

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**PRODUCCION DE MAIZ FORRAJERO AN 423 CON  
FERTILIZACIÓN ORGANICA EN EL CICLO OTOÑO-INVIERNO  
2009.**

**POR**

**DIEGO ARMANDO LARA DOMÍNGUEZ**

**T E S I S  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN. COAHUILA, MÉXICO JUNIO DEL 2011.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA.

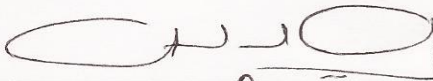
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.

TESIS ELABORADO POR EL C. DIEGO ARMANDO LARA DOMINGUEZ, BAJO  
SUPERVISION DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO.

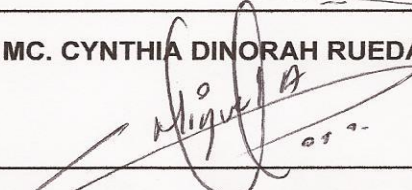
APROBADA POR:

Asesor Principal:



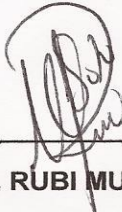
MC. CYNTHIA DINORAH RUEDAS ALBA.

Co Asesor:



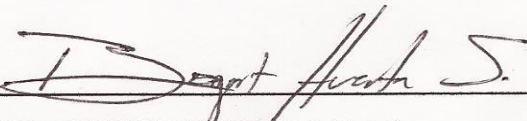
MC. MIGUEL ANGEL URBINA MARTINEZ.

Co Asesor:



ING. RUBI MUÑOZ SOTO.

Co Asesor:



MC. BOGART HUERTA SALAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Dr. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

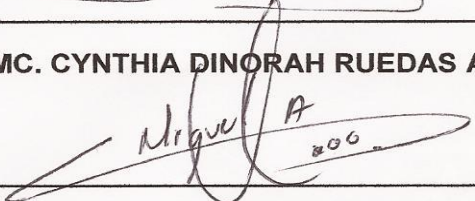
TESIS DEL C. DIEGO ARMANDO LARA DOMINGUEZ QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO.

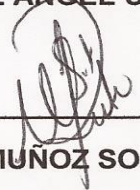
COMITÉ EXAMINADOR:

PRESIDENTE 

MC. CYNTHIA DINORAH RUEDAS ALBA.

VOCAL 

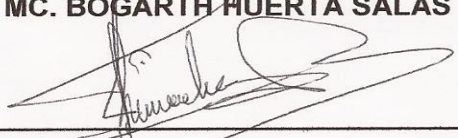
MC. MIGUEL ANGEL URBINA MARTINEZ.

VOCAL 

ING. RUBI MUÑOZ SOTO.

VOCAL SUPLENTE 

MC. BOGARTH HUERTA SALAS



Dr. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREON, COAHUILA

JUNIO DE 2011

## **AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA**

Son tantas personas a las cuales debo parte de este triunfo, de lograr alcanzar mi culminación académica, la cual es el anhelo de todos los que así lo deseamos.

### **A Dios:**

Gracias Señor por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida y lograr otra meta más en mi carrera, guía mis pasos por los nuevos senderos que caminaré para alcanzar el éxito y la felicidad.

### **A mis padres Raúl Lara Medina y Ofelia Guadalupe Domínguez Esquer:**

Por su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida. Gracias por guiarme sobre el camino de la educación. Es difícil encontrar las palabras apropiadas para decir gracias por haberme regalado lo más preciado, el derecho a la vida y por su apoyo y esfuerzo que han realizado para sacarme adelante en la formación profesional, hoy más que un logro mío es de ustedes mil gracias.

### **A mi novia Yuridia López Ayala:**

Por su apoyo, comprensión, paciencia y amor que me brindó en esta etapa de mi vida y que me permitieron sentir poder lograr lo que me propongo. Gracias por escucharme, por estar a mi lado y por tus consejos, gracias por ser parte de mi

vida; eres lo mejor que me ha pasado. Gracias por hacer de esos momentos un verdadero vivir. Te amo mi chaparrita.

**A mis hermanos Raúl Rene Lara Domínguez y María Esther Lara Domínguez:**

Por sus comentarios, sugerencias y opiniones que me han brindado para seguir adelante en la vida y en el ámbito profesional, los quiero mucho y siempre estaré con ustedes para apoyarlos.

**A mis abuelos:**

Por encomendarme siempre con Dios para que saliera adelante. Yo se que sus oraciones fueron escuchadas. Los quiero mucho y trataré de siempre ayudarlos como ustedes lo hacen cuando yo lo necesito mil gracias.

**A mis tíos Arturo Domínguez Esquer y René Domínguez Esquer (q.e.p.d):**

Por ser mis grandes tíos y amigos del mundo, por todos los consejos que me brindaron para salir siempre adelante y que le pusiera ganas al estudio para ser alguien en la vida; aunque sus presencias no estén con nosotros siempre los llevaré en mi corazón.

**A todos mis amigos:**

Que estuvieron conmigo y compartimos tantas aventuras, experiencias, desveladas y triunfos pero que de alguna manera seguimos adelante y

logramos el objetivo que teníamos propuesto. Les deseo éxito en esta nueva etapa de nuestra vida.

**A mis maestros:**

Que participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera, sin su ayuda y conocimientos no estaría en donde me encuentro ahora.

**A mis asesores Salvador Ávila Godoy y Cynthia Dinorah Ruedas Alba:**

Por permitirme ser parte del grupo de trabajo. Sus consejos, paciencia y opiniones sirvieron para que me sienta satisfecho en mi participación dentro del proyecto de investigación.

Por último quiero dar las gracias a todos aquellos que me han devuelto una sonrisa, a todos aquellos que me ofrecieron un pan en tiempos difíciles, a todos aquellos que han puesto de su parte para que el trajín diario sea más llevadero y muy en especial a la vida que, me ha dado tanto.....

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA.....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>IX</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Metas .....	4
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
2.1 Importancia del maíz forrajero .....	5
2.2 Producción de forraje verde .....	6
2.3 Producción de materia seca .....	7
2.4 Ensilaje .....	8
2.5 Ventajas del ensilaje .....	10
2.6 Desventajas del ensilaje .....	11
2.7 Ensilaje de maíz .....	11
2.8 Elevado rendimiento potencial .....	12
2.9 Versatilidad del cultivo de maíz .....	12
2.10 Valor nutritivo .....	12
2.11 Facilidad de manejo .....	12
2.12 Melaza .....	12
2.13 Características de la planta, rendimiento y calidad del maíz como forraje	15
2.14 El maíz como cultivo forrajero .....	16
2.15 Importancia del cultivo de maíz .....	21
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
3.1 Localización del experimento .....	24
3.2 Genotipo .....	24
3.3 Densidad de siembra .....	25
3.4 Sistema de riego .....	25
3.5 Fertilización .....	25
3.6 Control de plagas y enfermedades .....	26

3.7 Diseño experimental .....	26
3.8 Tratamientos .....	26
3.9 Distribución de los tratamientos .....	26
3.10 Determinaciones realizadas en el suelo .....	27
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>28</b>
<b>V CONCLUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>VI BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>33</b>



## RESUMEN

En México, la producción de maíz como forraje cobra gran importancia por ser una fuente básica de alimentación de la especie pecuaria; en la producción de leche y carne en la cual la demanda de forraje se ha incrementado día con día. Por lo que el hombre se ve precisado a incrementar la cantidad y calidad de los alimentos producidos; siendo el forraje uno de los ingredientes principales en las raciones del ganado (Villalobos, 1992).

