitritos	Inhibición de clostridios
	Sulfitos	
	Cloruro de sodio	
Inhibidores de deterioro aeróbico	BAC	
	Acido propiónico*	
	Acido benzoico*	
	Acido sórbico*	
Nutrientes	Urea	Puede mejorar estabilidad aeróbica
	Amoníaco	Puede mejorar estabilidad aeróbica
	Minerales	
Absorbentes	Pulpa seca de remolacha azucarera	
	Paja	

*o su sal correspondiente

Tipos de silos

La biomasa de un forraje en estado verde se encierra en un recipiente o lugar, en donde libre de aire sufre una acidificación y se transforma en ensilaje. Existen diferentes tipos de silos y la elección de cualesquiera de ellos dependerá de los aspectos relacionados con cada explotación como: el tamaño de la misma, la disponibilidad o la facilidad en la mecanización, los niveles de pérdida durante la conservación y, la capacidad de inversión (Cedeño, 1970).

Silo de Torre

Se construye con diferentes materiales como ladrillo, bloques de cemento, cemento armado, piedra, láminas metálicas, entre otros. Tienen techo que proporciona una buena protección contra la lluvia. Con relación a otros silos, presenta una mejor compactación del forraje, menores pérdidas superficiales del ensilaje pero produce mayores pérdidas por jugos

exprimidos. Estos silos son más costosos y requieren maquinaria complicada para llenarlos y vaciarlos (Cedeño, 1970).

Silo de trinchera y bunker

Su construcción resulta más barata que la de los silos de torre. Se cargan y descargan fácilmente usando maquinaria más variada. Hay menos pérdidas por jugos exprimidos, pero por la mayor superficie expuesta a las condiciones ambientales, pueden aumentar las pérdidas. Se necesita de buena experiencia para llenarlo y lograr una buena expulsión del aire, la cual depende de la distribución del forraje, de la compactación y del tapado o sellado (Cedeño, 1970).

En general, son longitudinales, contruidos sobre el piso, abiertos en uno o ambos extremos; las paredes en ladrillo, piedra o bloques de cemento deben ser ligeramente inclinadas para facilitar el apisonamiento.

Silo de bolsa

Consiste en colocar el material que se va a ensilar dentro de bolsas de plástico calibre 4 a 6 y capacidad de 30 a 40 kilogramos, y después de extraer, mediante una adecuada compactación, la mayor cantidad posible de aire, se deben cerrar herméticamente. Este proceso se puede mejorar utilizando una aspiradora de uso doméstico; al extraer el aire, el forraje se comprime y se evitan las fermentaciones indeseables. Con este sistema, se facilita el manejo del material, especialmente lo relacionado con el llenado, apisonamiento y sellado; no requiere maquinaria complicada ni costosa, y es uno de los más recomendables para el ganadero pequeño.

Silo de montón

Son hechos directamente sobre la tierra, no poseen paredes, el forraje se acumula en forma circular o trapezoidal ; el piso puede ser la misma tierra, estar cementado o cubierto por un plástico. En la medida que el forraje se va acumulando se compacta mediante pisoteo o se utiliza un pisón, un rodillo u otro equipo. Una vez finalizado el proceso se cubre con

plástico y se colocan materiales pesados encima para ayudar a la compactación.

Calidad del ensilaje

Existen varios indicadores para calificar la calidad del ensilaje y por lo general, se asocian con algunas características como olor, color, textura, gustosidad y naturaleza de la cosecha ensilada.

Un ensilaje de buena calidad debe tener las siguientes características:

- Forraje cosechado en estado de desarrollo apropiado
- pH de 4,2 o menos
- Contenido de ácido láctico entre 5 y 9% en base seca

- Libre de hongos y malos olores como amoníaco, ácido butírico y pudrición
- Ausencia de olor a caramelo o tabaco
- Color verde
- Textura firme

Ventajas y desventajas del ensilaje

El ensilaje, como cualquier otro proceso, tiene ventajas y desventajas las cuales guardan relación con la situación particular de cada productor, sin que permita esto generalizar al respecto.

Dentro de las ventajas se pueden mencionar:

- Suministra forraje succulento de calidad uniforme durante todo el año, principalmente en verano.
- Las plantas forrajeras se pueden cosechar mas pronto, en la fase en que son más nutritivas.
- Es el método más práctico para conservar el valor nutritivo de un forraje.
- Conserva el buen sabor del forraje durante el tiempo de almacenamiento.
- Disminuye la utilización de alimentos concentrados.
- Permite utilizar variedad de equipo y maquinaria para su elaboración.
- Reduce las pérdidas de forraje en las acciones de recolección y manipuleo.

Como desventajas se pueden señalar:

- Es voluminoso para almacenar y manejar.
- Se requieren equipos para volúmenes grandes y la mecanización es costosa.
- Las pérdidas pueden ser muy grandes cuando no se hace en forma adecuada.
- Se requiere la selección de forrajes apropiados.

Características del ensilado de maguey

1. El ensilado de maguey tiene un color que va del amarillo verdoso al café claro.
2. Tiene densidad de 0.85
3. Tiene un pH de 4 a 4.5
4. No produce la irritación de la piel como lo hace el maguey fresco (Duran, 2003).

Problemas observados en el ensilaje del maguey.

Las saponinas que contiene el maguey pueden causar problemas a la gente que lo esta ensilando, por lo que se recomienda se usen anteojos y ropa que cubra bien la piel, y que se tome en cuenta la dirección del viento para evitar al máximo las molestias que provoquen la saponinas. (Duran, 2003).

Cuando se ensila el maguey solo, ocurren muchos escurrimientos, especialmente cuando llegan a alturas superiores de los dos metros, en pruebas posteriormente realizadas, se ha observado que los escurrimientos desaparecen cuando se ensila el maguey con una mezcla de paja de un 20% de paja de cebada o de rastrojo de maíz, notándose que también su aceptación.

