

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*, L.) BAJO  
CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y CERO  
TRATAMIENTOS DE HERBICIDAS Y PLAGUICIDAS**

**Por:**

**SERGIO RAMÓN INZUNZA RUIZ**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial  
Para obtener el Título de**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre de 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*, L.) BAJO  
CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y CERO  
TRATAMIENTOS DE HERBICIDAS Y PLAGUICIDAS

Por

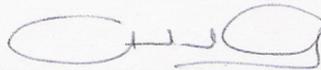
SERGIO RAMÓN INZUNZA RUIZ

TESIS

Que somete a la consideración del Comité asesor, como  
requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO  
APROBADA POR:

Asesor  
Principal:



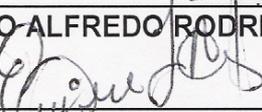
MC. CYNTHIA DINORAH RUEDAS ALBA

Co-Asesor:

P.A. 

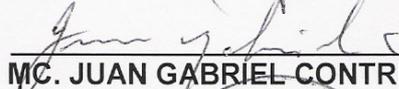
PhD. SERGIO ALFREDO RODRIGUEZ HERRERA

Co-Asesor:



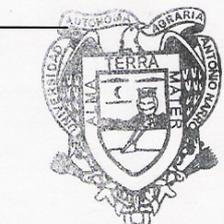
ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

Co-Asesor:

  
MC. JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTÍNEZ

MC. VÍCTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

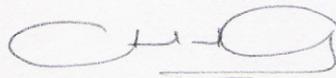
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. **SERGIO RAMÓN INZUNZA RUIZ** QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

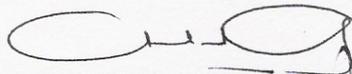
COMITÉ EXAMINADOR:

PRESIDENTE



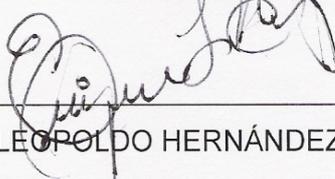
MC. CYNTHIA DINORAH RUEDAS ALBA

VOCAL

P.A. 

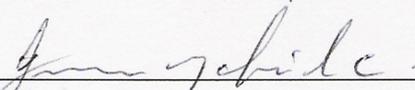
PhD. SERGIO ALFREDO RODRIGUEZ HERRERA

VOCAL

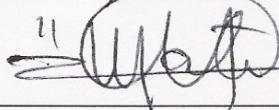


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

VOCAL SUPLENTE

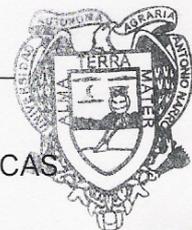


MC. JUAN GABRIEL CONTRERAS MARTÍNEZ



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2010

## DEDICATORIA

A mi madre:

Para que se sientan orgullosos de mí y que sepan que no los voy a defraudar.

Sra. María Laura Ruiz Soto.

A ti madre por haberme regalado el derecho a la vida, guiarme por el camino correcto, darme una educación muy adecuada, tus regaños y muchos sabios consejos los cuales siempre tome y tomare en cuenta gracias por darme todo. Por todo tu amor que me has tenido, el cual me lo demostraste con tu apoyo y esfuerzo para sacarme adelante en la formación profesional.

Hoy más que un logro mío es de usted mamá, mil gracias.

A mis hermanos (as): Leticia, Irene, Lucia, Santos, Ramona, Juana, Cayetano, Luis Enrique, Manuel Antonio ( † ) .

A mis abuelos: Maura Soto y Pedro Ruiz ( † ).

A mis amigos (as):

Gracias a todos por su amistad, confianza, aprecio y apoyo incondicional principalmente a:

Juan Manuel, Diego Anselmo, Diego Armando, Paty, Panchito, Raul, Yony, Pato, Felipe, Yudith, Karen, Patiño, Toto, Silvano, Lucero, Lucy, Miguel.

A los que nunca dudaron que lograría este triunfo.

## **AGRADECIMIENTOS**

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

### **A Dios:**

Por darme la vida, sus bendiciones y por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida y lograr otra meta más que es el término de mi carrera profesional.

Estoy muy agradecido porque me has ayudado y siempre me enseñaste a ser responsable en mis estudios.