La conservación del forraje es una excelente alternativa ya sea realizada por deshidratación (heno) o por fermentación (ensilado).

El ensilaje del maíz juega un papel muy importante en la dieta diaria de los rumiantes como una excelente fuente de energía y fibra necesaria para un funcionamiento normal del rumen.

Es una de las alternativas en dos de las actividades ganaderas más importantes en nuestro país; la producción especializada de leche y engorda de ganado en corrales.

Existe información en la cual se señala el efecto positivo de mantener o incrementar la materia orgánica del suelo sobre sus propiedades químicas (Contreras *et al.*, 1995; Rivero y Paolini, 1995; Salas y Ramírez, 2001), físicas (Sevilla *et al.*, 1996; Whalen *et al.*, 2003) y biológicas (Carpenter *et al.*, 2000) así como su contribución en el rendimiento del maíz (Leite *et al.*, 2003) que justifica el uso de materiales orgánicos como una alternativa en la recuperación de la fertilidad del suelo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento del híbrido de maíz AN-423 bajo fertilización orgánica y química como repetición al cultivo del mismo proyecto instalado en el ciclo PV, utilizando únicamente los tratamientos con mayor rentabilidad en las mismas dosis del ciclo mencionado, los cuales fueron Vermicomposta, Químico y Fertilización Cero, el cual se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, en el ciclo OI de 2009.

**PALABRAS CLAVE:** fertilización química, fertilización orgánica, forraje, vermicomposta.

## I.- INTRODUCCIÓN

En México, la producción de maíz como forraje cobra gran importancia por ser una fuente básica de alimentación de la especie pecuaria; en la producción de leche y carne en la cual la demanda de forraje se ha incrementado día con día. Por lo que el hombre se ve precisado a incrementar la cantidad y calidad de los alimentos producidos; siendo el forraje uno de los ingredientes principales en las raciones del ganado (Villalobos, 1992).

Para conseguir una alta eficiencia en los sistemas de alimentación con maíz forrajero, es necesario conocer los requerimientos nutricionales de las especies que estamos explotando, así como el contenido de nutrientes del forraje que vamos a proporcionar. Tomando en consideración una buena digestibilidad de materia seca (MS) y materia orgánica (MO), aceptabilidad, entre otros. De igual manera, es necesario e imprescindible el utilizar semillas de buena calidad, que estén adaptadas a las condiciones de la región y promisorias para el establecimiento del cultivo (Rodríguez 2000).

La producción de forraje a base de maíz tiene un periodo relativamente corto de aprovechamiento, lo que hace necesario buscar alternativas que permitan su utilización posterior al corte. Además, la alta producción y su corto periodo de cosecha (corte) del maíz forrajero, no toda puede utilizarse en verde. Por lo tanto, es necesario buscar y aplicar otras alternativas de conservación que mantengan la calidad nutrimental de esta fuente de alimento.

La conservación del forraje es una excelente alternativa ya sea realizada por deshidratación (heno) o por fermentación (ensilado).

El proceso de ensilar mantiene el contenido nutrimental del forraje así como su calidad y aceptación para la alimentación animal, principalmente por su olor característico. El Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), Institución dedicada al mejoramiento genético del maíz con la finalidad de obtener plantas con mejores características forrajeras. Líneas de maíz forrajero que pueden ser una alternativa de solución en la alimentación animal como una planta con potencial forrajero. Que además tenga aceptabilidad, buen contenido nutrimental y una buena digestibilidad (Galván 1994).

## **1.1 OBJETIVOS**

Determinar la cantidad de forraje verde y materia seca, características agronómicas y rentabilidad del forraje en las condiciones agroclimáticas de la Comarca Lagunera en la variedad de maíz forrajero AN-423 en el ciclo OI 2009.

## **1.2 METAS**

Demostrar que la variedad de maíz AN-423 es similar o superior en capacidad de adaptación, rendimiento y calidad a los que actualmente son utilizados en la región para producción de forraje.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Importancia del maíz forrajero

El ensilaje del maíz juega un papel muy importante en la dieta diaria de los rumiantes como una excelente fuente de energía y fibra necesaria para un funcionamiento normal del rumen.

Es una de las alternativas en dos de las actividades ganaderas más importantes en nuestro país; la producción especializada de leche y engorda de ganado en corrales.

La utilización de maíz forrajero para la alimentación del ganado ha sido y sigue siendo una de las prácticas que mejores resultados han dado, debido a su alto rendimiento, valor nutritivo y la posibilidad de almacenarse como ensilaje para épocas de escasez (Torralba, 1999).

Este forraje se proyecta como una opción muy importante para el cambio de patrón de cultivos forrajeros, substituyendo parcialmente otras especies altamente demandantes de agua como la alfalfa. El maíz forrajero presenta varias ventajas que determinan su utilización entre las que destacan la versatilidad de su empleo ya que el ganado, lo consume en verde, seco y ensilado. El forraje es simplemente la materia verde de la planta que comprende el tallo y las hojas, es la parte vegetativa con o sin fruto y flores; cuando mas porcentaje de tallo tenga, menos será la calidad de forraje, es un

alimento tosco que contiene más del 18% de fibra bruta (Villalobos, 1992; Crampton y Harris, 1968)

Tiene un alto valor energético debido a su alta concentración de glúcidos en la planta y almidones en el grano, su contenido de proteína es aceptable y tiene una buena cantidad de caroteno. Comparándolo con otros forrajes, el maíz aporta más nutrientes digestibles totales y una mayor disponibilidad de energía para el animal; así mismo presenta un bajo contenido de carbohidratos estructurales (40 % de hemicelulosa) y lignina y un contenido relativamente alto de carbohidratos no estructurales (46 % azúcares hidrosolubles y almidón), mientras que el nivel de proteína es de 9 % (Villalobos, 1992).

## **2.2 Producción de forraje verde**

El forraje verde de maíz, aunque pertenezca a una variedad de maíz blanco tiene un valor de vitamina "A", se debe esto a que los tallos y las hojas por ser verdes contienen una cantidad de caroteno mayor que el grano. El valor de la vitamina "A" de un forraje seco de maíz es muy variable y depende de que las hojas y tallos estuvieran verdes cuando se recolecten en la cosecha y de la forma de que se haya hecho la desecación.