En pruebas anteriores, se logro aumentar el valor proteico, aceptabilidad y cantidad de materia seca al agregar harina de alfalfa, sorgo y cebada en un 3% a un ensilado con un 20% de zacate de cebada. El análisis bromatológico de este ensilado dio un 13.75% de proteína en base a metería seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción Del Área De Trabajo

Para la elaboración del presente trabajo se utilizó maguey manso (*Agave salmearia*), manejado en condiciones naturales en el rancho "La Galera" propiedad del Ing. Víctor Gómez Ávila que se ubica en la localidad de " El Rincón de los Pastores" en el municipio de Saltillo Coahuila, aproximadamente a 20 Km al sur de la ciudad de Saltillo.

Este predio se encuentra a una altura aproximada de 1800 msnm. El clima se clasifica como BSW, donde Bs significa clima semidesértico o estepario y W un régimen de lluvias 10 veces mayor en el mes mas húmedo de la mitad caliente del año que, en el mes mas caliente. La temperatura media anual es de 17°C.

Materiales utilizados

Se utilizaron para realizar este trabajo trece kilogramos de harinolina, ciento noventa y tres kilogramos de maguey y cincuenta y un

kilogramos de rastrojo utilizados como componentes del ensilado a elaborar. Para la construcción de los microsilos se utilizaron veinticinco botes de plástico, veinticinco pivotes, veinticinco tapones de madera y cuatro metros de manguera látex en total.

Elaboración de microsilos y ensilaje

Para elaborar los microsilos se utilizaron tinas de veinte litros con su respectiva tapa cada uno, adaptándolos colocando en la parte inferior del bote un pivote conectado a una manguera látex de aproximadamente 15 cm de largo, sellando a esta con un tapón hecho de madera, evitando la entrada de oxígeno al ensilado. Esto con objetivo de drenar y medir el excedente de líquidos que causa la humedad del maguey citado por Díaz (1968). Cabe señalar que en la manguera se hizo una pequeña ranura que tiene la función de válvula bunze , dejando salir al exterior el excedente de gases y líquido, pero no dejando entrar nada hacia el interior del bote.

Para la preparación del ensilaje se utilizaron únicamente las pencas básicas del maguey se despuntaron y cortaron en cuadros de aproximadamente 5cm, el rastrojo se molió en un molino con criba de 2", la harinolina se utilizó tal y como se compro. Teniendo todos los ingredientes se procedió a llenar los microsilos según el diseño de los tratamientos (Cuadro 3.1), colocando los botes en posición inclinada para que escurran los líquidos que puedan escurrir por las mangueras látex.

Diseño de los tratamientos

En el cuadro 3.1. se describe el diseño de los tratamientos, utilizando un diseño completamente al azar. Los tratamientos constaran de cinco niveles de rastrojo (0, 10, 20, 30 y 40 %) y cada uno de estos proporcionalmente con maguey. Se incluyó un nivel de harinolina constante en cada tratamiento y repetición (5%), teniendo como resultado veinticinco unidades experimentales, donde, $T = 5$ y $R = 5$.

Cuadro 3.1. Diseño de Tratamientos

Tratamiento	Harinolina	Rastrojo	Maguey	Repeticiones
1	5%	0%	95%	5
2	5%	10%	85%	5
3	5%	20%	75%	5
4	5%	30%	65%	5
5	5%	40%	55%	5

Análisis de laboratorio y Variables evaluadas

Los microsilos fueron abiertos treinta días posteriores al día en que fueron sellados y que iniciaron la fermentación microbiana.

Al ir abriendo cada silo se tomó la temperatura del ensilado por medio de un termómetro, se tomaron muestras del ensilaje en recipientes de plástico llevándolos al laboratorio de Nutrición animal de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en donde se tomaron cinco gramos de forraje que fueron diluidos en cien mililitros de agua para realizar la lectura de pH y temperatura por medio de un potenciómetro, según el método

descrito en el manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal (Tejada, 1983).

El sobrante de las muestras se colocó en un estufa a 100 °C , con el fin de determinar materia seca parcial, ya secas las muestras se molieron en un molino de cuchillas con criba 1 mm. Posteriormente se procedió a realizar el análisis bromatológico determinando el porcentaje de materia seca total, cenizas, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, proteína cruda y fibra cruda, contenido en las muestras de ensilaje, las determinaciones se hicieron bajo el manual de técnicas utilizadas por A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist (1980) que son las técnicas utilizadas como estándar a nivel internacional.

Se realizó un análisis bromatológico de la planta de maguey, harinolina y el rastrojo por separado antes de ser ensilados, con el fin de comparar con el resultado de los análisis del ensilaje ya terminado. En el cuadro 3.2. se muestran los resultados de los análisis realizados a estos tres elementos.

Cuadro 3.2. Análisis bromatológico de los ingredientes que conforman el ensilaje antes de ser ensilados.

	%MST	%C	%PC	%EE	%FC	ELN
Harinolina	90.72	7.40	50.55	1.37	10.24	30.46
Maguey	96.14	18.57	4.12	2.10	12.45	62.74
Rastrojo	89.06	8.17	8.73	1.03	24.52	79.59

Las variables a medir del presente trabajo son escurrimientos, temperatura, humedad, materia seca parcial, cenizas, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y potencial hidrógeno.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables medidas se analizaron por medio de un diseño completamente al azar constando de cinco tratamientos y cinco repeticiones. Se utilizó el paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía, UANL, Marín, N.L. (Olivares , 1994).

