

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE MAÍZ FORRAJERO
DE CUATRO HÍBRIDOS DE MAÍZ, BAJO FERTILIZACIÓN CON
ESTIÉRCOL BOVINO EN LA COMARCA LAGUNERA.**

Por:

ALFREDO SANTACRUZ AMAYA

TESIS

Presentada como requisito parcial

Para obtener el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO

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

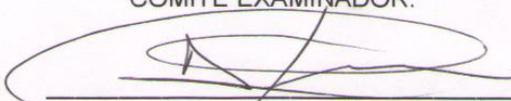
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. **ALFREDO SANTACRUZ AMAYA** QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

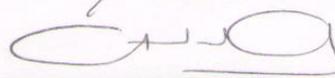
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ EXAMINADOR:

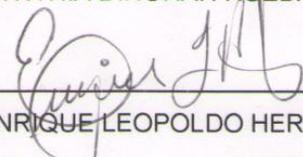
PRESIDENTE


DR. ALFREDO OGAZ

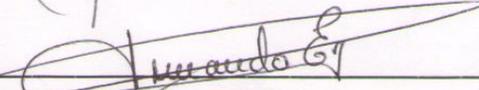
VOCAL

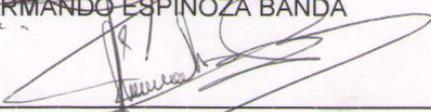

MC. CYNTHIA DINORAH RUEDAS ALBA

VOCAL


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

VOCAL SUPLENTE


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Junio de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**“CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE MAÍZ FORRAJERO DE
CUATRO HÍBRIDOS DE MAÍZ, BAJO FERTILIZACIÓN CON
ESTIÉRCOL BOVINO EN LA COMARCA LAGUNERA”**

P O R

ALFREDO SANTACRUZ AMAYA

TESIS

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

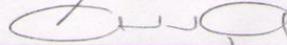
REVISADA POR:

ASESOR PRINCIPAL



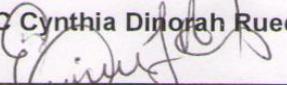
Dr. Alfredo Ogaz

ASESOR:



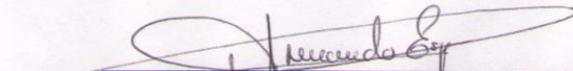
M.C Cynthia Dinorah Ruedas Alba

ASESOR:



Ing. E. Leopoldo Hernández Torres

ASESOR:



Dr. Armando Espinoza Banda

DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México



Coordinación de la División de
Junio de 2011 Carreras Agronómicas

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:

DOC. ALFREDO OGAZ

MC. CHNTYA DINORA RUEDAS ALBA

ING. E. LEOPOLDO HERNANDEZ TORRES

Por sus consejos, amistad y por la enseñanza académica y la sencillez que los caracteriza.

Un agradecimiento de todo corazón a mis mejores amigos: Anabel, Lety, Brenda, Alejandra, Diana, Lucero, Adal, Diego , Gustavo, Diego Armando, Ezequiel, Ricardo, Issahi, Pilar , Hugo, Carlos, Víctor , Eleazar, Alex, Clark y Óscar. Por brindarme todo el tiempo su gran amistad, darme animo cuando mas necesite, y por todos los grandes momentos que pase a su lado, nunca los voy a olvidar y les deseo lo mejor en la vida. Mil gracias a todos ellos.

DEDICATORIAS

A mis padres: Carlota Amaya montes y Alfredo Santacruz González

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 tomare en cuenta durante toda mi vida, gracias por darme todo.

A mis hermanas:

Rocio Santacruz Amaya y Mirna Santacruz Amaya

Gracias por darme siempre su apoyo durante mi carrera y etapas de mi vida ustedes son fuente de inspiración que siempre me daban ánimos para seguir adelante en la vida.

A mis abuelos:

Sixto Amaya Vázquez y Francisca Montes Ramírez

Por ser como mis segundos padres, Por ayudarme muy a su manera durante mis estudios, por sus consejos y especialmente a mi abuelo que descansa en paz.

RESUMEN

El objetivo de este experimento fue evaluar la respuesta de cuatro diferentes híbridos de maíz bajo fertilización a base de estiércol bovino para determinar cual de estos híbridos mostraba mejores rendimientos de forraje, ya que existen muy pocos híbridos en el mercado que den un buen rendimiento a base de fertilización con estiércol bovino. Esto con el fin de reducir las aplicaciones de fertilizantes sintéticos. Los híbridos que se utilizaron fueron (AN-423) (RS-2164 ROYAL) (SAN LORENZO 1) Y (SAN LORENZO 2). Se contó con cuatro unidades experimentales y de cada unidad experimental se tomaron dos muestras para tomarles datos de densidad de tallo polar, densidad de tallo ecuatorial, altura de planta (base de espiga), altura de planta (punta de espiga). Número de hojas y peso verde total. Los resultados alojados fueron el híbrido con mayor peso verde total fue el AN-423 con un promedio de 17.62 Ton/Ha seguido RS -2164 Royal este con un promedio de 17.456 Ton/H.