El forraje verde de maíz puede proporcionar una cantidad considerable de vitamina "D" sí no se corta antes de la fase en que los granos se hacen dentados. Casi toda la vitamina "D" se encuentra en las partes secas. El rastrojo contiene aproximadamente la cuarta parte de las proteínas digestibles y una

cuarta parte de la Energía Neta de la cosecha de maíz para grano (Flores, 1983).

### **2.3 Producción de materia seca**

Se ha observado que en el caso del maíz, cuando la planta tiene un 35 % de materia seca, se obtiene la mayor producción de la misma, y esto corresponde en el momento en que el grado de madurez se encuentra en estado masoso-lechoso. Este nivel de producción decrece al aumentar o disminuir el por ciento de materia seca contenida en la planta (Jorgensen y Crowley 1976).

El maíz puede ser cosechado a lo largo de un periodo mucho más prolongado que la mayoría de los forrajes, y en esta decisión debe tenerse en cuenta la materia seca total, la calidad de la hoja y la pérdida de materia seca por deterioro en el campo (Gross, 1969).

Rutger y Crowder (1967) trabajando con maíz para ensilaje de diferente maduración, con 35 – 40 % de materia seca, obtuvo que el rendimiento de ensilado fresco en los híbridos tardíos, era considerablemente mayor que el rendimiento de los híbridos tempranamente cosechados.

En un estudio hecho por Risse, (1970) sobre la composición de diversos ensilados, cuando el maíz se encontraba en la fase lechosa, encontró un 22.5 % de materia seca. Son'ko *et al.*, (1986) investigando sobre el ensilaje de maíz de diferente estado de madurez, reporta para maíz ensilado en estado lechoso 21.1 % de materia seca, en estado masoso-lechoso, 26.8 % de materia seca,



en estado masoso 31.2 % de materia seca y en la fase de maduración completa 36 % de materia.

## **2.4 Ensilaje**

A la materia procedente de la fermentación controlada con un gran contenido en humedad se le conoce con el nombre de ensilaje. El ensilaje es una práctica de conservación de forrajes verdes, tubérculos, raíces de residuos industriales destinados a la alimentación del ganado, y consiste en ponerlos en grandes masas comprimidas fuera del contacto del aire, para provocar en la masa acuosa una fermentación anaerobia que asegure su conservación (Methods, 1947).

La conservación de una cosecha por medio del ensilaje comienza por el empacado del producto verde, en un depósito de cierta forma, pero es de suma importancia manifestar que el procedimiento deberá ser de tal naturaleza que los cambios puedan ser regulados y que el alimento no llegue hasta las condiciones de putrefacción Rutger, (1967).

El ensilaje es un proceso sencillo, pero en algunas ocasiones puede haber fallas. La más común es la falta de compactación, que da origen a un exceso de oxígeno dentro del forraje y una fermentación inicial muy fuerte, con elevación de temperatura (cualquier elevación más de 40° C se considera excesiva), que resulta un mal sabor del ensilaje y pérdida de proteína.

Para un ensilado de buena calidad, el aire debe ser excluido completa y rápidamente del forraje ensilado, la buena compactación es esencial; si el forraje no se compacta bien, queda atrapado en él una gran cantidad de aire y esto ocasiona que la actividad sea incrementada y prolongada de las bacterias aeróbicas. Esto conduce al desarrollo de un gran número de bacterias putrefactoras, proteolíticas y la producción de ácido butírico que es indeseable.

Todo forraje que ha quedado suelto, sin apretar lo suficiente llega alcanzar temperatura de 50°C a 70° C durante el proceso de ensilaje. A esta temperatura y como resultado del calentamiento se puede tener pérdidas de elementos nutritivos hasta un 50 %.

Una buena compactación puede obtenerse ensilando el material con el nivel correcto de humedad, picándolo fino y llenando el silo con rapidez, para una preservación apropiada, el material forrajero debe contener suficiente carbohidratos disponibles para que pueda efectuarse la fermentación y la producción de ácido láctico.

Un contenido bajo de calcio y de proteínas en el forraje también favorece la fermentación y la preservación adecuada (Flores, 1986).

El objetivo perseguido cuando se realiza el ensilado, es conseguir dentro del forraje ensilado una concentración suficiente de ácido láctico, producido como resultado de la presencia de microorganismos en la cosecha segada, para

inhibir otras formas de actividad microbiana y conservar de este modo el producto hasta el momento en que sea necesario su uso (Barnett, 1957).

Barnett (1957), Hadgson y Reed (1964) en diferentes años coinciden con las ventajas y desventajas del ensilado y estas las muestro a continuación:

## **2.5 Ventajas del ensilaje**

- Los cultivos pueden ser cosechados en el momento en que los valores nutritivos son más altos.
- El forraje ensilado, bien realizado, durará indefinidamente con la condición de que esté protegido del aire y lluvia.
- Proporciona un alimento voluminoso y nutritivo, esencial en épocas de crisis forrajera.
- El ensilado es un alimento muy apetecible y suavemente laxante.
- Ocasiona menos desperdicio.
- Los ensilados presentan mejor eficiencia energética que los henos en producción de leche.
- Buena fuente de caroteno para los animales en la estación seca.
- El ensilaje aumenta el número de animales que pueden ser alimentados con el producto de un área determinada.

- Las pérdidas de realización del ensilado son menores a las que tiene lugar al preparar el heno.

## **2.6 Desventajas del ensilaje**

- Siempre hay pérdidas de elementos nutritivos por la fermentación.
- Si esta mal hecho puede perderse casi la totalidad del forraje verde utilizado.

## **2.7 Ensilaje de maíz**

El ensilaje de maíz proporciona el mejor sistema de aprovechamiento de la totalidad de la planta. En condiciones de suelo adecuadas para el maíz, solamente el sorgo tiene posibilidad de competir con éxito en rendimiento y calidad de forraje. El maíz sin embargo puede aventajar a los sorgos en digestibilidad (Peñagarano *et al.*, 1975).

Más aun, hay información de ensilajes de cultivos de sorgo que presentan calidad nutricional similar e inclusive superior que la del ensilaje de maíz, con mayor digestibilidad y menor concentración de lignina, que han permitido obtener mayores ganancias de peso en novillos (De León *et al.*, 2004).

El ensilaje de maíz ha sido el suplemento predilecto en establecimientos lecheros o de carne por todas las ventajas que posee. Entre las cualidades del ensilaje de maíz destacan:

**2.8 Elevado rendimiento potencial:** En suelos apropiados se logran 17,000 Kg. de materia seca/Ha; lo que representa obtener en solo 6 meses, un 20 % más de lo que produce una pradera en un ciclo completo.

**2.9 Versatilidad del cultivo de maíz:** Según las necesidades del momento, se puede suministrar directamente al ganado, puede ser cosechado para ensilar o si se ha plantado adecuadamente, permitir el desarrollo del grano.