Para realizar el análisis estadístico del presente trabajo. Teniendo cinco tratamientos y cinco repeticiones con un total de 25 unidades.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el ensilaje de maguey se apreció un olor agradable parecido al mezcal, con un color que va del amarillo verdoso al café claro, los escurrimientos que se presentaron son de color verdoso a café, con un olor muy parecido al agua miel, que produce la planta de maguey (*Agave salmearia*). Cabe resaltar que se presentaron hongos de color blanco en la parte superior del ensilado, probablemente producidos por una mala compactación. A diferencia del maguey fresco con el ensilaje este no causa la irritación en la piel característica al tener contacto con la planta.

Escurremientos.

Los líquidos producidos por el maguey solo se presentaron en el T1, en donde el 95% del contenido en este tratamiento es maguey, el otro 5% corresponde a el harinolina. La media de escurrimientos para dicho tratamiento fue de 103.8 ml.

Como se ha reportado en el trabajo de Díaz (1968), en donde se obtuvo muchos escurrimientos en el ensilaje de maguey, especialmente cuando llegan a alturas a los 2 mts. este mismo autor cita que en las pruebas realizadas anteriormente por Villarreal (1966), se ha podido observar que los escurrimientos casi desaparecen cuando se ensila el maguey con una mezcla de un 20% de paja de cebada o rastrojo de maíz, notándose también su aceptación.

La cantidad de jugos evacuados del material ensilado depende de la turgencia del material a ensilar. Las pérdidas por drenaje no son tan graves a menos que la cosecha sea muy succulenta o que el ensilaje haya sido mojado por la lluvia (Watson y Smith, 1963).

Temperatura

En esta variable se tomaron dos lecturas, una el veintidós de abril del año en curso antes de abrir el silo, la segunda al abrir el silo. En la temperatura no se observó gran diferencia en cambios ya que se empezó la lectura casi al termino de la fermentación, por lo cual no se pudieron observar las diferentes temperaturas presentadas en el proceso de fermentación en el ensilaje.

Teniendo una variedad de temperatura desde los 19.8° C hasta los 23.4°C. En la figura 4.1 se observa las diferentes temperaturas medidas en las lecturas.

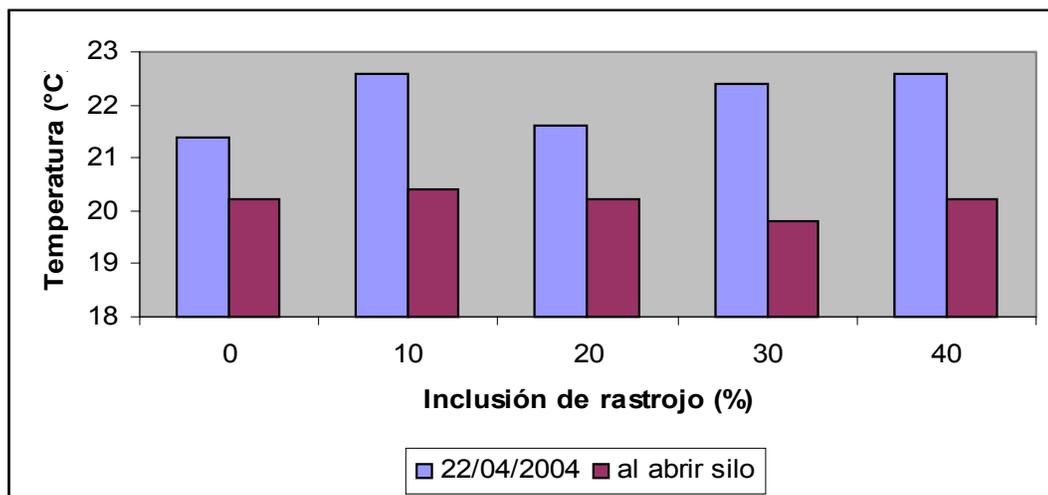


Figura 4.1. Temperaturas de los microsilos de maguey.

La temperatura en la fase aerobia excede los 30 - 32 °C posteriormente disminuye gradualmente y a partir de ese punto prevalecen las condiciones anaerobias (Ensminger, 1990: citado por Parada, 1999).

Al empezar a formarse el ácido láctico la temperatura baja a un rango de 20 a 28°C manteniéndose estable, ya que las BAC pueden crecer en un rango de temperaturas que oscilan entre 5 y 50 °C con una optima de 25 a 40 °C, son capaces de bajar el pH del ensilaje entre 4 y 5 dependiendo de forraje (Holzapfel y schillinger: 1992 citado por Bicingera, 2003).

Si la cosecha es húmeda y ha sido picada, entonces, la temperatura no subirá más allá de los 20 a 25 ° C. Esto se llama proceso de fermentación en frío (Watson y Smith, 1963).

Potencial Hidrógeno

No se observó diferencia en la variable pH entre los cinco tratamientos, ya que se mantuvo constante en un pH de 4, variando solo en las decimales, como se puede observar en la figura 4.2.

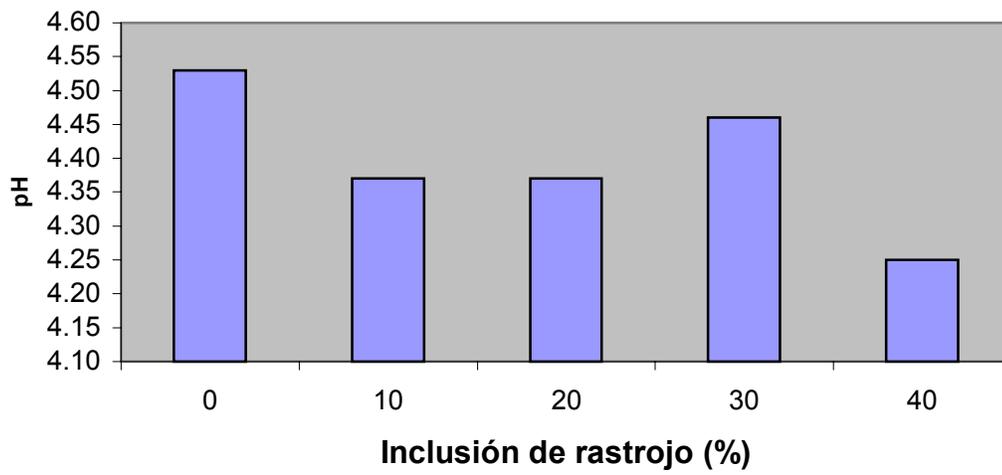


Figura 4.2. Potencial de hidrógeno presentado por los ensilajes de maguey durante el experimento.

