

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**DIFERENCIACIÓN DE CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE
MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*, L.) CON DIFERENTES
TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA**

Por:

DIEGO ANSELMO RUIZ OCHOA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DIFERENCIACIÓN DE CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE
MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*, L.) CON DIFERENTES
TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.

Por

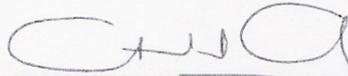
DIEGO ANSELMO RUIZ OCHOA

TESIS

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

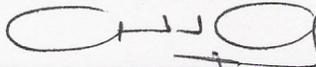
INGENIERO AGRÓNOMO
APROBADA POR:

Asesor
Principal:



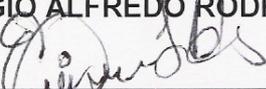
MC. CYNTHIA DINORAH RUEDAS ALBA

Co-Asesor:

P.A. 

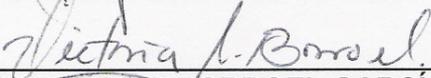
PhD. SERGIO ALFREDO RODRIGUEZ HERRERA

Co-Asesor:

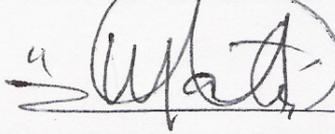


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

Co-Asesor:



MC. VICTORIA JARED BORROEL GARCÍA



MC. VÍCTOR MARTINEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2010

Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

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

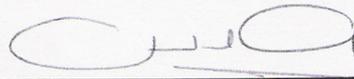
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

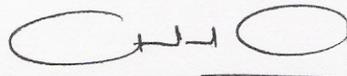
COMITÉ EXAMINADOR:

PRESIDENTE



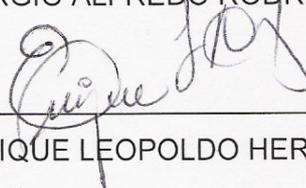
MC. CYNTHIA DINORAH RUEDAS ALBA

VOCAL

P.A. 

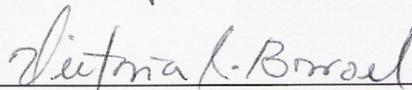
PhD. SERGIO ALFREDO RODRIGUEZ HERRERA

VOCAL

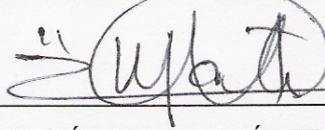


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

VOCAL SUPLENTE

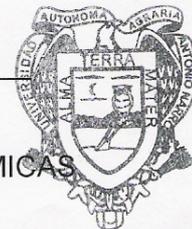


MC. VICTORIA JARED BORROEL GARCÍA



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2010

AGRADECIMIENTOS

A MI “ALMA TERRA MATER”

Por abrirme las puertas y darme la bienvenida para formar parte de una gran familia, por cobijarme y haberme recibido en tus aulas durante estos 5 años, en los cuales me brindaste las herramientas necesarias para formar una vida profesional.

A mis asesores:

MC. CYNTHIA DINORAH RUEDAS ALBA

MC. LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

MC. VICTORIA JARED BORROEL GARCÍA

Por sus consejos, amistad y por la enseñanza académica.

Un agradecimiento muy especial a mis mejores amigos, hermanos chini, jony, Diego, José, Alfredo, Anabel, Ramón, Leti, Yudith, Lucero, Mony, Ricardo, por estar siempre en las malas y en las buenas, por ayudarme a levantar las veces que tropezaba, por darme su amistad incondicional, por darme ánimos cuando más lo necesitaba, siempre estuvieron para dar la cara con orgullo, por eso y millones de cosas más los recordaré por todo el resto de mi vida, gracias por ser como son y ojalá nunca cambien.

A Patricia Salazar:

Gracias por todos los momentos que hemos compartido y sobre todo, por tu amistad.

DEDICATORIA

A mis padres:

Manuel Ruiz Soto (†) y Luz Berthila Ochoa Gastelum

A ti papá por haberme dado todo y más con el único afán de sacarme adelante gracias por brindarme todo el amor el cual me dio las fuerzas necesarias para vencer las barreras que día a día se presentaban, por tus sabios consejos los cuales nunca voy a olvidar a ti te debo gran parte de lo soy.

A ti mamá Por regalarme lo más preciado de este mundo que es la vida, guiarme por el camino correcto, darme gran formación personal, así como tus consejos los que siempre tome y tomaré en cuenta durante toda mi vida, gracias por darme todo.

A mis hermanos:

Juan Manuel Ruiz Ochoa y Joanni Germán Chiquete Ochoa

Gracias por darme siempre su apoyo durante mi carrera y etapas de mi vida ustedes son fuente de inspiración que siempre me daban fuerzas para seguir con ganas hacia delante, que sin su ayuda no podría haber sido posible gracias.

A mi tío:

Hilario Ruiz Soto

Por estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida, por tu gran apoyo y confianza, pero sobre todo por estar allí cuando más lo necesite, gracias.

INDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen del maíz	4
2.2 El maíz como cultivo forrajero	5
2.3 Importancia del cultivo de maíz	9
2.4 Utilizaciones del maíz.....	11
2.5 Calidad de forraje	11
2.6 Clasificación taxonómica	12
2.7 Desarrollo vegetativo del maíz	14
2.8 Descripción botánica y morfológica.....	15
2.8.1 Descripción morfológica	15
2.8.2 Sistema radical.....	15
2.8.3 Tallo.....	16
2.8.4 Hojas	16
2.8.5 Flores	17
2.8.6 Frutos	18
2.9 Característica del cultivo	18
2.10 Requerimientos del cultivo	19
2.11 Fisiología del maíz	19
2.12 Características de una planta forrajera ideal	20

2.13 Selección de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad forrajera	21
Cuadro 2.3 Relación entre características agronómicas y nutricionales en híbridos de maíz para forraje.....	22
2.13.1 Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje.....	22
2.14 Calidad nutricional del maíz	23
2.14.1 Materia seca.....	23
2.15 Rendimiento del Maíz forrajero	24
III. MATERIALES Y METODOS	26
3.1 Localización del experimento	26
3.2 Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera.....	26
3.2.1 Clima	26
3.2.2 Temperatura.....	26
3.2.3 Precipitación.....	26
3.3 Genotipo.....	27
3.4 Densidad de siembra	27
3.5 Sistema de riego	27
3.6 Fertilización	27
3.7 Control de plagas y enfermedades.....	27
3.8 Diseño experimental.....	28
3.9 Tratamientos	28
3.10 Distribución de los tratamientos	28
3.10.1 Las estrategias de fertilización evaluadas son las siguientes.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29

4.1 Altura de planta	29
4.2 Número de hojas	29
4.3 Longitud de diámetro polar.....	30
4.4 Longitud de diámetro ecuatorial	30
4.5 Peso de elote	31
4.6 Peso de planta	31
4.7 Relación peso de planta y peso de elote.....	31
4.8 Rendimiento de producción.....	32
4.8.1 Forraje verde	32
4.8.2 Relación beneficio costo.....	32
V. CONCLUSIONES	34
VI. BIBLIOGRAFIA.....	35

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Clasificación taxonómica del maíz	13
Cuadro 2.2 Criterios de clasificación de maíces para forraje producidos bajo condiciones de la Comarca Lagunera	21
Cuadro 2.3 Relación entre características agronómicas y nutricionales en híbridos de maíz para forraje.....	22
Cuadro 4.1. Promedio de altura y número de hojas en los distintos tratamientos en el ciclo PV 2009	30
Cuadro 4.2 Promedio de longitud de diámetro polar, ecuatorial del elote, peso de elote, planta y su relación entre estos, ciclos PV y OI'09	32
Cuadro 4.3 Relación beneficio costo de producción-ingreso ciclo PV '09 ...	33

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 m² 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 realizaron 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 m² con 1 m de separación entre unidad experimental, dando un resultado de 1,309 m². Las estrategias de fertilización evaluadas son las siguientes: T1: fertilización cero, T2: Fertilización química, T3: Vermicompost, T4: Compost, T5: Te de composta. Los tratamientos de herbicidas y plaguicidas en este experimento fueron nulos, resultando los tratamientos únicamente las dosis de fertilización.

Donde la vermicomposta, logró obtener los valores más altos en altura de planta, en peso de elote, así como en número de hojas, diámetro polar y ecuatorial.

PALABRAS CLAVE: Maíz, rendimiento, calidad forrajera, tratamientos, dosis.

I. INTRODUCCION

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 con una superficie total de 105'142,000 hectáreas y un rendimiento total de 214'760,000 toneladas de maíz en grano. 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 es un cultivo adaptado a una gran diversidad de ambientes; es una especie cuya fotosíntesis se realiza mediante el ciclo de carbono C4 y se caracteriza por tener una alta capacidad de producción de materia seca, que lo hace atractivo como forraje para la producción de leche.

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.

En los últimos años se ha incrementado el uso de forraje de maíz para la alimentación animal, principalmente en aquellas regiones consideradas como cuencas lecheras y de engorda. La disponibilidad de forraje es la fuente más económica para la alimentación del ganado.

Para elegir un cereal destinado a la producción de forraje, debe basarse en su capacidad de adaptación al medio local, productividad, beneficio para el ganado y su valor nutritivo. De ahí que el maíz forrajero sea uno de los materiales vegetativos de fácil acceso con los que se alimenta el ganado, pues este material incluye heno o ensilado.

En la Comarca Lagunera se siembran aproximadamente 60,000 hectáreas de maíz para grano y forraje, el maíz forrajero ocupa un lugar importante dentro del patrón de cultivos por el alto rendimiento energético que aporta en las raciones del ganado bovino lechero.

1.1 Objetivo

Determinar el comportamiento agronómico del maíz forrajero en las condiciones agroclimáticas y de manejo en la Región Lagunera con diferentes tratamientos de fertilización orgánica en la variedad de maíz forrajero AN-423.

1.2 Hipótesis

Ho: Al menos un tratamiento de los evaluados es superior al testigo.

Ha: Ninguno de los tratamientos evaluados es superior al testigo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen del maíz

El maíz tuvo origen en América Central, principalmente en México, de donde se difundió hacia el norte de Canadá y hacia el sur de Argentina. La evidencia ha sido encontrada por arqueólogos en el Valle de Tehuacán, Puebla, México, pero es posible que existan otros centros secundarios de origen en América. (FAO, 1999).