### **A mis asesores:**

MC. Cynthia Dinorah Ruedas Alba, GRACIAS por brindarme toda confianza, la ayuda posible que me brindo, la calma para guiarme en mi trabajo por permitirme ser parte del grupo de trabajo. Tus consejos, paciencia y opiniones sirvieron para que me sienta satisfecho en mi participación dentro del proyecto de investigación. PhD. Sergio Alfredo Rodríguez Herrera y colaboradores GRACIAS A TODOS.

### **A cada uno de los maestros**

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

**A mi Alma Terra Mater:**

Por ser la casa donde adquirí los conocimientos necesarios y brindarme la oportunidad de prepararme y terminar mis estudios.

**A mis compañeros y amigos todos:**

Gracias por compartir cuatro años y medio de compañerismo y amistad.

**GRACIAS A TODOS!!**

## INDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>II</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VI</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1.-Objetivos.....	3
1.2.-Hipotesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1.1-Origen del maíz .....	4
2.1.2.-El cultivo de maíz y su importancia.....	4
2.1.3.-Utilizaciones del maíz .....	5
2.1.4.-Clasificación Taxonómica .....	5
2.1.5.-Características morfológicas botánica .....	6
2.1.6.-Fisiología del Maíz.....	7
2.1.7.-El maíz como cultivo forrajero .....	7
2.1.8.-Importancia del cultivo de maíz .....	11
2.2.-La Agricultura Orgánica .....	13
2.2.1.-Importancia de la agricultura orgánica.....	13
2.2.2.-La agricultura orgánica en México .....	14
2.3.-Características de una Planta Forrajera Ideal .....	14
2.4.-Preparación del terreno .....	15
2.4.1.-Barbecho .....	15
2.4.2.-Rastreo .....	16

2.4.3.-Nivelación .....	16
2.4.4.-Surcado del terreno .....	16
2.5.-Densidad de Población.....	16
2.6.-Riegos .....	17
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
3.1.-Localización geográfica de la Comarca Lagunera.....	18
3.2.-Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera .....	18
3.2.1.-Clima .....	18
3.2.2.-Temperatura .....	18
3.2.3.-Precipitación .....	19
3.3.-Localización del experimento .....	19
3.3.1.-Genotipo .....	19
3.3.2.-Densidad de siembra.....	19
3.3.3.-Sistema de riego.....	19
3.4.-Fertilización .....	19
3.5.-Herbicidas y plaguicidas .....	20
3.6.-Diseño experimental.....	20
3.6.1.-Tratamientos.....	20
3.6.2.-Distribución de los tratamientos.....	20
3.7.-Determinaciones realizadas en el suelo .....	21
3.8.-Cosecha .....	21
<b>IV.RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>22</b>
<b>V.CONCLUSION.....</b>	<b>25</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>26</b>

## RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cabo durante el ciclo agrícola primavera-verano de 2009, se evaluó la variedad AN-423 de maíz forrajero, el estudio se lleva a cabo en el campo experimental de U.A.A.A.N.-U.L. un área de 1,435.5 m<sup>2</sup> de 11.0 m x 130.5 m de área, ubicado en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Unidad Laguna. Se realiza a una densidad de siembra de 88,888 plantas/ha. Se hace un diseño en bloques completamente al azar.

Resultan 5 tratamientos a evaluar en el presente estudio y se realizaran 4 repeticiones en cada uno, obteniéndose 20 unidades experimentales.

La distribución de cada parcela serán 12 surcos a una distancia de 75 cm. x 5 m de largo, dando un resultado 55 m<sup>2</sup> con 1 m de separación entre unidad experimental, dando un resultado de 1,309 m<sup>2</sup>. Las estrategias de fertilización evaluadas son las siguientes: T1: fertilización cero, T2: Fertilización química, T3: Vermicompost, T4: Compost, T5: Té de composta.

Los tratamientos de herbicidas y plaguicidas en este experimento fueron nulos, resultando los tratamientos únicamente las dosis de fertilización.

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que la producción fertilizada con el tratamiento vermicomposta, logró obtener los valores más altos de rendimiento en forraje verde.

Los valores más bajos lo obtuvieron el té de composta.

**PALABRAS CLAVE:** Maíz, rendimiento, calidad forrajera, vermicomposta, composta.

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz constituye el alimento básico de mayor importancia en México y en casi todos los países de América. En nuestro país se calcula que esta especie cubre alrededor de 51% del área total que se encuentra bajo cultivo, respecto a la producción mundial por especies cultivadas, el maíz ocupa el tercer lugar.