Estos resultados nos indican que a pesar de la formación de hongos en algunas repeticiones estas no afectaron a la variable pH, en el ensilaje de maguey.

Un ensilado puede conservar su calidad cuando su pH es inferior a 4.2; sin embargo; valores hasta de 5.0 son aceptables, siempre y cuando existe una elevada proporción de materia seca, si no se logra una acidez adecuada se produce Ácido butírico y ocurre una putrefacción (Bernal, 1988. citado por Bicingera, 2003). Para el caso del presente trabajo el rango de pH estuvo entre 4.04 y 4.99 y no se presento ningún problema de calidad.

Materia Seca Parcial

El contenido de MSP se vio afectada por la cantidad incluida de rastrojo, teniendo una respuesta altamente significativa ($P > 0.000$). En el tratamiento 1, que no contiene rastrojo y el tratamiento dos que contiene tan solo un 10% de este mismo elemento se presentó aproximadamente 70% menos de materia seca parcial, comparados con el tratamiento cinco que contiene un 40% de rastrojo y el tratamiento cuatro con un 30%, los cuales presentaron la mayor cantidad de materia seca parcial (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Contenido de materia seca parcial del maguey ensilado de acuerdo al nivel de inclusión de rastrojo de maíz.

Tratamiento	Media	
5 (40% Rastrojo)	56.2320	A
4 (30% Rastrojo)	50.3180	AB
3 (20% Rastrojo)	46.6300	B
2 (10% Rastrojo)	17.3320	C
1 (0% Rastrojo)	12.7940	C

La materia seca parcial que se contiene en el forraje, es absorbente de humedad, evitando los escurrimientos que provocan las pencas del maguey (Díaz, 1968). El tratamiento que no contiene ninguna cantidad de rastrojo (0% rastrojo y un 95% de maguey), es donde existe menor cantidad de MSP, por lo que en este se obtuvieron los únicos escurrimientos de este experimento, por lo contrario en los tratamientos que contienen de un 10 a un 40% de rastrojo, no hubo tal acontecimiento. Por lo que se puede señalar que a mayor cantidad de rastrojo, mayor es el porcentaje de materia seca parcial, lo que nos indica que con mayor cantidad de materia seca parcial en nuestro ensilado, mayor es la absorción de humedad. Además, el contenido de rastrojo hace más aceptable al alimento por el ganado según Díaz (1968).

Cenizas

El contenido de cenizas se vio afectado por el nivel de rastrojo incluido en cada tratamiento, el resultado fue altamente significativo, en esta variable ($P < 0.000$) la prueba de medias nos indica que el contenido de rastrojo tiene efecto negativo, disminuyendo la cantidad de cenizas, En el primer tratamiento que no contiene ninguna cantidad de rastrojo pero por lo contrario contiene un 95% de maguey se obtuvo un 17.25% de cenizas, el más alto nivel que se obtuvo de esta variable. Siguiéndole el tratamiento que tiene una inclusión de 10% en rastrojo. Comparados estos con los tratamientos que contienen un 20, 30 y 40% de rastrojo contienen una cantidad muy inferior en su contenido de cenizas como se puede observar en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Contenido de cenizas del maguey ensilado de acuerdo al nivel de inclusión de rastrojo de maíz.

Tratamiento	Media	
1 (0% Rastrojo)	17.2580	<i>A</i>
2 (10% Rastrojo)	15.0360	<i>B</i>
3 (20% Rastrojo)	11.5560	<i>C</i>
4 (30% Rastrojo)	10.7120	<i>C</i>

5 (40% Rastrojo)	10.0880	C
-------------------------	---------	---

El tratamiento que contiene un 95% de maguey la mayor cantidad de este elemento, presentó la mayor cantidad de cenizas, ya que el maguey por si solo contiene aproximadamente el doble del porciento de las cenizas que tienen los otros dos elementos (rastrojo y harinolina) utilizados en este experimento (Durán, 2003).

El contenido de cenizas se redujo con la aplicación de rastrojo en los tratamientos. Otra fracción susceptible a modificarse durante el ensilaje es el material mineral. Parte de los minerales pueden perderse por el lavado, pero una gran proporción permanece inalterable o simplemente tomara parte en alguna nueva combinación, y así continuara siendo de valor nutritivo.

Proteína Cruda

Para la variable proteína cruda se observó una alta significancia ($P < 0.000$). La aplicación de menor cantidad de rastrojo obtuvo mayor proteína cruda como se observa en el cuadro 4.3., en el tratamiento que no

contiene ninguna cantidad de rastrojo y que tienen el mas alto porcentaje en el contenido de maguey (95%), se observó el mayor contenido de la variable proteína cruda, siguiéndole el tratamiento 2 el cual contiene tan solo un 10% de rastrojo y un 85% de maguey. En cuanto al tratamiento cinco con un 40% de rastrojo y un 55% de maguey se observo un 50% menos de proteina cruda comparado con el tratamiento que no contienen rastrojo.