**2.10 Valor nutritivo:** Es un alimento de elevado contenido energético, es un buen suplemento cuando hay escasez de pasturas, con la ayuda del ensilaje se puede mantener una producción constante durante todo el año.

**2.11 Facilidad de manejo:** Se adapta bien a la manipulación mecánica, ya sea en la cosecha o al racionar (The New Zealand Farmer, 1978).

Desde el punto de vista del rendimiento total en elementos nutritivos, el maíz debe segarse para ensilarlo cuando un 75% de los granos de la mazorca ya se han endurecido. Si se corta menos, en sazón su contenido de proteína es mayor, pero el ensilaje no tiene tan buen sabor, ni es menor el rendimiento por hectárea (Hodgson y Reed 1964).

## **2.12 Melaza**

La melaza es utilizada con mayor frecuencia en los EE. UU para mejorar el ensilaje de las cosechas de los forrajes. Esta aumenta en tal grado el contenido

de azúcar de la masa que se produce durante la fermentación, una cantidad suficiente de ácido para conservar debidamente el ensilaje.

La cantidad de melaza necesaria por cada tonelada de forraje verde varía desde 20 Kg. (14.6 litros) para las gramíneas forrajeras o los cereales verdes y hasta 40 Kg. (29.2 Litros), para las leguminosas al iniciarse la floración o antes.

La adición de melaza, mejora sensiblemente la calidad del ensilaje de las leguminosas o gramíneas, demasiados pobres en Materia Seca para que pueda obtenerse con ellas un ensilaje de calidad satisfactoria.

La riqueza en carotenos es mayor cuando se añade melaza al forraje, la mayor parte del valor nutritivo de la melaza que se añade permanece en el ensilaje, pues el azúcar de la melaza se convierte casi totalmente en ácido láctico y acético, que poseen valor alimenticio.

Se estima que el 75 %, por lo menos, del valor nutritivo de la melaza queda en el ensilaje (Morrison, 1956).

Cummins, (1970) en 7 cosechas realizadas en maíz para forraje a intervalos de una semana, desde el estado lechoso tardío a estado de madurez del grano observó que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y el contenido total de los carbohidratos en la mazorca se incrementa con la madurez y después baja. El contenido total de los carbohidratos disponibles y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, en las hoja generalmente decrece con la maduración. Los cambios observados en la calidad de tallo y mazorca se reflejan en la calidad

total en la planta, el rendimiento de forraje verde generalmente decreció con la madures.

Investigaciones realizadas en Ontario por Daynard y Hunter (1975) demuestra que el máximo rendimiento de materia seca en toda la planta de maíz normalmente se alcanza días antes de que se alcance el máximo de peso seco en el grano. Durante el periodo intermedio los carbohidratos se traslocan del tallo al grano, pero el peso global de la materia seca en la planta no se incrementa. Sí solamente se va a cosechar el grano, la cosecha se retrasa hasta que el grano alcanza el máximo de peso seco, pero si se ha de usar toda la planta, la cosecha se puede realizar en fecha más temprana.

En este estudio realizado por Daynard con el objetivo de determinar que tan temprano, en términos de humedad de toda la planta se puede cosechar el maíz para ensilar la planta completa sin pérdidas de la productividad de materia seca; encontró que los máximos rendimientos de materia seca de toda la planta se alcanzaron cuando la planta ha madurado completamente a un contenido de humedad del 66 %, los resultados demuestran que la digestibilidad de materia seca es relativamente constante en un rango de humedad de 56 % al 76 % por lo que el estado de madurez de la planta no tiene un efecto marcado en la digestibilidad del forraje.

Fairey, (1982). Trabajando con localidades, madurez de la planta, la importancia del grano y el rastrojo para calidad forrajera, reportó que el rendimiento en grano no es un buen parámetro para predecir rendimientos en

producción de forraje; sugiere la selección de híbridos para la producción de grano y evaluar independientemente las características para valorar la propiedad de una variedad para forraje.

Algunos estudios indican que la utilización de híbridos de maíz para la producción de forraje, de maduración posterior a aquellos considerados normalmente para producción de grano, puede ser benéficos desde el punto de vista de rendimiento de materia seca, pero la selección de genotipos de maíz más apropiados para la producción de forraje debe basarse en los resultados de digestibilidad *in vitro* de toda la planta y el rendimiento de materia seca.

También los resultados obtenidos por Fairey, (1982), indican que los híbridos de maduración temprana producen rendimientos bajos de materia seca digestible a comparación de los híbridos de maduración mediana y tardía; y a una mayor densidad (100,000 plantas/Ha), se obtienen mayores rendimientos en materia seca digestible que a una menor densidad (75,000 plantas/Ha.). Un incremento exagerado en la densidad de siembra puede dar una baja en el valor nutritivo del maíz forrajero.

Flores, (1980) determinó que el maíz se corta cuando sus granos pasan del estado lechoso al vidrioso. En un estado más avanzado de maduración, el ensilaje resulta menos apetitoso para los animales y su rendimiento nutritivo es proporcionalmente menos por haber aumentado la cantidad de celulosa o fibra, con lo que se rebaja la digestibilidad total y si se corta antes del estado lechoso los principios nutritivos disminuyen y la calidad del ensilaje es demasiado mala.



### **2.13 Características de la planta, rendimiento y calidad del maíz como forraje.**

Roth et al., (1970) considera que existe variabilidad genética factible de explotarse en los caracteres, peso total de la planta, relación mazorca–follaje, digestibilidad de materia seca in vitro, proteína cruda, constituyentes de la pared celular, fibra y lignina; estos caracteres son los más importantes para determinar la calidad de forraje de maíz.

Rodríguez, (1985) concluye que los caracteres agronómicos más estrechamente relacionados con el rendimiento de maíz fueron; altura de la planta, altura de la mazorca, número de hojas. En menor escala días de floración masculina y días de floración femenina.

Rodríguez, (2000) considera que la altura de la planta de maíz influye en la producción de materia seca, también afirma que el tamaño de la mazorca está dado por el número de hilera, por mazorca y el número de granos por hilera.

Van Soest, (1998) señala que las hojas contienen la mayor parte de las proteínas y partes más digeribles. También afirma que las prácticas de cosecha causan grandes pérdidas de hojas, estando estrechamente relacionadas con la madurez de la planta, además dice que el valor nutritivo de los granos en maíz se centra en el contenido del mismo.

Reta *et al.*, (2001) concluye que es imposible incrementar el rendimiento de forraje seco en maíz forrajero sin disminuir la calidad del forraje realizando algunos cambios en el sistema de producción tradicional, dirigidos a incrementar la eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar y los insumos aplicados al cultivo.