La planta de maíz se deriva del teocintle (*Zea mays* spp. 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, que se cultivaba en zonas de México y América central. Hoy en día su cultivo está muy diseminado por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada (Infoagro, 2007).

2.2 El maíz como cultivo forrajero

El empleo de maíz en la alimentación animal tiene gran versatilidad, ya que puede ser consumido en verde, ensilado, seco (heno o rastrojo) o como grano (Reta *et al.*, 2002). Actualmente en la región la producción promedio de forraje de maíz por hectárea es de 51 toneladas de forraje fresco y 15 toneladas de forraje seco.

El maíz forrajero es cultivado en forma extensiva para la alimentación de ganado. Se recoge y se ensila para suministro en épocas de no pastoreo, la siembra se efectúa altas poblaciones si se utiliza como alimento en verde, de manera que la densidad de siembra es de 30 a 35 Kg/ha se siembra en hileras con una separación 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).

En el ciclo primavera-verano del 2003 se sembraron en la región un total de 21 736 ha de maíz forrajero, de las cuales 14 380 fueron en áreas de bombeo y 7 356 con riego por gravedad, de las cuales se obtuvo una producción de 954 882 toneladas con un valor de 200 millones 525 mil 220 pesos (SAGARPA, 2003).

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 ensilaje 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).

Se cosecha toda la planta, que se produce para alimento de ganado utilizándose el tallo, las hojas, etc. Se puede cosechar verde para alimento de ganado en forraje verde, o se puede deshidratar para su comercialización en seco, a granel o achicalado, es decir, en pacas; otra forma es el ensilado, el cual consiste en una técnica en la que el Maíz u otros tipos de forrajes se almacenan en un lugar o construcción (silo) con el fin de que se produzcan fermentaciones anaerobias, hay varios tipos: silos de campo, silos en depósito, silos en plástico y silos en torre. El valor nutritivo del ensilaje destaca por su valor energético tanto en proteínas como sales minerales, el contenido en

materia seca del Maíz ensilado se consigue con un forraje bien conservado. El momento oportuno para ensilar es cuando se encuentra en etapa de grano a 2/3 de masa y 1/3 de leche o bien cuando el contenido de humedad general de la planta es del 70%, lo cual se presenta entre los 110 y 130 días después de la siembra, en función del ciclo vegetativo de la variedad utilizada (precoz, intermedia o tardía), la realización del corte para ensilar antes o después de esta etapa genera problemas al momento del ensilado que disminuyen la calidad del silo, actualmente hay Maíz molido, al que se adicionan nutrientes para alimentación integral del ganado (<http://w4.siap.sagarpa.gob.mx>).

Un buen maíz forrajero debe poseer las siguientes cualidades: 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 de 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 *et al.*, 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, destacan el contenido y calidad de grano, tallo y hojas, componentes que están estrechamente relacionados con la concentración y la digestibilidad de la pared celular, así mismo 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. 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).

2.3 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 cultivo del maíz por su eficiencia en uso de agua, lo hace un componente importante del patrón forrajero en la Comarca Lagunera. Además sembrado temprano en primavera y cosechado oportunamente permite una segunda siembra durante el verano, deseable en explotaciones que requieren hacer un uso intensivo del suelo. El maíz también puede ser una buena opción para utilizarse como cultivo de rotación en terrenos con problemas de enfermedades radiculares como pudrición texana y verticillium (Reta *et al.*, 2002).

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 hectáreas 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 más de 3,3 millones de hectáreas, 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 precoz a semi-precoz (Siap, SAGARPA, 2007).

La Comarca Lagunera es una de las cuencas lecheras más importantes en el ámbito nacional, con aproximadamente 234,258 mil cabezas de ganado bovino lechero en producción, que producen 2'210,589 millones de litros de leche

diarios (SAGARPA, 2008). 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 y actualmente el 93%, el resto utiliza variedades criollas y generaciones segregantes de híbridos (Gutiérrez *et al.*, 2007).

2.4 Utilizaciones del maíz

78% alimentación animal

10,1% edulcorantes

6,4% alcohol

3,1% almidón

2,4% productos alimenticios

Fuente: Arthur D. Little (<http://www.syngentaseeds.es>)

2.5 Calidad de forraje

Desde el punto de vista en nutrición se refiere a la relación que existe entre el valor nutritivo de un ingrediente y la capacidad de los animales para convertirlos en productos como; carne y grasa estando en función el grado de digestibilidad del mismo; la calidad de forraje se determina por la capacidad de proveer los requerimientos nutricionales a los animales incluyendo su aceptabilidad composición química y digestibilidad del mismo.

Entre los parámetros considerados para la calidad del forraje está la materia seca (MS) el contenido de minerales la concentración de proteínas tanto como cruda como bruta extracto etéreo; (contenido de grasa) el grado de concentración (Cantú 2003).

Herrera (1999) asume que el termino calidad se refiere no solo a la concentración de nutrientes como proteína cruda energía y fibra en un forraje o bien a la proporción de granos en la planta sin embargo el verdadero valor nutritivo del forraje de calidad con su digestibilidad y el efecto que provoca en el animal que lo consume se mide en producción de leche crecimiento o ganancia de peso.