Cuadro 4.3. Contenido de proteína cruda del maguey ensilado de acuerdo al nivel de inclusión de rastrojo de maíz.

Tratamiento	Media	
1 (0% Rastrojo)	21.990000	A
2(10% Rastrojo)	17.860000	AB
3 (20% Rastrojo)	16.730000	BC
4 (30% Rastrojo)	11.302000	C
5 (40% Rastrojo)	10.482000	D

El tratamiento uno con un 95% de maguey y 5 % de harinolina obtuvo un 21.99% de PC lo que lo hace un alimento proteico (Church 2000).

El valor proteico de los diferentes tratamientos es rico hablando en términos generales, esto es debido a la adición de harinolina como fuente proteica.

En pruebas posteriores citadas por Villarreal (1966) se logró aumentar el valor proteico, aceptación y cantidad de MS al agregar harina de alfalfa, cebada y algodón en un 3% a un ensilado con un 20% de zacate de cebada. El análisis bromatológico de este ensilado dio un 13.75 % de PC en base a MS.

El incluir rastrojo en nuestro ensilado nos baja el contenido de proteína cruda, como se observa en el resultado de la comparación de medias, pero hay que destacar que al igual que baja esta variable nos incrementa la absorción de humedad que es el factor más importante en este experimento ya que evita los escurrimientos que se observan en el ensilado de maguey.

Extracto Etéreo

La variable EE muestra respuesta significativa ($P < 0.000$) al no aplicar rastrojo (T1). Se observa mayor porcentaje de extracto etéreo cuando

existe un 95% de maguey sin ninguna cantidad de rastrojo. En los tratamientos 1 y 2 que contienen un 10% y un 20% de rastrojo respectivamente obtuvieron una menor cantidad de extracto etéreo, pero en donde se observa una muy baja cantidad de esta variable es cuando se tiene un 30% de rastrojo con un 65% de maguey y un 40% de rastrojo con un 55% de maguey, llegando estos a un 2.366% de extracto etéreo (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4. Contenido de extracto etéreo del maguey ensilado de acuerdo al nivel de inclusión de rastrojo de maíz.

Tratamiento	Media	
1 (0% Rastrojo)	13.386000	A
2 (10% Rastrojo)	8.854000	B
3 (20 % Rastrojo)	9.656000	B
4 (30% Rastrojo)	2.824000	C
5 (40% Rastrojo)	2.366000	C

Al igual que la proteína cruda se observa mayor cantidad de EE en el T1 que no contiene un 0% de rastrojo con un 95 % de maguey, con una gran diferencia al T5, el cual tiene un 40% de rastrojo y un 55% de maguey. En el trabajo realizado por Parada (1999), se observaron incrementos en el contenido de extracto etéreo y proteína cruda, lo que se asocia

negativamente con el contenido de extracto libre de nitrógeno. Por lo que comparemos en este trabajo si ocurre lo mismo con ELN lo cual explicaremos más adelante.

Fibra Cruda

Esta variable muestra significancia ($P < 0.000$), lo que nos indica que es altamente significativa. El contenido de FC es mayor cuando existe más contenido de rastrojo en el ensilaje, como se observa en los tratamientos que contienen un 20, 30 y un 40% de rastrojo, y estando el más bajo en fibra el tratamiento con 95% de maguey (Cuadro 4.5.).

Cuadro 4.5. Contenido de fibra cruda del maguey ensilado de acuerdo al nivel de inclusión de rastrojo de maíz.

Tratamiento	Media	
4 (30% Rastrojo)	27.3820	A
5 (40% Rastrojo)	26.7620	A
3 (20% Rastrojo)	25.9700	A
2 (10% Rastrojo)	20.4240	B
1 (0% Rastrojo)	14.9400	C

El contenido de fibra cruda se vio afectado por la cantidad de rastrojo utilizado para cada tratamiento, a mayor cantidad de rastrojo, mayor cantidad de FC, esto se puede adjudicar a que el rastrojo por si solo es un alimento altamente fibroso, grosero seco, ya que contiene mas del 18% de FC (Church, 2000: citado por Duran, 2003).

Cabe señalar que para ser un elemento considerado energético se debe tener menos del 18% de FC y menos del 20% de PC. En el T1 que no contiene rastrojo tan solo maguey y harinolina, se tiene menos del 18% en FC, pero en cuanto a PC obtuvo más del 20% sugerido para alcanzar la clasificación de ser un alimento energético. Por lo que ningún tratamiento de este trabajo alcanza este nivel, según la clasificación de (Church 2000: citado por Duran, 2003)

Extracto Libre de Nitrógeno

Esta variable es significativa según el análisis estadístico que se realizó ($P < 0.012$), se observa mayor cantidad de ELN cuando existe más de

un 20 aun 30% de rastrojo con un 75 y 65% de maguey respectivamente, por lo contrario, teniendo un menor por ciento de extracto libre de nitrógeno si se tiene menos rastrojo y mayor cantidad de maguey como se observa en el tratamiento 1 que no contiene rastrojo y el 2 que tiene un 10% de este mismo elemento. En cuanto al tratamiento 5 que contiene un la mayor cantidad de rastrojo con un 40% y un 55% de maguey, se obtuvo un 50.61% de extracto libre de nitrógeno (Cuadro 4 6).

Cuadro 4.6. Contenido de extracto libre de nitrógeno del maguey ensilado de acuerdo al nivel de inclusión de rastrojo de maíz.