La importancia de esta especie cultivada no solo estriba en la producción de grano para consumo humano, ya que una considerable cantidad se dedica a la alimentación pecuaria en forma de forraje.

El maíz está entre los tres cereales más extensamente cultivados en el mundo como alimento del hombre y animales. México es su centro de origen y los maíces criollos son las especies domesticadas que han sido seleccionadas y han evolucionado a lo largo de miles de años de cultivo, manifestándose en muchas variedades genéticamente distintas, adaptadas a condiciones locales específicas de altitud, precipitación, calidad de suelos, resistencia a plagas, entre otras características, generando razas locales o criollos.

Por lo general, los híbridos forrajeros, son seleccionados arbitrariamente por su capacidad productora de materia seca y poco interés se ha puesto en mejorar su calidad nutritiva. Los datos indican que existe amplia variabilidad genética en la digestibilidad del rastrojo, grano, tallo y hojas en los híbridos en uso, así como en el contenido de fibra detergente neutra de hojas y tallos, factible de ser explotada genéticamente.

Adicionalmente se ha determinado que la variabilidad genética de la digestibilidad es mayor en la parte vegetativa que en el grano, de tal manera que la selección por calidad del follaje podría favorecer avances más notables. Hay también ejemplos en los cuales no se ha encontrado variación genética para digestibilidad del grano, ni de la planta total, ni interacción genética con el ambiente, pero si diferencias importantes en producción de materia seca total y del follaje.

Entre los criterios de selección para el maíz para ensilaje están la digestibilidad, el rendimiento de la materia seca y el porcentaje de elote. (Peña et al., 2003 y Peña *et al.*, 2004.). Pero por lo general, los híbridos forrajeros, son seleccionados arbitrariamente por su capacidad productora de materia seca y poco interés se ha puesto a su calidad nutritiva.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente y por la necesidad de brindarle al ganado una alimentación de buena calidad proteica para obtener una alta producción de leche y ganancias para el productor se plantea lo siguiente:

### **1.1.-Objetivos**

Determinar la capacidad de rendimiento del forraje en las condiciones agroclimáticas de la Comarca Lagunera en la variedad de maíz forrajero AN-423 con cero tratamientos de herbicidas y plaguicidas.

### **1.2.-Hipotesis**

Al menos un tratamiento de fertilización orgánica es superior en rendimiento bajo cero tratamientos de herbicidas y plaguicidas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1.1-Origen del maíz

La planta de maíz se deriva del teocinte (*Zea mays*. Mexicana) que crece de manera silvestre en Mesoamérica. Existen estudios en México en los que estas pequeñas mazorcas, encontradas en cuevas de la región árida de Tehuacán, fueron fechadas por análisis de carbono radiactivo, alrededor de 5000 años a.C. En la época precolombina el maíz se introdujo en Sudamérica, donde también tuvo un amplio proceso de domesticación. Como resultado, el maíz es una especie que presenta varios centros de diversificación que va desde México hasta Sudamérica (Greenpeace, 2000).

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy en día su cultivo está muy difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada (Infoagro, 2007)

### 2.1.2.-El cultivo de maíz y su importancia

Hoy el maíz es, junto con el trigo y el arroz, uno de los tres cereales más importantes del mundo. En general se cultiva en 134,2 millones de hectáreas, lo que aporta una cosecha de 559,3 millones de toneladas anuales. Los principales productores son Estados Unidos, China y Brasil, seguidos por Argentina, Sudáfrica y Europa.

El maíz se utiliza en un 78% para alimentación animal (compuestos y forraje), sobre todo para terneros, cerdos y gallinas. Un 2,4% se utiliza como alimento.

En forma elaborada como aceite, almidón, edulcorante, alcohol o harina, el maíz también forma parte de una multitud de productos alimenticios.

Pero también se encuentra en medicamentos como la aspirina y los antibióticos, en productos cosméticos y en jabones, así como en productos industriales como productos químicos, insecticidas, pegamentos, pinturas, disolventes y barnices.