#### **2.14 El maíz como cultivo forrajero**

El maíz forrajero es muy cultivado para la alimentación de ganado. Se recoge y se ensila para suministro en épocas de no pastoreo, la siembra se efectúa de forma masiva si se utiliza como alimento en verde, de manera que la densidad de plantación de semilla de 30 Kg. a 35 Kg. por hectárea se siembra en hileras con una separación de una a otra de 70 cm. a 80 cm. y con siembra a chorrillo, se recogen variedades con alta precocidad para mejorar el desarrollo de la planta.

El valor nutritivo del ensilaje destaca por su valor energético tanto en proteínas como en sales minerales, el contenido de materia seca del maíz ensilado se consigue con un forraje bien conservado (Infoagro, 2007).

El creciente aumento de la demanda de maíz forrajero en las cuencas lecheras del país, plantea la necesidad de definir estrategias que identifiquen fuentes de germoplasma y se aproveche el potencial genético existente a través de programas de desarrollo genético para mayor producción y calidad forrajera (peña et al, 2004)

Los maíces forrajeros se diferencian de los graníferos, por el desarrollo de la parte aérea, el llenado del grano, el mantenimiento de la planta verde en el momento de corte, el porcentaje de materia seca, la digestibilidad y el consumo animal. El silaje de maíz, es considerado como un alimento energético y su valor nutritivo está en función de la digestibilidad y de los factores que la afectan. Un criterio de selección es el uso del carácter materia seca digestible.

El valor forrajero de las líneas endocriadas está determinado no sólo por su rendimiento, sino también por su capacidad de producir combinaciones híbridas superiores al cruzarse entre sí, siendo la prueba de la aptitud combinatoria general la que determina dicho valor. La heterosis manifiesta en cada cruce representa la aptitud combinatoria específica (Funaro, 2007).

La cosecha para forraje debe realizarse cuando los granos de maíz se encuentran en estado “lechoso” o “masoso”, de preferencia en el último, por ser cuando se obtiene el equilibrio de la máxima calidad y el óptimo rendimiento. Bajo estas condiciones, el forraje verde contiene aproximadamente el 70% de humedad y un óptimo contenido de hidratos de carbono fácilmente fermentable y aprovechable si se somete a ensilar. Se ha demostrado que el forraje verde que se cosecha después de la época oportuna para realizar el corte, disminuye la proteína bruta y aumenta la celulosa, lo que determina una reducción gradual del valor nutritivo (Robles, 1983).

Un buen maíz forrajero debe poseer cualidades como las siguientes: el rendimiento de forraje verde mayor de 50 ton/Ha rendimiento de forraje seco o

materia seca mayor a 25%, valor relativo de forraje mayor a 120, energía neta de lactancia mayor a 1.45 MgCal/Kg, digestibilidad de la materia seca mayor a 65%, contenido de fibra detergente ácido menor al 30% y contenido de fibra detergente neutra menor a 60% (Vergara, 2002).

El silaje es utilizado con dos objetivos: cubrir el requerimiento animales en el periodo invernal y balancear nutritivamente en el aporte de las praderas durante la época en que estas presentan déficit de energía.

Existen varias razones que explican la creciente adopción del silaje de planta entera de maíz por parte de los productores: alta producción de materia seca por hectárea, produce más energía digestible por hectárea que cualquier otro cultivo forrajero, excelente aptitud para el ensilado por su alto contenido de carbohidratos no estructurales solubles y la baja capacidad buffer o tampón y además, permite una mayor independencia de las condiciones climáticas para su confección comparado con otros sistemas de conservación forrajera (daña, 2005).

La calidad de la planta ha sido poco considerada en el mejoramiento genético, dado que se buscó incrementar el rendimiento en grano y la rusticidad del tallo (aumentando el contenido de componentes estructurales, por ejemplo la fibra).

Entre los factores que afectan la calidad nutritiva del silaje de maíz, se destacan: el contenido en granos, la calidad del tallo y las hojas, componentes

que están estrechamente relacionados con la concentración y la digestibilidad de la pared celular.

Las decisiones de manejo del cultivo y de la práctica del ensilado: densidad de plantas a cosecha, tipo de híbrido, momento y altura de corte, tipo de silo, tamaño de picado deberán tender a un alto rendimiento productivo con un elevado valor nutritivo (Gutiérrez et al, 2007).

El uso de maíz para forraje, ya sea como planta en pie o ensilado es una práctica común en todos los países de agricultura avanzada, ya que contribuye a resolver el problema que plantea la estacionalidad de la producción forrajera frente a requerimientos animales de relativa constancia.

Se adapta para la conservación y posterior alimentación del ganado debido a tres causas principales:

- a.- Alto volumen de producción en un solo corte.
- b.- Alto contenido de hidratos de carbono fácilmente aprovechables.
- c.- Relativa amplitud del período de cosecha (Beriola, 2002).

La planta completa de maíz es un importante forraje para muchas actividades lecheras o cárnicas (pecuarias). El incremento de las demandas nutricionales para una respuesta animal óptima es un desafío para los productores de maíz, que deben seleccionar y manejar híbridos de gran producción de materia seca con características de calidad apropiadas (Margiotta et al, 2002).

La planta del maíz forrajero es de porte robusto, de fácil desarrollo y producción anual; el tallo es simple, erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar hasta los 4 m de altura, es robusto y sin ramificaciones, por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa, si se realiza un corte transversal, con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta; la inflorescencia masculina presenta una panícula de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos, en cada florecilla que compone la panícula se presentan 3 estambres donde se desarrolla el polen; la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 ó 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral; las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presentan vellosidades, los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes; las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta, en algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo.

## **2.16 Importancia del cultivo de maíz**

El maíz es por mucho el cultivo agrícola más importante de México, tanto desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. Analizando al maíz en relación con los demás cereales que se producen en México (trigo, sorgo, cebada, arroz y avena, principalmente), en cuanto a la evolución del volumen de la producción de maíz, la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1996

a 2006 fue de 2.0%, no obstante los decrementos registrados en 2002 y 2005 en la producción obtenida de -4.1 y -10.8%, respectivamente.

El cultivo de maíz en México se caracteriza por la producción de una amplia gama de variedades, por lo que es posible generar una gran cantidad de productos finales: tortillas, forraje para animales, almidones, glucosa, fructosa, dextrosa, aceites, botanas, etanol para bebidas o como insumo en la producción de biocombustible, etcétera (Infoagro, 2007).

El forraje de maíz es un alimento excelente para los rumiantes debido al elevado contenido de energía que aporta el grano, a través del almidón. El silaje de maíz se usa como fuente de energía y su bajo contenido proteico puede ser corregido a través de tortas de algodón, soja o girasol, o en parte con el agregado de urea a la ración o durante el proceso de ensilaje. En el hemisferio norte interviene en los sistemas de producción como un eslabón fundamental en los esquemas nutricionales. Su destino en EE.UU. está catalogado generalmente para grano; sin embargo, tiene una importancia sustancial como forrajero en muchas áreas meridionales donde es posible su cultivo.