Mott y Moore (1973) definen que el valor nutritivo del forraje está determinado por: 1) concentración de nutrientes. 2) digestibilidad de los nutrientes y 3) naturaleza de los productos finales de la digestión.

La disminución en la calidad del forraje conforme a la planta madura se ve acelerada por las condiciones cálidas y húmedas. No obstante el rendimiento del cultivo (Kg ha⁻¹) se acumula con el tiempo y la calidad disminuye ocasionando que el rendimiento máximo del forraje utilizable y digerible (MS) se presente antes del rendimiento total (Van Soest 1996).

2.6 Clasificación taxonómica

El maíz (*Zea mays L.*) 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 2.1 Clasificación taxonómica del maíz.

Clasificación taxonómica del maíz		
Categoría	Ejemplo	Características distintivas
Reino	Vegetal	Planta anual
Phylum	Tracheophyta	Sistema Vascular
Subdivisión	Pterapside	Producción de Flores
Clase	Angiosperma	Semilla Cubierta
Subclase	Monocotiledoneae	Cotiledón único
Orden	Graminales	Tallo con nudos prominentes
Familia	Gramínea	Grano-cereal
Tribu	Maydeae	Flores unisexuales
Genero	Zea	Único
Especie	Mays Mexicana Perennis	Maíz común
Raza	Más de 300 razas clasificadas; 30 en México	Teocintle anual
		Teocintle perenne
		Adaptadas a regiones bien

(Reyes, 1990)

2.7 Desarrollo vegetativo del maíz

Reyes, (1990) El maíz es un cultivo que requiere un período mínimo de crecimiento de 120 días. La planta de maíz transcurre por diferentes etapas tanto vegetativas como reproductivas.

Etapa cero: Emergencia de la plántula: la plántula emerge a los 4 ó 5 días después de la siembra.

Etapa uno: Cuatro hojas totalmente emergidas: 2 semanas después de la emergencia de la plántula.

Etapa dos: 8 hojas totalmente emergidas, 4 semanas después de la emergencia de la planta. Este es un período de rápida formación de hojas; una deficiencia de nutrimentos en este estado reduce seriamente el crecimiento de las hojas, se presenta una alta demanda y se inicia una máxima utilización del nitrógeno.

Etapa tres: 12 hojas totalmente emergidas, 6 semanas después de la emergencia de la planta.

Etapa cuatro: Comienzo de la floración, 8 semanas después de emergencia de la plántula.

Etapa cinco: Polinización, 9 semanas después de la emergencia de la plántula.

Etapa seis: Fecundación y fructificación del grano, 12 semanas después de la emergencia de la plántula.

Etapa siete: Maduración y secado del grano, hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo grado de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica.

Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad.

2.8 Descripción botánica y morfológica

2.8.1 Descripción morfológica

Zea mays L., es una especie monocotiledónea anual, perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas). A diferencia de los demás cereales, es una especie monoica, lo que significa que sus inflorescencias, masculina y femenina, se ubican separadas dentro de una misma planta; esto determina además que su polinización sea fundamentalmente cruzada, su ciclo de vida varia de 80 a 200 días, desde siembra hasta la cosecha (Inifap, 2007).

2.8.2 Sistema radical

La raíz principal está representada por una a cuatro raíces seminales, que al dejar de funcionar como tales, principian a desarrollar gran cantidad de raíces fibrosas, los cuales se localizan en la corona, ramificándose en raíces secundarias y terciarias, y esta a su vez en los pelos radicales y en donde presenta la mayor absorción de agua (Robles 1994).

2.8.3 Tallo

La planta de maíz presenta un tallo principal, el cual alcanza la superficie del suelo al estado de quinta hoja; a partir de la sexta hoja, se inicia un rápido crecimiento del tallo en altura, el que se manifiesta especialmente a través de la elongación de los internudos inferiores.

Al estado de ocho hojas es posible apreciar a simple vista, en el extremo apical del tallo, los primeros indicios de la panoja. Los tallos son muy robustos, y dependiendo de la precocidad del cultivar pueden alcanzar entre 12 y 24 nudos aéreos. Las plantas pueden lograr un gran crecimiento, alcanzando hasta más de 4 m de altura.

En los cultivares híbridos más utilizados en nuestro país (intermedios y semi-tardíos), la altura promedio de las plantas alcanza aproximadamente a 2.0 m, la altura definitiva de una planta de maíz se alcanza cuando se produce la completa elongación de la panoja (Usach *et al.*, 2003).

2.8.4 Hojas

El número de hojas, dependiendo del cultivar, puede variar entre 12 y 24, siendo lo común que oscile entre 15 y 22. Las hojas son alternas, alargadas, de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado. Las hojas están compuestas por las siguientes estructuras:

a) Vaina: se origina a partir de un nudo del tallo, envolviendo prácticamente al entrenudo superior.

b) Lámina: se origina a partir de la vaina, comprendiendo la vena central, un conjunto de venas paralelas a ésta y el tejido intracelular.

c) Lígula: corresponde a una lengüeta membranosa y transparente; se sitúa en la parte terminal de la vaina, justamente en el punto en que comienza a desarrollarse la lámina. (Guerrero, 1992).