### **2.1.3.-Utilizaciones del maíz**

78% alimentación animal

10,1% edulcorantes

6,4% alcohol

3,1% almidón

2,4% productos alimenticios

Fuente: Arthur D. Little (syngentaseeds 2010)

### **2.1.4.-Clasificación Taxonómica**

El maíz (*Zea maíz*) es una planta con múltiples clasificaciones; taxonómicamente se clasifica vegetal angiosperma, monocotiledónea y se ubica dentro de la familia de las gramíneas como se describe en el cuadro siguiente.

Cuadro 1.-Clasificación taxonómica del maíz (Reyes 1990).

<b>Categoría</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>Características distintivas</b>
<b>Reyno</b>	Vegetal	Planta anual
<b>Phylum</b>	Tracheophyta	Sistema vascular
<b>Subdivision</b>	Pterapsidae	Producción de flores
<b>Clase</b>	Angiosperma	Semillas cubierta
<b>Subclase</b>	Monocotiledoneae	Cotiledón único
<b>Orden</b>	Graminales	Tallos con nudos prominentes
<b>Familia</b>	Gramíneae	Grano – cereal
<b>Tribu</b>	Maydeae	Flores unisexuales
<b>Genero</b>	Zea	Único
<b>Especie</b>	Mays Mexicana Perennis	Maíz común Teocintle anual Teocintle perenne
<b>Raza</b>	Mas de 300 razas clasificadas; 30 en México	Adaptadas

### 2.1.5.-Características morfológicas botánica

Nombre común: Maíz

Nombre científico: (*Zea mays*, L)

Familia: Gramíneas

Género: Zea

Cuadro 2.-Composición promedio de un cariósipide de maíz perteneciente a la especie *Zea mays*. L.

<b>Componentes</b>	<b>Porcentajes (%)</b>
<b>Humedad</b>	12,0 - 13,0
<b>Almidón</b>	65,0 - 70,0
<b>Azúcares</b>	1,0 - 2,0
<b>Proteína</b>	10,0 - 11,0
<b>Grasa</b>	4,0 - 5,0
<b>Fibra</b>	2,0 - 2,5
<b>Ceniza</b>	1,0 - 2,0

(Usach *et al.*, 2003)

### **2.1.6.-Fisiología del Maíz**

El maíz es el cereal más eficiente como productor de grano. Contribuyen a ello varios factores: gran tamaño de la planta, dotada de un área foliar muy considerable, con un tallo fuerte y alto, sistema de raíces abundantes y tejido vascular (conductor) amplio y eficiente.

La planta del maíz es uno de los mecanismos más maravillosos que posee la naturaleza para almacenar energía (Acevedo, 2005)

### **2.1.7.-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 a 35 Kg. por hectárea se siembra en hileras con una separación de una a otra de 70 a 80 cm. y con siembra a chorrillo, se recogen variedades con alta precocidad para mejorar 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 ensilaje 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 ensilaje 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 ensilaje de maíz, se destacan: el contenido en granos y 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 pié 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.

#### **2.1.8.-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 ensilaje, 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 ensilaje mas 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 ensilaje 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, energético y palatable.

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)

## **2.2.-La Agricultura Orgánica**

### **2.2.1.-Importancia de la agricultura orgánica**

La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción, en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y ambiente (Rodríguez *et al*, 2007).

La agricultura orgánica es un sistema de producción el cual evita o excluye por mucho el uso de componentes sintéticos usados como, fertilizantes, pesticidas,

y agroquímicos en general que deterioran los suelos y la rentabilidad de los cultivos. La implementación de este sistema de producción tanto en campo abierto como en jardines ayuda a mantener las mejores condiciones de las propiedades del suelo, ya que en este método no se utilizan productos químicos o sintéticos que dañen al suelo (Moguer *et al.*, 2006).

### **2.2.2.-La agricultura orgánica en México**

La producción orgánica en México se inició principalmente en las áreas indígenas y áreas de agricultura tradicional de los estados de Chiapas y Oaxaca. Con el paso del tiempo, compañías comercializadores influenciaron el cambio de la agricultura tradicional a la producción orgánica en la zona norte del país (Gómez *et al.*, 2001).

En México la superficie destinada al cultivo de alimentos orgánicos representa el 2.3 % de los 21.7 millones de hectáreas que representan la frontera agrícola. Además de que es líder mundial en la exportación de este tipo de alimentos ya que el 90 por ciento del total de la producción nacional se destina al comercio exterior. El café, el ajonjolí, la jamaica y el nopal son algunos de los principales productos que se comercializan en los mercados de Europa y Estados Unidos. (SAGARPA, 2009).