Se cosechan por año, cerca de 2,4 millones de (ha) de maíz para silaje, siendo Wisconsin el estado con mayor superficie cultivada (300.000 ha). En la Unión Europea es actualmente el cultivo forrajero más importante para el ganado lechero, ya que se pican para silaje más de 3,3 millones de ha, muchas de ellas en las áreas del norte (Solamente el 20 % se siembra en las del sur). Como

consecuencia, el mejoramiento específico para silaje se realiza en materiales con ciclo de muy a semi precoz (Sian, Sagarpa, 2007).

La Comarca Lagunera es una de las cuencas lecheras más importantes en el ámbito nacional, con aproximadamente 214 mil cabezas de ganado bovino lechero en producción, que producen 1.73 millones de litros de leche diarios.

La magnitud de este sistema de producción plantea la necesidad de estrategias para la producción de forraje para su manutención.

El maíz se ha seleccionado como un forraje de importancia, pues se considera una planta de alta producción, energética y palpable. Hace diez años, el 52% de los agricultores utilizaban materiales mejorados (Gutiérrez, 1992) y actualmente el 93% (Aguilar et al., 2000), el resto utiliza variedades criollas y generaciones segregantes de híbridos (Gutiérrez, 1992).

Estudios en la Comarca Lagunera, indican que el maíz es viable cuando en promedio produce 6 t ha<sup>-1</sup> de grano y superen las 45 t ha<sup>-1</sup> de forraje verde con manejo óptimo (Espinoza et al, 2003).



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del experimento**

El experimento se realizó en dos etapas, la primera considero la evaluación agronómica de los materiales durante los ciclos PV, mientras que la que compete este trabajo fue en el ciclo OI, el cual se llevo a cabo en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Unidad Laguna en la ciudad de Torreón, Coahuila la cual está localizada geográficamente entre los paralelos 25° 30’ de latitud norte y los meridianos 103° 32’ de longitud oeste a una altura sobre el nivel del mar de 1120 msnm (Progresas 1995).

#### Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera

Las características agroclimatológicas regionales son temperatura media de 21° anuales. Su clima es clasificado como muy seco con deficiencia de precipitación durante todas las estaciones del año. Los datos promedio de temperatura indican una media de 27° para el mes más caluroso y la precipitación anual promedio es de 150mm a 250 mm anuales y la evaporación potencial es de 2173 mm. (Aguirre S O. 1981).

#### **3.2 Genotipo**

Se utilizó el híbrido AN-423, la cual ha demostrado alta en rendimiento, tolerancia a plagas, enfermedades y algunas condiciones de sequía.

### 3.3 Densidad de siembra

Se utilizó una densidad de siembra de 88,888 plantas/ha.

### 3.4 Sistema de riego

Se empleó sistema de riego por gravedad. Aplicándose 1 riego de aniego y 3 riegos de auxilio en cada ciclo.

### 3.5 Fertilización

OI

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis (ton o l/ha)</b>
Vermicomposta	8,181
Químico (MAP + UREA)	
Fertilización cero	0

### **3.6 Control de plagas y enfermedades:**

Se utiliza productos autorizados por la norma oficial (aceites, parafinas, trampas, etc.) para la producción de productos orgánicos.

### **3.7 Diseño experimental**

Se utilizó el diseño bloques al azar.

### **3.8 Tratamiento:**

Vermicomposta, químico y fertilización cero.

### **3.9 Distribución de los tratamientos**

La distribución de cada parcela fue de 12 surcos a distancia de 75 cm x 6 m de largo dando un resultado de 66 m<sup>2</sup> con 1 m de separación entre cada unidad experimental, dando un resultado de parcela experimental de 913m<sup>2</sup>.

El croquis de fertilización fue el siguiente:

# PROYECTO: MAIZ BAJO EL ESQUEMA DE FERTILIZACION ORGANICA OI '09



## Bloques al azar

- 12 surcos a 75 cm (8 centrales medibles)
- 3 tratamientos
  - T<sub>1</sub> Vermicomposta
  - T<sub>2</sub> Químico
  - T<sub>3</sub> Fertilización cero
- 4 repeticiones

12 Unidades experimentales



### 3.10 Determinaciones realizadas en el suelo:

Previo a la siembra se obtuvieron muestras de suelo, determinándose el pH y los contenidos de materia orgánica, fósforo disponible (Bray I), cationes intercambiables (K, Ca, Mg) y micronutrientes (Zn, B, Fe, Mn, Cu, B). El contenido de nitratos y sulfatos. Las muestras fueron a 0-30 y 30-60 cm de profundidad.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de planta

La altura de planta alcanzada en los tratamientos evaluados, se presenta en el cuadro 3. El análisis de varianza realizado para esta variable no detectó diferencia significativa en vermicomposta y químico con valores de 2.27 y 2.28, respectivamente. Altura similar a la obtenida por Matheus, 2004, en este cultivo al utilizar compost elaborado a base de residuos de la industria azucarera con un promedio de altura de planta de 1.4 a 2.0 m. Siendo inferiores ambos resultados a los obtenidos por Uribe et al., 2007 quien con la aplicación de biofertilizantes en el cultivo del maíz, obtuvo una altura de planta de 2.37 a 2.45 m

### 4.2 Número de hojas

El análisis de varianza realizado en número de hojas por planta en los tratamientos evaluados, se presenta en el cuadro 3. No se encontró diferencia significativa en químico y vermicomposta, alcanzando valores de 14.05 y 13.53 respectivamente, mientras que en fertilización cero si presentó significancia respecto a los dos tratamientos anteriores con 12.70 hojas por planta. Rango inferior al obtenido por Matheus, 2007, que evaluando el desarrollo y producción de diferentes híbridos de maíz bajo fertilización química, obtuvo un número de hojas promedio de 17 hojas por planta. Lo cual puede ser resultado del tipo de híbrido evaluado, los cuales son diferentes a los evaluados en este experimento.

**Cuadro 3. Promedio de altura y número de hojas en los distintos tratamientos en ciclo OI**

Variables	Ciclo OI			
	Q	VC	F0	C.V.
Altura	2.27a	2.28a	1.79b	11.57
Hojas	14.05a	13.53a	12.7a	6.60

Medias con misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)

Q=químico, VC=vermicomposta, F0=fertilización cero

### 4.3 Longitud de diámetro polar

El análisis de varianza realizado de longitud de diámetro polar de elote, no detectó diferencia entre la aplicación de fertilizante químico y orgánico (Cuadro

4). Fue superior en los tratamientos químico y vermicomposta con valores de 54.53 y 51.23 cm,

Longitud de diámetro polar superior al obtenido por Matheus, 2004, que al realizar la evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera en el cultivo del maíz, obtuvo una longitud de altura de planta de elote de 13.0 a 15.25 cm. Mediante una relación entre la longitud de altura de elote y longitud de diámetro de elote (aproximadamente 2 a 1), la longitud variaría de 26.0 a 30.5 cm confirmando esta discusión.