2.8.5 Flores

Guerrero (1992), dice que la inflorescencia masculina o panoja, normalmente se hace visible entre las últimas hojas de la planta, 7 a 10 días antes de que aparezcan los estilos de la inflorescencia femenina, rodeando las dos flores contenidas en cada espiguilla se presentan dos glumas; al interior de ellas, cada flor se presenta encerrada entre dos estructuras: la lemma o glumela inferior, ubicada en forma adyacente a una de las glumas y la palea o glumela superior, que se sitúa entre las dos flores. La estructura que comprende la lemma, la pálea y la flor se denomina antecio, existiendo dos antecios en cada espiguilla.

La inflorescencia femenina está conformada por espiguillas, las cuales se ubican en forma individual en cada una de las cavidades de la coronta; cada espiguilla, a su vez, contiene dos flores, de las cuales sólo una logra emitir su estilo; la otra flor aborta, originándose por lo tanto sólo un grano por cavidad.

Entre los veinticinco y treinta días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de este. Transcurridos de cuatro a seis semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento

de los estilos. Se considera como floración al momento en el que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de cinco a ocho días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias.

El periodo más crítico de la planta de maíz es el que transcurre desde semanas previas a la floración, acusando más adelante cualquier deficiencia producida en este momento de manera irreparable.

2.8.6 Frutos

Botánicamente es un fruto en cariósipide conocido comúnmente como semilla o grano. La semilla del maíz, esta constituida por las siguientes estructuras: 1) pericarpio es la pared del ovario desarrollado y maduro, siendo un conjunto de capas que forman la cubierta del fruto envolviendo la semilla, 2) capa de células aleurona sustancia proteica en forma de pequeños granos, que se encuentra en la capa externa del endospermo, 3) endospermo tejido nutritivo y rico en almidón que se produce en el saco embrionario, 4) capa de células epiteliales tejido que cubre la superficie externa del embrión formando una delgada membrana protectora, 5) escutelo, 6) coleoptilo, 7) plúmula, 8) nudo cotiledonar, 9) radícula 10) coleorriza (Robles, 1983)

2.9 Característica del cultivo

La variabilidad genética del maíz en México ha sido el foco de numerosos estudios que han descrito las razas y las relaciones raciales, con base en

caracteres morfológicos y de polimorfismo con isoenzimas, describen las razas de maíz de todo México. El rescate, conservación y utilización de las razas de maíz es de gran importancia por su riqueza fitogenética e identidad del germoplasma, así como para su mejoramiento genético y para la producción de grano y propósitos especiales. (Martín *et al.*, 2006).

2.10 Requerimientos del cultivo

Cueto *et al* (2006). Los suelos en zonas áridas como los de la Comarca Lagunera son bajos en materia orgánica y nitrógeno disponible en forma natural, por lo que todos los cultivos requieren la aplicación de fertilizante nitrogenado en cantidad suficiente y oportuna. Una baja aplicación de N disminuye la producción de materia seca al reducir el desarrollo y duración del follaje y la eficiencia fotosintética del foliar.

2.11 Fisiología del maíz

El maíz es el cereal más eficiente como productor de grano, contribuyen a ello varios factores, tales como el tamaño de la planta, área foliar muy considerable, tallo fuerte y alto, sistema radical abundante y tejido vascular conductor amplio y eficiente (Acevedo, 2005).

La planta de maíz es uno de los mecanismos más maravillosos que posee la naturaleza para almacenar energía. De una semilla que pesa un poco más de 0.3 gramos, en un periodo de unas nueve semanas nace una planta que alcanza entre dos y tres metros de altura. En los dos siguientes meses esta

planta produce entre 600 y 1000 semillas similares a la original (Aldrich *et al.*, 1974).

La madurez fisiológica del maíz se alcanza cuando el grano termina su completo desarrollo; es decir, el grano pierde humedad y ya no crece e incluso puede caerse o desgranarse de la planta; al cosecharlo, el grano germina, ya que tiene completamente formada todas las estructuras de la semilla. La capa negra y la línea de leche son indicadores confiables que en forma práctica estiman en el campo la madurez fisiológica del maíz (Reyes, 1990).

2.12 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 fungosas (Daña *et al.*, 2005).

En general se puede afirmar que un maíz apto para ensilaje debe mostrar un rendimiento óptimo de materia seca 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).

Cuadro 2.2 Criterios de clasificación de maíces para forraje producidos bajo condiciones de la Comarca Lagunera.

CLASIFICACIÓN			
Calidad	Baja	Mediana	Alta
FDN (%)	> 60	de 52 a 60	< 51
FDA (%)	> 35	de 30 a 35	< 29
EN1 (Mcal/kg-1)	> 1.3	de 1.31 a 1.48	< 1.50
DIVSMS (%)	> 60	de 61 a 67	< 68

(Herrera, 1999)

FND= Fibra Detergente Neutra, FDA = Fibra Detergente Acida, ENI = Energía Neta de Lactancia, DIVSMS = Digestibilidad *in vitro* de la materia

2.13 Selección de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad forrajera

Existe gran variabilidad genética en características agronómicas y calidad nutricional entre híbridos de maíz para forraje. Las características agronómicas más variables son: altura de planta, días a cosecha, porcentaje de grano (contenido de grano) y rendimiento de materia seca por hectárea. Algunas de estas características pueden estar relacionadas entre sí (ver cuadro). En ciertos híbridos, un mayor rendimiento de materia seca por hectárea está relacionado a plantas altas y ciclo de cosecha más largo. Por otra parte, la digestibilidad está asociada a híbridos de porte más bajo, con ciclo a cosecha más corto y mayor porcentaje de mazorca. Debido a que el rendimiento de

materia seca por hectárea y la cantidad nutricional no están consistentemente relacionados, se puede seleccionar híbridos de maíz con alto rendimiento y alta calidad nutricional (INIFAP, 2006).