### **2.3.-Características de una Planta Forrajera Ideal**

El híbrido ideal para ensilaje debería contemplar la alta producción de forraje de calidad, al menos 40-50% de grano a la cosecha, que la planta se conserve verde en el momento del corte, que la fracción «tallo» sea muy digestible y que

la planta sea resistente a algunas enfermedades, principalmente fúngicas (Valle, 2005).

En general se puede afirmar que un maíz apto para ensilaje debe mostrar un rendimiento óptimo de materia orgánica digestible, ser de fácil cosecha y preservación, permitir una elevada ingesta y ser eficientemente utilizado por los rumiantes. Un ideotipo de maíz forrajero puede interpretarse como aquella planta capaz de generar altos rendimientos de materia seca, y ésta de excelente calidad. Debe poseer un período de crecimiento prolongado para la zona considerada, alta inserción de la espiga, tallos y raíces fuertes, hojas todavía verdes al momento de madurez fisiológica del grano, alto rendimiento de grano y elevado valor nutritivo por unidad de peso del forraje (Beriola, 2002).

## **2.4.-Preparación del terreno**

Una preparación del terreno bien realizada es el primer paso para obtener rendimientos altos ya que facilita la nacencia de plántulas y la penetración de las raíces, permite un buen desarrollo de la planta y facilita la distribución uniforme del agua, semilla y fertilizantes.

### **2.4.1.-Barbecho**

Se debe realizar después de la cosecha anterior, cuando el suelo tenga una humedad que permita el rompimiento uniforme de los terrones, así como también, disminuir el esfuerzo del tractor y arado, Un buen barbecho es aquel que voltea el suelo de 25 a 30 cm de profundidad, sirve para aflojar el terreno, incorporar restos de rastrojo, elimina algunas plagas de la raíz y maleza, mejora la penetración del agua y favorece la aireación del suelo.

#### **2.4.2.-Rastreo**

Para lograr una siembra adecuada y uniforme es necesario preparar una buena cama de siembra de por lo menos 10 cm de tierra mullida, lo anterior se logra con uno o dos pasos de rastra, procurando que los discos de la rastra penetren como mínimo 12 cm de profundidad. El rastreo además de preparar la cama de siembra, ayuda a eliminar la primera generación de maleza.

#### **2.4.3.-Nivelación**

Esta labor se realiza después del rastreo con niveladora, escrepa ó simplemente con un tablón. Su objetivo es llenar los huecos que hayan quedado en el terreno y rasar los bordos para que no haya problemas de anegamiento, lo anterior ayuda a una mejor distribución y aprovechamiento del agua de riego y contribuye a una mejor distribución de la semilla y fertilizante.

#### **2.4.4.-Surcado del terreno**

Se sugiere realizar el surcado de 75 a 80 cm para la siembra de maíz de temporal (Inifap, 2007)

#### **2.5.-Densidad de Población**

Las altas densidades de población en maíz pueden reducir la calidad del forraje, debido principalmente al menor contenido de grano, sin embargo existe una respuesta diferente de acuerdo a las características de los genotipos.

El incremento de la densidad de población de 5.5 a 15.5 plantas/m<sup>2</sup> no reduce la calidad del forraje, debido a que el índice de cosecha no varía con el aumento de población. (Olague, *et al*, 2006)

## **2.6.-Riegos**

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y por gravedad. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión.

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante.

En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración.

Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado.

Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1.-Localización geográfica de la Comarca Lagunera**

La Comarca Lagunera, está integrada por los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I. Madero, San Pedro y Viesca en el estado de Coahuila; y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, Nazas, San Juan de Guadalupe y Simón Bolívar en el estado de Durango. Esta se encuentra situada entre los paralelos 24° 05' y 26° 45' de latitud norte y entre los meridianos, 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1120 msnm, al norte colinda con los estados de chihuahua y con los municipios de Sierra Mojada y Cuatrociénegas en Coahuila, al este con los municipios de General Cepeda y Saltillo, Coahuila, al sur con el estado de Zacatecas y el municipio de Guadalupe Victoria, Durango al oeste con los municipios de San Pedro del Gallo, Hidalgo, Indé, Coneto de Comonfort y San Juan del Río.