#### **4.4 Longitud de diámetro ecuatorial**

El análisis de varianza realizado a longitud de diámetro ecuatorial de elote, no detectó diferencia entre tratamientos evaluados con valores de 18.18, 17.88 y 16.88 respectivamente (Cuadro 4). La longitud de diámetro ecuatorial, fue superior al obtenido por Matheus et al., 2004 que evaluando el uso de compost de residuos de la industria azucarera en el cultivo del maíz, que cita una altura de elote que varió de 3.39 a 4.28 cm. Considerando una relación dos a uno entre el diámetro y altura, este sería una longitud de diámetro ecuatorial de 6.78 a 8.56 cm aproximadamente.

#### **4.5 Peso de elote**

El análisis estadístico de peso de elote no detectó diferencia entre tratamientos vermicomposta y químico, pero si presentó de estos en relación a fertilización cero (Cuadro 4), con valores de 0.319, 0.338 y 0.272 kg respectivamente.

#### **4.6 Peso de planta**

El análisis de varianza realizado para peso de planta, no detectó diferencia entre tratamientos, variando entre 0.852 y 0,851 kg (Cuadro 4).

#### **4.7 Relación peso de planta y peso de elote**

El análisis de varianza realizado para la relación existente entre peso de planta y peso de elote, no encontró diferencia entre los tratamientos vermicomposta y químico, pero si entre estos y fertilización cero (Cuadro 4). Alcanzando valores de 37.40, 39.63 y 30.50% respectivamente.

**Cuadro 4. Promedio de longitud de diámetro polar, ecuatorial del elote, peso de elote, planta y su relación entre estos**

<b>Variab</b> les	<b>Q</b>	<b>VC</b>	<b>F0</b>	<b>C.V.</b>
Diámetro polar (cm)	57.21a	51.23a	48.70a	7.61
Diámetro ecuatorial (cm)	18.18a	17.88a	16.88a	13.1
Peso de elote (kg)	0.319a	0.338a	0.272b	8.86
Peso de planta (kg)	0.852a	0.852a	0.891 <sup>a</sup>	12.43
Relación entre peso de elote y planta (%)	37.40a	39.63a	30.50b	3.65

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)  
 Q=químico, VC=vermicomposta, F0=fertilización cero

#### **4.8 Redimiento de forraje verde**

El análisis de varianza realizado en rendimiento en forraje verde, no detectó diferencia para los tratamientos vermicomposta y químico, mas si de estos en relación a fertilización cero, variando entre 53.2 y 78.22 ton/ha (Cuadro 5). Resultado inferior al obtenido por Dimas en 2007 en la evaluación de las características físicas del suelo y rendimiento del maíz forrajero, evaluados con labranza y combinación de fertilización orgánica e inorgánica, en el cual varió de 76.82 y 101.98 ton/ha. Sin embargo fue superior al rendimiento obtenido por Matheus, 2004, en la evaluación agronómica del uso del compost de residuos de la industria azucarera en el cultivo del maíz, con un promedio de rendimiento de 16.61 ton/ha.

#### **4.9 Materia seca**

El análisis de varianza realizado para rendimiento de materia seca, encontró diferencia entre tratamientos (Cuadro 5). Vermicomposta y químico presentaron valores de 31.74 y 27.90 ton/ha respectivamente. Sin embargo químico fue similar a composta y te de composta los cuales presentaron un rendimiento de materia seca de 26.04 y 24.20 ton/ha respectivamente.

## 5.0 Porcentaje de la relación de forraje seco y forraje verde

El análisis de varianza realizado a relación de peso de forraje seco y verde, no encontró diferencia entre los vermicomposta y químico, pero si entre estos y fertilización cero (Cuadro 5). Vermicomposta obtuvo el valor más altos con 26.36%.

**Cuadro 5. Rendimiento en forraje verde, materia seca y porcentaje de la su relación en los tratamientos evaluados en los ciclos PV y OI (ton/ha)**

Variables	Ciclo OI			C.V.
	Q	VC	F0	
<b>Forraje verde</b>	76.87a	78.22a	53.2b	<b>11.33</b>
<b>Materia seca</b>	22.14a	26.36a	14.7b	<b>14.93</b>
<b>% de MS vs. FV</b>	28.80b	33.70a	28.10b	<b>5.09</b>

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05)

Q=químico, VC=vermicomposta, y F0= fertilización cero

\*Costos calculados al 01 enero de 2009

## 5.1 Relación beneficio costo

Variable no analizada estadísticamente, que se presenta en el cuadro 6. El tratamiento químico presentó una rentabilidad beneficio costo superior al tratamiento vermicomposta con valores de 125.36%. Rentabilidad superior a la deseada, que oscila entre el 25 y 33%. Superando la rentabilidad económica obtenida en estudio realizado en Papaloapan, 2005 obteniendo un 8.7% proyecto que especialistas en la materia, consideraron viable.

**Cuadro 6. Relación beneficio costo de producción-ingreso neto ciclo OI '09**

Concepto	Q	VC	F0
Rendimiento (ton/ha)	76.87	78.22	52.3
Precio (\$)	360.00	360.00	360.00
Ingreso bruto (\$)	27,673.20	28,159.20	18,828.00
Costo total (\$)	11,706.80	14,021.00	8,427.00
Ingreso neto (\$)	15,966.40	14,138.20	10,401.00
Relación B/C (%)	136.39	100.84	123.42

Q=químico, VC=vermicomposta, F0= fertilización cero

\*Costos calculados al 01 enero de 2009



## **V. Conclusiones**

En base a las condiciones en que fue conducido este estudio y resultados obtenidos, se concluye que:

El mejor desarrollo de planta se obtuvo utilizando vermicomposta.

El mejor rendimiento se obtuvo utilizando vermicomposta.

En rentabilidad, la fertilización química fue superior 36.39%.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Literatura citada:

Barnett, A. J. G. 1957. Fermentación del ensilado. Ed. Aguilar Madrid España.  
p. 7.

Broster, W. H. 1983. Estrategias de Alimentación para Vacas Lecheras de Alta  
Producción AGT Editor, S. A. de C. V. México. P 237-240.

Castellanos, R. A., Llamas Ll. G y Shimada A. S. 1990. Manual de Técnicas de  
Investigación en Ruminología. Sistema de Educación de Producción  
Animal en México A. C. p. 267.

Coors, J., Carter, P. R., Hunter, R. B. 1994. Silage Corn In: Speciality Cors:  
Hallauer. R. ed. CRC Press INC. Iowa USA . p. 305-339.

Crampton , W y Harris L. E. 1968. Applied animal nutrition. Second edition.  
Editorial W. H. Freeman and Company. pp. 72-76.

Cummins, D. S. 1970. Quality and yield of corn plants and component parts  
when harvested for silage at different maturity stages. Agron J. 62:  
781-784.

Daña V. D. J. F. 2005. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional  
del Centro, El Maíz como cultivo Forrajero.