Tratamiento	Media	
4 (30% Rastrojo)	59.1300	A
3 (20% Rastrojo)	54.1040	AB
5 (40% Rastrojo)	50.6100	BC
1 (0% Rastrojo)	49.5680	BC
2 (10% Rastrojo)	45.6560	C

Esta variable es un dato que se obtiene por diferencia y esta representado por los glucidos altamente solubles o disponibles, esta es la

razón que se encuentra en el contenido de EE y PC se van a reflejar en disminución de ELN, al haber mas proteína y grasas disminuyen los carbohidratos solubles. (Parada, 1999). Por esta referencia se vio obligado a observar este acontecimiento y efectivamente en el presente trabajo se manifestó lo mismo, a mayor proteína cruda y extracto etéreo, menor es el contenido de extracto libre de nitrógeno.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El contenido de rastrojo se mostró altamente significativo en casi todas las variables, lo que nos muestra que la adición de este elemento al

ensilado de maguey si es rentable, ya que evita los escurrimientos y por consecuencia la pudrición del ensilado realizado.

Al incluir rastrojo el nivel de proteína cruda baja en una gran proporción, este hecho se puede solucionar adicionando mayor cantidad de fuente proteica, además, podemos incluir una fuente energética como es la grasa animal, lo que resultaría un alimento muy rico en energía y proteína.

Los mejores tratamientos según lo observado en los resultados, son los tratamientos tres y cuatro que contienen un 20% de rastrojo con un 75% de maguey con un 5% de harinolina el primero, el tratamiento cuatro un 30% de rastrojo, 65% maguey y un 5% de harinolina, ya que las variables se mantuvieron aceptables en estos. Por esta razón se recomienda incluir de 20 a 30 % de rastrojo de maíz al ensilar maguey.

Este experimento nos muestra que el ensilaje de maguey solo, provoca una gran cantidad de escurrimiento y pudriciones, por lo que se recomienda utilizar un absorbente de humedad, como se hizo en este trabajo con el rastrojo de maíz, el cual nos mostró un resultado satisfactorio ya que comprobamos su gran capacidad de absorción.

El mal estado el que se encuentran nuestras praderas por su uso excesivo y las sequías que se presentan en nuestra región, hace necesario el uso de suplementos alimenticios, por lo que el ensilado de maguey es una muy buena opción. Ya que es de bajo costo y se utiliza un desecho de la industria pulquera que no ha tenido uso económico.

Se recomienda que se realicen pruebas de aceptabilidad en el ganado, la adición de fuentes energéticas y aditivos al ensilado de maguey.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar la proporción de inclusión de rastrojo de maíz para evitar los escurrimientos que se manifiestan al ensilar el maguey, así como para utilizar la planta de maguey como una alternativa forrajera y obtener un ensilaje de buena calidad y de bajo costo a partir de las pencas de esta planta. Para ello, se elaboraron 25 microsilos utilizando los botes de plástico, adaptándolos colocando en la parte inferior de este una manguera látex de unos 15 cm. para drenar el excedente de líquidos producidos por las pencas del maguey. Para la preparación del ensilaje se utilizaron las pencas de maguey, rastrojo de maíz y harinolina. Los 25 botes se distribuyeron aleatoriamente en un diseño completamente al azar, teniendo 5 diferentes niveles de rastrojo (0, 10, 20, 30 y 40 %) y cada uno de estos proporcionalmente con maguey, la harinolina se adicionó de forma constante (5%) en todos los tratamientos, ésta utilizada como fuente proteica, teniendo como resultado cinco tratamientos, con cinco repeticiones cada uno. Pasados treinta días después de ensilar se procedió a abrir los silos, tomando temperatura y pH de estos. Las variables a evaluar fueron: escurrimientos, temperatura, pH, materia seca parcial, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, proteína cruda y extracto libre de nitrógeno.

Los líquidos que se producen al ensilar maguey solo se presentaron en el tratamiento uno que no contiene ninguna inclusión de rastrojo, tan solo maguey y el cinco por ciento de harinolina. La mayoría de las variables se observaron altamente significativas, la materia seca parcial se vio afectada por la inclusión de rastrojo con una respuesta altamente significativa ($P>0.000$), el más alto nivel de materia MSP los obtuvo el tratamiento que tiene mayor contenido de rastrojo (40%); se observó una respuesta altamente significativa ($P>0.000$) en el contenido de cenizas, en esta variable en el tratamiento con mayor cantidad de maguey presento más cenizas, disminuyendo estas conforme el por ciento de rastrojo va aumentando y por consecuencia existe menos cantidad de maguey. Cabe señalar el maguey por si solo contiene mayor cenizas que el harinolina y el rastrojo. Para la variable proteína cruda, se pudo observar claramente que el tratamiento uno que contiene un 95 % de maguey tiene el mas alto porcentaje de PC comparado con el tratamiento cinco que tiene un 40% de rastrojo y un 55% de maguey, esta variable se redujo hasta casi un 50%, lo que nos indica que al ir adicionando mayor cantidad de rastrojo la proteína cruda baja, por lo que se recomienda la adición de mas fuente proteica en nuestros ensilados. El

extracto etéreo se presenta altamente significativo ($P > 0.00$), en donde el tratamiento que no contiene rastrojo presentó la mayor cantidad de esta variable. Se observaron incrementos en EE y PC, lo que se asocia negativamente con el extracto libre de nitrógeno, esta variable se obtiene por diferencia y está representado por los glucidos altamente solubles, por esta razón es que se incrementa en los contenidos de EE y PC. En la fibra cruda el tratamiento con un 30 y un 40% de rastrojo fueron los más altos en esta variable, ya que el tratamiento que no contiene rastrojo contiene tan solo la mitad de FC, comparado con el tratamiento con mayor proporción de fibra cruda.

Se concluyó que al adicionar rastrojo baja la proteína cruda pero presenta mayor absorción de humedad por lo que se recomienda la adición de un mayor porcentaje de fuente proteica (hasta un 10%) y además podemos incluir un fuente energética como lo es el cebo de cerdo. Los mejores tratamientos resultaron el que contiene un 20% de rastrojo y un 30% de rastrojo ya que son los más aceptables para tener un ensilado en las óptimas condiciones deseables.