#### **3.2.-Aspectos climatológicos de la comarca lagunera**

##### **3.2.1.-Clima**

El clima de la Comarca Lagunera es árido en casi toda su área cultivable, con lluvias deficientes en todas las estaciones del año, con una temperatura adecuada de 30 °C.

##### **3.2.2.-Temperatura**

En la Comarca Lagunera existen dos épocas definidas de temperaturas extremas, la primera comprende del mes de Abril al mes de octubre, en esta la temperatura media mensual excede los 20 °C y la segunda abarca los meses

de Noviembre a Marzo en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6 y 19.4 °C los meses más calurosos son de Mayo a Agosto y los más fríos son Diciembre y Enero.

### **3.2.3.-Precipitación**

100- 300mm. Anuales.

### **3.3.-Localización del experimento**

El estudio se lleva a cabo en el campo experimental de U.A.A.A.N.-U.L. un área de 1,435.5 m<sup>2</sup> de 11.0 m x 130.5 m de área, ubicado en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Unidad Laguna.

#### **3.3.1.-Genotipo**

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

#### **3.3.2.-Densidad de siembra**

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

#### **3.3.3.-Sistema de riego**

Se emplea el sistema de riego por gravedad. 1 riego de aniego. 3 riegos de auxilio.

### **3.4.-Fertilización**

La fertilización orgánica utilizada es vermicomposta a una dosis de 8.181 ton/ha, composta a una dosis de 10 ton/ha, y te de composta o ácidos húmicos a una dosis de 3,000 l/ha. Además de UREA + MAP a la dosis recomendada por el INIFAP, y fertilización cero.

### **3.5.-Herbicidas y plaguicidas**

El presente experimento tiene la finalidad de evaluar el rendimiento del maíz forrajero AN-423 con cero tratamientos de herbicidas y plaguicidas.

### **3.6.-Diseño experimental**

Se hace un diseño en bloques completamente al azar.

#### **3.6.1.-Tratamientos**

Resultan 5 tratamientos a evaluar en el presente estudio y se realizaran 4 repeticiones en cada uno, obteniéndose 20 unidades experimentales.

#### **3.6.2.-Distribución de los tratamientos**

La distribución de cada parcela serán 12 surcos a una distancia de 75 cm. x 5 m de largo, dando un resultado 55 m<sup>2</sup> con 1 m de separación entre unidad experimental, dando un resultado de 1,309 m<sup>2</sup>.

Las estrategias de fertilización evaluadas son las siguientes:

T1: Testigo fertilización cero.

T2: Fertilización química de uso actual

T3: Fertilización orgánica de alta productividad (Vermicomposta)

T4: Fertilización orgánica de alta productividad (Compost)

T5: fertilización orgánica de alta productividad (Te de composta o ácidos húmicos).

### **3.7.-Determinaciones realizadas en el suelo**

Previo a la siembra se obtendrán muestras de suelo, determinándose el pH y los contenidos de materia orgánica, fósforo disponible (Bray I), cationes intercambiables (K, Ca, Mg) y micro nutrientes (Zn, B, Fe, Mn, Cu, B).

El contenido de nitratos y sulfatos se determinó de 0 a 30 y de 30 a 60 cm. de profundidad.

### **3.8.-Cosecha**

Se realizó la cosecha en forma oportuna de acuerdo al estado de madurez ideal del maíz forrajero que es a un tercio de la línea de leche, estado ideal de madurez del maíz obteniéndose así la máxima respuesta en producción y en calidad nutricional al momento de cosechar se tomaron muestras del híbrido para obtener el rendimiento en forraje y verde y posteriormente en seco.

#### IV.RESULTADOS Y DISCUSION

Derivado de los análisis de varianza, se observa que en producción de forraje verde el tratamiento químico y vermicomposta alcanzan los valores más altos clasificándose en el mismo nivel de significancia.

Una vez tomadas las muestras representativas de cada tratamiento, la investigación refleja que en rendimiento de forraje verde, el tratamiento químico y vermicomposta obtuvieron los valores más altos sin diferencia significativa, el de menor rendimiento fue fertilización cero, según se muestra en la figura 1. En rendimiento los valores alcanzados, oscilan entre 59.44 y 87.7 ton/ha.

En el proyecto “Evaluación agronómica del uso del compost de residuos de la industria azucarera en el cultivo del maíz” de alcanzaron valores de media general de 55.44 kg/ha.