Cuadro 2.3 Relación entre características agronómicas y nutricionales en híbridos de maíz para forraje.

RELACIÓN					
	Altura	Días	PMZ	DIV	ENI
Altura					
Días	+				
PMZ	-	-			
DIV	-	-	+		
ENI	-	-	+	+	
RMS	+	+	-	N	N

(INIFAP, 2006)

PMZ-porcentaje de mazorca; DIV-digestibilidad *in vitro*; ENI-energía neta de lactancia; RMS-rendimiento de materia seca por hectárea.

- Relación negativa

+ Relación positiva

N no hay correlación

2.13.1 Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje.

-Alto rendimiento de materia seca (más de 19 ton/ha)

-Alto porcentaje de mazorca (más de 45%)

- Concentración baja de fibra detergente neutro (menos de 55%)
- Alta digestibilidad *in vitro* (más de 73%)
- Alta concentración de energía neta de lactancia (más de 1.4 Mcal/kg de materia seca)

2.14 Calidad nutricional del maíz

Un maíz de alta calidad forrajera es considerado aquél que presenta valores de FAD de 25 a 32 %, FND de 40 a 52 %, total de nutrientes digeribles (TND) superiores a 65 % y una energía neta de lactancia (ENL) de 1.45 Mcal/kg-1 o más (Olague *et al.*, 2006).

Los factores ambientales que afectan la calidad del forraje son principalmente temperatura, radiación y agua en el suelo. El valor nutritivo del ensilaje de maíz para rumiantes está limitado por el bajo contenido de proteína cruda en la planta en relación a los requerimientos de los rumiantes (Beriola, 2002).

2.14.1 Materia seca

El valor nutritivo de la materia seca del maíz se explica considerando el follaje tallos, hojas y grano, la digestibilidad de estos componentes varía de 53 a 65.1 por ciento para follaje y de 88.7 a 93.9 por ciento para grano (Johnson, 1997).

La altura de la planta de maíz influye en la producción de materia seca, pero debe tener el tamaño adecuado a fin de contribuir con aproximadamente el 50% del peso total para incrementar el contenido de fibras (Rodríguez *et al.*, 2000).

La materia seca contenida en el forraje es muy útil para el funcionamiento animal y su metabolismo, pero de no ser deshidratado, es insuficiente como alimento para mantener al animal en plena forma. Esta insuficiencia obliga al ganadero a completar la ración a base de otros alimentos más concentrados. De no contener el forraje la cantidad de materia seca requerida por el organismo del animal y su metabolismo, esta carencia puede ser motivo en los animales jóvenes de molestas diarreas y de pérdidas para el productor (Juscafresa, 1974).

2.15 Rendimiento del Maíz forrajero

Amador y Boschini (2000). Explican que el cultivo de maíz para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, desde 40 a 95 t/ha en un corto tiempo, y el valor nutritivo va de bueno a excelente, dependiendo de la etapa de crecimiento en que se encuentre el cultivo en el momento de la cosecha. El contenido de materia seca varía de 15 a 25 % en la planta verde y la composición química es de 4 a 11 % de proteína cruda, 1 a 3,5% de extracto etéreo, 27 a 35% de fibra cruda, 34 a 55% de extracto libre de nitrógeno y de siete a 10% de cenizas, en la materia seca. Se estima una digestibilidad media de 60%, con valores mínimos de 40% en cultivos muy maduros y valores máximos de 71% en los jóvenes. Cuando el maíz está entre el estado lechoso y pastoso duro, la planta está en su condición óptima para la cosecha y conservación. El contenido de materia seca es de 25 a 31%, 5,7 a 6,7% de proteína cruda, 55 a 59% de fibra neutro detergente, 36% de fibra ácida detergente y 67% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Reta *et al.* (2000), Mencionan que dos factores determinantes del rendimiento y calidad del maíz forrajero son la densidad de población y la dosis de fertilización nitrogenada.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 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 m² de 11.0 m x 130.5 m de área, ubicado en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Unidad Laguna.

3.2 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 promedio de 30 °C a 45 °C.

3.2.2 Temperatura

La temperatura media mensual por arriba de los 20 grados centígrados en los meses de abril a octubre, en tanto que en los meses de noviembre a marzo, la media mensual oscila entre los 13.6 y 19.4 grados centígrados. Estación Climatológica de Lerdo Durango.

3.2.3 Precipitación

La precipitación media de las últimas décadas es de 220 mm. Estación Climatológica de Lerdo Durango.

3.3 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.

3.4 Densidad de siembra

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

3.5 Sistema de riego

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

3.6 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.