LITERATURA CITADA

- Díaz, M. L. 1968. El ensilado del maguey en la manutención del ganado ovino en el estado de Hidalgo. Tesis licenciatura. UACH. Chapingo, México. p.p 15-22.
- Duran, M. R. 2003. Modelo comparativo entre dos sistemas de producción pecuaria para carne de bovino, en el municipio de Saltillo, Coahuila. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.p 11-25.
- Granados, S. D. 1993. Los agaves en México. UACH. Chapingo, México. p.p 197-201.
- Hughes, Heath y Metcalfe. 1976. Forrajes. Ed. Continental , S.A. México 22, D .F . p.p 581-591.
- Ortegón, R. P. F. 1959. Aprovechamiento del maguey en el valle de Toluca. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.p 15-18.
- Parada. 1999. Evaluación de aditivos para el control de hongos en microensilados de zacate Rye Grass (*lolium multiflorum* LAM) y su impacto sobre el contenido nutritivo. Tesis maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- SEP. 1980. Revista "Como hacer mejor". Año III, No 131. México 12, D.F. Vol XIV: p.p 1-32.
- Tejada. 1983. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. . Patronato de Apoyo a la investigación y Experimentación Pecuaria en México A.C. Sarch, INIP. México. DF.

Torres, A. M. 1995. "El maguey" (agave sp). Monografía licenciatura. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila, México. p.p 3-26.

Watson, J. S y Smith, A. M. 1963. "El ensilaje (silage)". Ed. Continental, S.A. México 22, D. F. p.p 9-129.

Woolford. 2001 . La ciencia y tecnología del proceso de ensilaje. Alltech.

Fuentes de Internet

Hoing y Woolford. 1980. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Devriese et al.1992. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Weiss. 1999. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Holzapfel y Shillinger. 1992. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Hammes. 1992. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

McDonald. 1991. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Woods. 1981. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Spoelstra. 1985. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Van Wiskelaar. 1996. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Driehus. 1987. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Waes. 1987. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Giffel. 1995. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Nout. 1993. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Auerdach. 1996. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Sanaa. 1993. www.turipana.org.co/ensilaje.htm

Rider. 1997. www.fao.org/DOCREP/005/X8486S/x8486s04.htm

Cedeño. 1970. www.revistaelproductor.com

www.salttillo.gob.mx

[www.revistaelproductor.com/marzo2003/ contenido/ensilaje.htm](http://www.revistaelproductor.com/marzo2003/contenido/ensilaje.htm)

www.puc.cl/sw_educ/prodanim/digestiv/fii5b.htm

www.turipana.org.co/ensilaje.htm

www.fao.org/DOCREP/005/X8486S/x8486s04.htm

APÉNDICE

*Tratamiento					
1(0% rastrojo)	14.1000	11.6100	15.1400	9.7200	13.4000
2(10% rastrojo)	17.4600	18.8900	19.4300	14.0100	16.8700
3(20% rastrojo)	37.9600	53.4800	46.4100	51.4600	43.8400
4(30% rastrojo)	49.0700	58.3300	39.3100	56.8300	48.0500
5(40% rastrojo)	53.7400	62.1500	53.2800	54.4100	57.5800

MATERIA SECA PARCIAL

Tabla de datos

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	4	8060.8125	2015.203125	84.0831	0.000
Error	20	479.335938	23.96679		
total	24	8540.148438			

CV =13.35%

Tabla de medias

*Tratamiento	Rep	Media
1(0% rastrojo)	5	12.794001
2(10% rastrojo)	5	17.332001
3(20% rastrojo)	5	46.629997
4(30% rastrojo)	5	50.318001
5(40% rastrojo)	5	56.232002

Resultados de la comparación de medias

Tratamiento	Media	
5(40% rastrojo)	56.2320	A
4(30% rastrojo)	50.3180	AB
3(20% rastrojo)	46.6300	B

*Tratamiento					
1(0% rastrojo)	92.9300	91.3500	91.0700	93.2100	92.7600
2(10% rastrojo)	91.7000	92.9400	93.220	92.9200	92.9200
3(20% rastrojo)	78.1200	82.8900	79.2300	93.9400	92.6900
4(30% rastrojo)	93.1200	88.2500	93.9500	91.0900	83.3100
5(40% rastrojo)	90.7100	93.0400	91.9700	94.2400	86.9000
2(10% rastrojo)	17.3320	C			
1(0% rastrojo)	12.7940	C			

Nivel de significancia = 0.05

MATERIA SECA TOTAL

Tabla de datos

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	4	154.453125	38.613281	2.1000	0.118
Error	20	367.750000	18.387501		
total	24	533.203125			

CV = 4.74%

Tabla de medias

*Tratamiento	Rep	Media
1(0% rastrojo)	5	92.264000
2(10% rastrojo)	5	92.599991
3(20% rastrojo)	5	85.774002
4(30% rastrojo)	5	89.944000
5(40% rastrojo)	5	91.382004

PROTEINA CRUDA

Tabla de datos

*Tratamiento					
1(0% rastrojo)	22.9000	18.9600	24.5200	18.1400	21.9800
2(10% rastrojo)	16.6200	17.9300	17.9300	18.2000	18.6000
3(20% rastrojo)	16.6700	18.5500	17.4600	16.0200	14.9300
4(30% rastrojo)	11.7300	10.1700	11.1100	12.4300	11.0700
5(40% rastrojo)	11.1600	9.6000	10.0700	9.5300	12.0500

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P<F
Tratamiento	4	417.50589	104.376465	45.2007	0.000
Error	20	46.183594	2.309180		
total	24	463.689453			