- De León, M., Jiménez, R. y Brunetti, M. A. 2004. Consumo y ganancia de peso de novillos alimentados con dietas basadas en silajes de sorgo y maíz. Rev. Arg. Prod. Anim. Pp 16-17.
- Fairey, N. A. 1982. Influence of population density and hybrid maturity on productivity and quality of forrage maize. Can. J. Plant Sci. 62; 427-434.
- Flores, M. J. A. 1986. Bromatología animal. Editorial LIMUSA. México.
- 1980. Bromatología animal. Editorial LIMUSA. México. p. 320.
- 1983. Bromatología animal. Editorial LIMUSA. México. pp. 382-383.
- Funaro, D. L. S. H. A. Paccapelo, 2007. Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Pampa. C. c. 300. 6300, Santa Rosa, la pampa.
- Galván, R. J. A. 1994. Digestibilidad in vitro de materia seca y materia orgánica de 25 Híbridos de maíz (*Zea mays* L.) Tesis de Lic. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila. p. 49.
- Godoy A. C., Torres E. C. A., Reyes J, I y Valdez R, V. M. 1998. Sistemas de irrigación y eficiencia en el uso del agua. Informe Técnico. CELALA-INIFAP. Matamoros, Coahuila.

- Gross. F. 1969. Silos y Ensilados. Trad. del Alemán por Dr. Jaime Esain. Edit. Acribia. España. pp. 63-66.
- Gutiérrez M. L., Enrique V. R. 2007. Silaje de la planta entera 1ra parte. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar de Plata.
- Hadgson, R. E. y Reed, O. E. 1964. La industria lechera en América. 3a. Ed. Edit. Pax. México. pp.155.
- Herrera, S. R. 1999. La importancia de la Calidad en los Maíces y Sorgos seleccionados para el Forraje y su efecto en la Producción y Costos de Alimentación. En: II Ciclo de Conferencias Internacionales Sobre Nutrición y Manejo. Torreón, Coahuila. México. Pp. 148-157.
- Herrera, S. R. 1999. La importancia de la Calidad en los Maíces y Sorgos seleccionados para el Forraje y su efecto en la Producción y Costos de Alimentación. En: II Ciclo de Conferencias Internacionales Sobre Nutrición y Manejo. Torreón, Coahuila. México. Pp. 148-157.
- Herrera, S. R. 1999. La importancia de la Calidad en los Maíces y Sorgos seleccionados para el Forraje y su efecto en la Producción y Costos de Alimentación. En: II Ciclo de Conferencias Internacionales Sobre Nutrición y Manejo. Torreón, Coahuila. México. Pp. 148-157.

- Infoagro, 2007. El Ensilaje. Una Alternativa para la Conservación de Forrajes. Boletín técnico. Bucaramanga, Pág., 8-9.
- Jorgensen, N. A y Crowley, J. M. 1976. Ensilaje de maíz para el ganado. Edit. Hemisferio Sur.
- Llanos, M. C. 1984. El Maíz; Su Cultivo y Aprovechamiento. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. Pp. 65-73.
- Medina, R. N. 1997. El Efecto de la Calidad de los Forrajes en la Producción de Leche. Primera Demostración Sobre Nutrición Y Manejo de Ganado Lechero. Grupo LALA. Gómez Palacio, Dgo., México. s/p.
- Morrison, F. B. 1956. Compendio de alimentación del ganado. Edit. Hispano Americana de México, D. F. p. 223.
- Nelson J. C. and Moser, E. L. 1994. Forage Quality, Evaluation and Utilization. American Society of Agronomy Inc. Wisconsin, USA. P. 117.
- New Zealand Farmer. 1978. The manual para la conservación de forraje. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.
- Peña R. A., Gonzáles CF., Núñez, HG., Jiménez G. C., 2004. Aptitud combinatoria de líneas de Maíz para alta Producción y Calidad Forrajera. Rev. Fitotec, México, pp. 1-6. Reyes C. P., 1990. El maíz y su cultivo. A. G. T. Editor, S.A de C.V. México.

- Peñagarano, J. A., Arias W. y Llanea, N. J. 1975. Ensilaje manejo y utilización de las reservas forrajeras. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. p. 44.
- Reta, S. D., Carrillo, A. J. J., Gaytan, M. A y Cueto, W. J. A. 2001. Sistemas de producción para incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz en la Comarca Lagunera. SAGAR. INIFAP. Torreón, Coahuila.
- Reta, S., David G. et al.. Guía para Cultivar Maíz Forrajero en Surcos Estrechos. Junio 2002. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coahuila. P. 24.
- Reyes, C., P. 1990. El Maíz y su Cultivo. A. G. T. Editor, S. A. de C. V. México.
- Risse, J. 1970. La alimentación del ganado. Edit. Blume. Barcelona, España. P. 42.
- Robles S., R. 1990. Maíz. Producción de Granos y Forrajes. Quinta Edición. LIMUSA. México. P. 9-52.
- Robles, S.R. 1983 Producción de Granos y Forrajes. Cuarta Edición. Ed. Limusa. México. Pp 22-35.
- Rodríguez, H. S. 2000. Caracteres de Importancia para el Fitomejoramiento del Maíz para Ensilaje. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Irapuato Gto. p. 6.

- Rodríguez, H. S. 2000. Caracteres de Importancia para el Fitomejoramiento del Maíz para Ensilaje. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Irapuato Gto. p. 6.
- Rodríguez, H. S. A. 1985. Estimación de parámetros genéticos de caracteres relacionados con la producción de forraje de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Maestría. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila
- Roth, L. S., Marten, G. C., Campton, W. A and Stuthman, D. D. 1970. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea Mays* L.) forage. *Crop Sci.* 10 (4), 365-367.
- Rutger, J. N and Crowder, L. U. 1967. Effect of population and Row Width on corn silaje yield. *Agron. J.* 59: 475-476.
- Rutger, J. N and Crowder, L. U. 1967. Effect of population and Row Width on corn silaje yield. *Agron. J.* 59: 475-476.
- SAGARPA, Delegación Laguna. Hectáreas de Maíz Forrajero. Ciclo primavera-verano 2003.
- Torralba, E. J. 1999. 2° Taller Nacional de Especialidades de Maíz. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 253.
- Van Soest. 1998. Calidad de forraje de maíz y Alfalfa 4° Ciclo de conferencia sobre Nutrición y Manejo. Torreón Coahuila. pp. 67-69.

Van Soest. P. J. 1998. Calidad de Forraje y Valor Relativo de la Alfalfa Diseases. 2nd. Ed. APS. Press. St. Paul, Minnesota. P. 84.

Villalobos, J. V. 1992. La importancia Forrajera del Maíz. Presentada en el III Simposio Nacional sobre Maíz en Guadalajara, Jalisco. UAAAN. Buenavista, Saltillo México. pp. 25-30.