3.7 Control de plagas y enfermedades

No se utiliza productos algunos para el control de plagas y enfermedades, solamente es controlado con la fertilización de productos orgánicos.

3.8 Diseño experimental

Se hace un diseño en bloques completamente al azar.

3.9 Tratamientos

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

3.10 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 m² con 1 m de separación entre unidad experimental, dando un resultado de 1,309 m².

3.10.1 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).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de planta

La altura de planta alcanzada en los tratamientos evaluados, se presentan en el cuadro 4.1. El análisis de varianza realizado para esta variable detectó diferencia significativa entre los tratamientos, alcanzando valores similares entre vermicomposta, composta, químico y te de composta alcanzando valores de 2.32, 2.22, 2.16 y 1.99 m respectivamente, con respecto al tratamiento fertilización cero con una altura de 1.94 m. Rangos de altura inferiores a los obtenidos por Shaw y Tom, 1951, de entre 2.25 a 2.72 m promedio en este cultivo al utilizar compost.

4.2 Número de hojas

El número de hojas por planta bajo los tratamientos evaluados, se presentan en el cuadro 4.1. El análisis estadístico presentó diferencia significativa entre tratamientos; presentó similitud en los tratamientos vermicomposta, composta y químico, alcanzando valores de 14.66, 14.33 y 14.03 hojas respectivamente contra los tratamientos fertilización cero con un valor de 13.33 hojas y te de composta con un promedio de 12.36 hojas. El rango de numero de hojas por planta antes mencionado fue superior al obtenido por Martínez *et al.*, 2006, que evaluando el desarrollo y producción de diferentes híbridos de maíz, obtuvo un número de hojas promedio de 13.4 a 14.60 hojas por planta. Lo cual puede ser resultado del tipo de híbrido evaluado, los cuales son diferentes a los evaluados en este experimento.

Cuadro 4.1. Promedio de altura y número de hojas en los distintos tratamientos en el ciclo PV 2009.

Ciclo PV					
	Q	VC	C	TC	F0
Altura	2.16ab	2.32a	2.22ab	1.99ab	1.94b
Hojas	14.03ab	14.66a	14.33ab	12.36c	13.33bc

Q=químico, VC=vermicomposta, C=composta, TC=te de composta, F0=fertilización cero

4.3 Longitud de diámetro polar

El análisis de varianza realizado de longitud de diámetro polar de elote, detectó diferencia entre la aplicación de fertilizantes químico y orgánicos (cuadro 4.2).

El valor de longitud de diámetro polar, fue superior por el tratamiento vermicomposta con un valor de 58.93 cm.

El rango de longitud de diámetro polar fue superior al obtenido por Matheus *et al.*, 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. Haciendo 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 (cuadro 4.2). El valor de longitud de diámetro ecuatorial presentaron valores de 16.66 a 24.28 cm. El rango de 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, cita una altura de altura de elote que vario d 3.39 a 4.28 cm. Considerando una relación dos a uno entre el diámetro y la altura, este sería una longitud de diámetro ecuatorial de 6.78 a 8.56 cm aproximadamente.

4.5 Peso de elote

El peso de elote obtenido detectó diferencia entre tratamientos (cuadro 4.2), variando entre 0.282 a 0.337 kg. Vermicomposta presentó el mayor peso de elote con 0.337 kg, seguido por fertilización cero, químico, composta con 0.309, 0.309 y 0.305 kg respectivamente. El más bajo peso de elote fue presentado por te de composta con 0.282 kg.

4.6 Peso de planta

El análisis de varianza realizado para peso de planta, detectó diferencia entre los tratamientos analizados, variando entre 0.837 y 0,978 kg (cuadro 4.2). El peso de planta de químico fueron superior a los demás con valor de 0.978 kg y te de composta inferior con valor de 0.89 kg/planta.

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, presentó diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, variando de 31.55 y 34.97% (cuadro 4.2). Vermicomposta, cero,

composta y te de composta fueron similares con 34.97, 34.66, 34.06 y 33.68% respectivamente. Sin embargo químico fue inferior con 31.57%.

Cuadro 4.2. Promedio de longitud de diámetro polar, ecuatorial del elote, peso de elote, planta y su relación entre estos, ciclos PV y OI'09

	Ciclo PV				
	Q	VC	C	TC	F0
Diámetro Polar (cm)	56.53a b	58.93 a	54.60b	52.15a b	53.15b
Diámetro Ecuatorial(cm)	24.28a	25.38 a	23.88 ^a	23.33 ^a	23.13 ^a
Peso de elote (kg)	0.309b	0.337 a	0.305c	0.282b	0.309b
Peso de planta (kg)	0.978a	0.963 a	0.895b	0.837a b	0.891a b
Relación entre peso de elote y planta (%)	31.57b	34.97 a	34.06a b	33.68a b	34.66 ^a

Q=químico, VC=vermicomposta, C=composta, TC=te de composta, F0=fertilización cero

4.8 Rendimiento de producción

4.8.1 Forraje verde

El rendimiento obtenido en forraje verde, presentó diferencia para los tratamientos evaluados en el análisis de varianza realizado, variando entre 52.3 y 87.7 ton/ha.resultado similar a Jose Martin Macias Ocampo 2010, quien alcanzó valores entre 52, 631 y 87.719 to/ha.