CV = 9.78 %

Tabla de medias

*Tratamiento	Rep	Media
1(0% rastrojo)	5	21.990000

2(10% rastrojo)	5	17.860000
3(20% rastrojo)	5	16.730000
4(30% rastrojo)	5	11.302000
5(40% rastrojo)	5	10.482000

Resultados de la comparación de medias

Tratamiento	Media	
1(0% rastrojo)	21.990000	A
2(10% rastrojo)	17.860000	AB
3(20% rastrojo)	16.730000	BC
4(30% rastrojo)	11.302000	C
5(40% rastrojo)	10.482000	D

Nivel de significancia = 0.05

CENIZAS

Tabla de datos

*Tratamiento					
1(0% rastrojo)	15.6700	15.0300	18.1200	19.5700	17.9000
2(10% rastrojo)	16.6200	14.8700	15.9000	14.2100	13.5800
3(20% rastrojo)	12.5100	12.9000	12.0300	10.5700	9.7700
4(30% rastrojo)	9.9200	10.2800	11.4900	10.5300	11.3400
5(40% rastrojo)	9.9700	9.7900	11.0200	9.6500	10.2700

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	4	190.255859	47.563965	31.3466	0.000
Error	20	30.347168	1.517358		
total	24	220.603027			

CV = 9.53%

Tabla de medias

*Tratamiento	Rep	Media
1(0% rastrojo)	5	17.257999
2(10% rastrojo)	5	15.036000
3(20% rastrojo)	5	11.556000
4(30% rastrojo)	5	10.712000
5(40% rastrojo)	5	10.087999

Resultados de la comparación de medias

Tratamiento	Media	
1(0% rastrojo)	17.2580	A
2(10% rastrojo)	15.0360	B
3(20% rastrojo)	11.5560	C
4(30% rastrojo)	10.7120	C
5(40% rastrojo)	10.0880	C

Nivel de significancia = 0.05

EXTRACTO ETÉREO

Tabla de datos

*Tratamiento					
1(0% rastrojo)	15.3100	13.0400	10.2300	18.1400	10.2100
2(10% rastrojo)	8.3800	7.6800	8.1200	10.0600	10.0300
3(20% rastrojo)	10.0100	9.1400	10.8500	10.6400	7.6400
4(30% rastrojo)	2.8600	3.1300	2.5600	10.7400	2.8300
5(40% rastrojo)	2.0900	1.8100	2.7500	2.1000	3.0800

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	4	446.576294	111.644073	37.4751	0.000
Error	20	59.583130	2.979156		
total	24	506.159424			

CV = 23.27

Tabla de medias

*Tratamiento	Rep	Media
1(0% rastrojo)	5	13.386000
2(10% rastrojo)	5	8.854000
3(20% rastrojo)	5	9.656000
4(30% rastrojo)	5	2.824000
5(40% rastrojo)	5	2.366000

Resultados de la comparación de medias

Tratamiento	Media	
1(0% rastrojo)	13.386000	A
2(10% rastrojo)	8.854000	B
3(20% rastrojo)	9.656000	B
4(30% rastrojo)	2.824000	C
5(40% rastrojo)	2.366000	C

Nivel de significancia = 0.05

FIBRA CRUDA

Tabla de datos

*Tratamiento					
1(0% rastrojo)	15.3700	13.2100	14.3900	16.5400	15.1900
2(10% rastrojo)	20.5300	18.3600	18.4500	22.6000	22.2400
3(20% rastrojo)	28.7100	29.0600	23.7700	27.6500	20.6800
4(30% rastrojo)	27.5500	27.4200	24.3500	25.3400	32.2500
5(40% rastrojo)	28.0000	25.0500	24.4800	26.5500	29.7300

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	4	568.648438	142.162109	21.7364	0.000
Error	20	130.805664	6.540283		
total	24	699.454102			

CV = 11.07%

Tabla de medias

*Tratamiento	Rep	Media
1(0% rastrojo)	5	14.94001
2(10% rastrojo)	5	20.42400
3(20% rastrojo)	5	25.96997
4(30% rastrojo)	5	27.38200
5(40% rastrojo)	5	26.76199

Resultados de la comparación de medias

Tratamiento	Media	
4(30% rastrojo)	27.3820	A
5(40% rastrojo)	26.7620	A
3(20% rastrojo)	25.9700	A
2(10% rastrojo)	20.4240	B
1(0% rastrojo)	14.9400	C

Nivel de significancia = 0.05

EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO

Tabla de datos

*Tratamiento					
1(0% rastrojo)	38.3900	49.2200	42.5100	57.3300	60.3900
2(10% rastrojo)	46.5700	48.7800	46.8100	42.5300	43.5900
3(20% rastrojo)	60.0800	50.9700	62.0700	45.3000	52.1000
4(30% rastrojo)	55.2500	62.2700	56.9100	58.7100	62.5100
5(40% rastrojo)	50.4400	50.4400	50.6000	49.7100	51.8600

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	4	515.937500	128.984375	4.2110	0.012
Error	20	612.609375	30.630468		
total	24	1128.546875			

CV = 10.68%

Tabla de medias

*Tratamiento	Rep	Media
1(0% rastrojo)	5	49.568001
2(10% rastrojo)	5	45.655998
3(20% rastrojo)	5	54.103996
4(30% rastrojo)	5	59.130005
5(40% rastrojo)	5	50.610001

Resultados de la comparación de medias

Tratamiento	Media	
4(30% rastrojo)	59.1300	A
3(20% rastrojo)	54.1040	AB
5(40% rastrojo)	50.6100	BC
1(0% rastrojo)	49.5680	BC
2(10% rastrojo)	45.6560	C

Nivel de significancia = 0.05