Mientras en el proyecto “Características físicas del suelo y rendimiento del maíz forrajero evaluados con labranza y fertilización orgánica-inorgánica”, realizada por José Dimas López Martínez de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de Gómez Palacio, Durango, México, en donde utilizaron estiércol bovino bajo labranza tradicional (Lt) y labranza de conservación (Lc), el rendimiento de forraje mostró diferencia por efecto de tratamientos. El Tratamiento 6 (Lc con 40 t ha<sup>-1</sup> de estiércol) tuvo un rendimiento de 101.98 t ha<sup>-1</sup>, seguido, en orden de importancia, por los Tratamientos 7, 2, 8, 1 y 5 con 89.6, 86.12, 79.84, 79.74 y 76.82 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El menor

rendimiento (59.09 t ha<sup>-1</sup>) se obtuvo con el Tratamiento 4 (Lt con fertilización química).

### Forraje verde

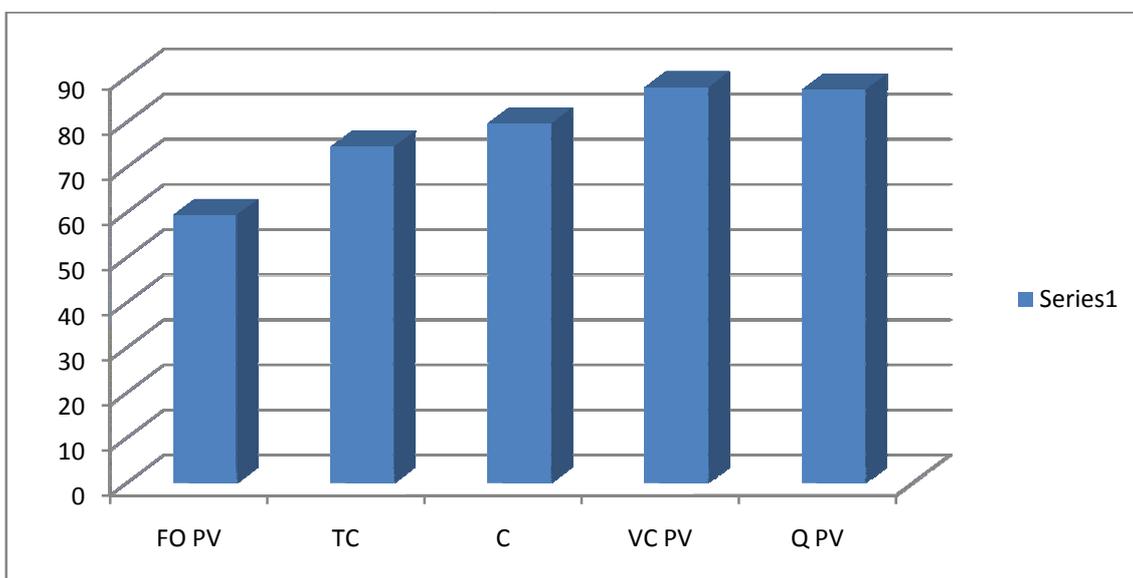


Figura 1. Rendimiento en forraje verde de los distintos tratamientos en el ciclo PV'09 (ton/ha).

En el cuadro 3 se presenta el resultado beneficio costo en donde se resalta la rentabilidad de los tratamientos químico y vermicomposta.

Y en cuanto a la relación BC, aún y cuando el cultivo fertilizado con tratamiento químico obtuvo una rentabilidad superior al tratamiento Vermicomposta, el indicador de rentabilidad de 125.36% de este tratamiento, es superior a la deseada, que oscila entre el 25 y 33%, asegurando al productor que este tratamiento es rentable.

Mientras que en el "Análisis financiero de un proyecto de cultivo de maíz", realizado en Papaloapan, México con precios del 2005 con 1,200 pesos por tonelada, obteniéndose un 8.7% en el cual se considera como proyecto viable.

Esta tasa se calculó comparando los ingresos y egresos durante la vida útil del

proyecto. Actualizado con tasas variantes de interés que reflejan la diferencia entre los flujos netos de inversión y producción, donde la tasa representa el rendimiento del dinero invertido después de recuperada la inversión.