4.8.2 Relación beneficio costo

Estadísticamente no fue analizado, sin embargo presentó rentabilidad de los tratamientos químico y vermicomposta (cuadro 4.3). Químico presentó una

rentabilidad beneficio costo superior al tratamiento Vermicomposta con valores de 168.21 y 125.36%. rentabilidad superior a la deseada, que oscila entre el 25 y 33%. Rentabilidad superior obtenido por el “Análisis financiero de un proyecto de cultivo de maíz”, realizado en Papaloapan, 2005 obteniendo un 8.7% proyecto que especialistas en la materia, consideraron viable.

Cuadro 4.3. Relación beneficio costo de producción-ingreso ciclo PV '09

	Q	VC	C	TC	F0
Rendimiento	87.22	87.77	79.72	74.55	59.44
Precio	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360
Ingreso bruto	\$31,399	\$31,597	\$28,699	\$26,838	\$21,398
Costo total	\$11,706	\$14,021	\$15,203	\$53,427	\$8,427
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. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye estadísticamente que la producción fertilizada con el tratamiento vermicomposta, logró obtener los valores más altos en altura de planta, en peso de elote, así como en número de hojas, diámetro polar y ecuatorial. Los valores más bajos lo obtuvieron el té de composta en diámetro polar.

VI. BIBLIOGRAFIA

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

Aldrich R. S., Leng R. Earl., 1974. Producción Moderna de Maíz, Buenos Aires, Argentina.

Amador A.L. y Boschini F.C. 2000. Fenología productiva y nutricional de Maíz para la Producción de Forraje. Agronomía Mesoamericana. Pp. 1-177

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

Cantú B J E (2003) Principios de bromatología animal. Quinta Edición. Pp. 224- 247.

Cueto W. J., Reta S. D., Barrientos R. J., González C. G. y Salazar S. E. 2006. Rendimiento de Maíz forrajero en respuesta a Fertilización nitrogenada y densidad de Población. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 29. Chapingo, México. Pp. 97-101.

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

FAO. 1999. El Maíz en la Nutrición Humana. Editorial FAO. Oficina Regional de la FAO para América Latina.

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.

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

Guerrero A. 1992. Cultivos herbáceos extensivos 5a edición, mundi -prensa, Madrid, España, pp. 185-186.

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

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 los maíces y sorgos mejorados para la producción de ensilaje. En: 2° Taller nacional de especialidades de maíz. UAAAN. 9 y 10 de septiembre de 1999. Saltillo. Coahuila. México. P 133- 137.

<http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/AppEstado/monografias/Forrajes/MaizF.html>
consultado 4 octubre de 2010

<http://www.syngentaseeds.es/biotecnologia/maiz21.htm> consultado 4 octubre de 2010

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

INIFAP, 2006. Tecnología de producción de maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Folleto técnico N° 13.

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

Johnson C. R. N. Newton J. P. Wilson L. D. (1997) yield, Composition and in vitro digestibility of temperate and tropical corn hybrids grow as silage crops plantad in summer J Dairy sc: 80: 550-557.

Juscafresa B. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo, editorial AEROS, Barcelona, España, 1974, pp. 166.

Maíz forrajero: capacidad de adaptación y potencial de rendimiento de doce híbridos de maíz forrajero en la región lagunera, Macías Ocampo ,2010

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

Martin L. J., Parra R. J., Sánchez G. J., De la Cruz L. L., Morales R. M. 2006. Caracterización de maíces criollos del occidente de México. Universidad de Guadalajara, CUCBA, IMAREFI. México. 111 p.

Moore, J.E. and G.O. Mott, 1973, Structural inhibitors of quality in tropical grasses. Pp. 53-98. In: Anti-quality components, of forages crop Sci. Soc. of Amer. Madison, Wisconsin.

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 Subsuperficial, México.

Peña R. A., González 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.

Respuesta agronómica de once híbridos de maíz (*Zea mays*, L.) y efecto de componentes del rendimiento sobre la producción de grano en la comarca lagunera, Verdugo Pérez, 2009.

Reta, S., David G. *et al.* Guía para Cultivar Maíz Forrajero en Surcos Estrechos. Junio 2002. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coahuila. P. 24.

Reta S.D., Gaytán M.A. y Carrillo A.J. 2000. Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. Rev. Fitotec.

Mex. 23:37-48.

Reyes C. P., 1990. El maíz y su cultivo. A. G. T. Editor, S.A de C.V. México.

Robles, S.R. 1983 Producción de Granos y Forrajes. Cuarta Edición. Ed. Limusa. México. Pp 22-35.

Robles, S.R. 1994. Producción de Granos y Forrajes. Quinta Edición. Ed. Limusa. México.

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, 2008. Delegación en la Región Lagunera, subdelegación de ganadería. El siglo de Torreón, suplemento especial comarca lagunera.

SAGARPA, Delegación Laguna. Hectáreas de Maíz Forrajero. Ciclo primavera-verano 2003.

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

Van Soest PJ (1996) Environmental and forage quality. Proa Cornell Nutrition conferences for feed manufacturer. Búfalo. NY. PP. 1-6.

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.

Usach L., Bencardini J., 2003. Cereales. Universidad de Moran. Facultad de
Agronomía.