Cuadro 3. Relación beneficio costo de producción-ingreso ciclo PV '09

	<b>Q</b>	<b>VC</b>	<b>C</b>	<b>TC</b>	<b>F0</b>
Rendimiento	<b>87.22</b>	<b>87.77</b>	<b>79.72</b>	<b>74.55</b>	<b>59.44</b>
Precio	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360
Ingreso bruto	\$31,399	\$31,597	\$28,699	\$26,838	\$21,398
Costo total	<b>\$11,706</b>	<b>\$14,021</b>	<b>\$15,203</b>	<b>\$53,427</b>	<b>\$8,427</b>
Ingreso neto	\$19,692	\$17,576	\$13,496	-\$26,589	\$12,971
Relación B/C	168.21%	125.36%	88.77%	-49.77%	153.93%

Q=químico, VC=vermicomposta, C=composta, TC=te de composta y F0= fertilización cero \*Costos calculados al 01 enero de 2009

## **V.CONCLUSION**

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que la producción fertilizada con el tratamiento vermicomposta, logró obtener los valores más altos de rendimiento en forraje verde.

Los valores más bajos lo obtuvieron el té de composta.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo H. E, 2005. Fisiología del Rendimiento de Maíz. Universidad de Chile.

Beriola M. L, 2002. El cultivo de Maíz para ensilaje, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Lomas de Zamora 1ra parte.

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

Espinoza B. A., Gutiérrez del R. E, Palomo G. A., Lozano G. J. J. y González C. M. E. 2003. Estimación de los efectos genéticos en híbridos varietales de maíz forrajero. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

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.

García Á., Kalscheur K., 2005. Interpretación del análisis del ensilaje de Maíz, Noviembre 18.

Gómez, C., M. A., Gómez T. L., y Schwentesius R. R. 2001. Desafíos de la agricultura orgánica. Certificación y comercialización, Mundi-Prensa Universidad Autónoma Chapingo, tercera edición, México, 224 p.

Gutiérrez M. L., Enrique V. R. 2007. Silaje de la planta entera 1ra parte. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar de Plata.

Greenpeace, 2000. El maíz en America Latina, contaminación del centro de origen del maíz.

Infoagro, 2002. Agricultura. El cultivo del Maíz 1ra parte. El Maíz forrajero.

Infoagro, 2007. El Ensilaje. Una Alternativa para la Conservación de Forrajes. Boletín técnico. Bucaramanga, Pág., 8-9

INIFAP, 2007. Tecnología de Producción para el cultivo de Maíz de temporal en el Altiplano de San Luis Potosí.

Margiotta F., Ing. Agro. Reinoso L. 2002. Evaluación de materiales comerciales de Maíz. Silaje de planta entera, Vol. 12 NO 40.

Moguer, Z. M. B., Oliva, LI. M. A., Rincón, R. R. y Gutiérrez, M. F. A. 2006. Vermicompost Complementada con Diazótrofos y Diazótrofo 11b para usarse como abono en el cultivo de Maíz, In: Memorias del 1er Congreso Estatal de Biotecnología en Chiapas, el cromosoma. Año 2, Núm. 2 (31-120) Agosto de 2006.

Olague R. J., Montemayor T. J. A., Sánchez B. R., Fortis H. M., Aldaco N. R. 2006 Características Agronómicas y Calidad del Maíz Forrajero con Riego Sub-superficial, México.

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.

Robles S. Raúl, 1983. Producción de Granos y Forrajes 5a edición, México, pp.76-77.

Rodríguez H. S. A. Santana R. J. Córdova N. Lozano E. M. Bolaños J. G. (2000) Caracteres de importancia para fitomejoramiento del maíz para ensilaje. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitomejoramiento, Pág. 148

SAGARPA. 2009. México, importante productor mundial de alimentos orgánicos. Disponible en: <http://www.sagarpa.com.mx> fecha de consulta: 11 de enero de 2009.

Siap. SAGARPA, 2007. Índice de Maíz. Importancia del Maíz en el Sector Agropecuario Nacional

[syngentaseeds.es/biotecnologia/maiz21.htm#](http://syngentaseeds.es/biotecnologia/maiz21.htm#), 2010

Vergara N. A., Ramírez, M. S., Córdoba N., 2002. Comportamiento de cruza  
simples y aptitud combinatoria de líneas tropicales de Maíz de grano blanco,  
Pág.- 52.