El experimento dio como resultados que los cuatro híbridos evaluados muestran una respuesta a la aplicación de estiércol bovino y que aumentando la dosis de este obtenemos una alternativa viable y más económica y sustentable para sustituir a los fertilizantes químicos.

Palabras clave: Maíz forrajero, características agronómicas, híbrido, forraje, rendimiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO.....	I
DEDICATORIAS.....	II
RESUMEN.....	III
I INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	4
Hipótesis.....	5
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1 Origen del maíz.....	6
2.1.1 Teoría del ancestro común.....	7
2.1.2 Origen citogenética.....	7
2.2 Características agronómicas y botánicas del maíz.....	8
2.2.1 Características agronómicas.....	8
2.2.2 Características botánicas.....	11
2.2.3 Clasificación taxonómica.....	11
2.2.4 Descripción morfológica del maíz.....	12
2.2.5 Sistema radicular.....	12
2.2.6 Tallo.....	12
2.2.7 Hojas.....	12
2.2.8 Fructificación.....	13
2.3 Etapas enológicas del maíz.....	14
2.3.1 Germinación.....	14
2.3.2 Nacencia.....	15
2.3.3 Desarrollo vegetativo.....	16

2.3.4 Etapa cero.....	16
	Pág.
2.3.5 Etapa uno.....	16
2.3.6 Etapa dos.....	16
2.3.7 Etapa tres.....	17
2.3.8 Etapa cuatro.....	17
2.3.9 Etapa cinco.....	17
2.3.10 Etapa seis.....	18
2.3.11 Etapa siete.....	18
2.4 Requerimientos del cultivo.....	19
2.5 Rendimiento del maíz forrajero.....	21
2.5.1 Densidades.....	21
2.6 Híbridos.....	23
2.6.1 Tipos de híbridos.....	27
2.7 Características de una planta forrajera ideal.....	28
2.8 Selección de híbridos de maíz de alta calidad forrajera.....	30
2.9 Fertilización orgánica.....	30
2.9.1 Normas de aplicación de estiércol bovino al suelo.....	33
2.9.2 Legislación sobre residuos ganaderos.....	33
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1 Ubicación del campo experimental.....	35
3.2 Localización geográfica.....	35
3.3 Aspectos agroclimáticos de la comarca lagunera.....	35
3.4 Material genético.....	36

	Pág.
3.5 Métodos de siembra.....	36
3.6 Fertilización.....	37
3.7 Labores de cultivo.....	39
3.8 Control de plagas.....	39
3.9 Riegos.....	39
3.10 Variables evaluadas.....	39
3.11 Diseño experimental.....	40
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1 Diámetro ecuatorial del elote.....	41
4.2 Diámetro polar del elote.....	44
4.3 Altura de la planta base del tallo- base de la espiga.....	47
4.4 Altura de la planta base del tallo-punta de la espiga.....	50
4.5 Altura de mazorca.....	53
4.6 Numero de hojas.....	56
4.7 Peso verde total.....	59
V CONCLUSIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....	65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Criterios de clasificación de maíces para forraje producidos bajo condiciones de la comarca lagunera.....	29
Cuadro 2. Material genético de maíz forrajero precoz evaluado vs un testigo en la región lagunera en época primavera-verano 2009 UAAAN-UL 2009.....	36
Cuadro 3. Características físicas del estiércol bovino.....	37
Cuadro 4. Características químicas del estiércol bovino.....	38
Cuadro 5. Características químicas (solubles) del estiércol bovino.....	38
Cuadro 6. Diámetro ecuatorial de elote (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.).....	41
Cuadro 7. Tabla de ANAVA del diámetro ecuatorial de elote (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.).....	42
Cuadro 8. Comparación de medias del diámetro y perímetro ecuatorial de elote (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	43
Cuadro 9. Diámetro polar de elote (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.).....	44

	Pág
Cuadro 10. Tabla de ANAVA del diámetro ecuatorial del tallo (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	44
Cuadro 11. Comparación de medias del diámetro ecuatorial del tallo por el método de Tukey al 0.05, de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	46
Cuadro 12. Altura de planta de la base del tallo a la base de la espiga (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	47
Cuadro 13 Tabla de ANAVA de altura de la planta de la base del tallo a la base de la espiga (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	48
Cuadro 14. Comparación de medias altura de la planta de la base de el tallo a la base de la espiga por el método de Tukey al 0.05 de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	49
Cuadro 15. Altura de la planta desde la base del tallo hasta la parte superior de la espiga (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.).....	50

	Pág
Cuadro 16 Tabla de ANAVA de la altura de la planta de la base del tallo a la parte superior de la espiga (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	51
Cuadro 17. Comparación de medias de la altura de la planta desde la base del tallo hasta la parte superior de la espiga por el método de Tukey al 0.05 de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	52
Cuadro 18. Altura de la mazorca (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.).....	53
Cuadro 19. Tabla de ANAVA de la altura de la mazorca (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	54
Cuadro 20. Comparación de medias de altura de la mazorca por el método de Tukey al 0.05, de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	55
Cuadro 21. Numero de hojas de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	56

	Pág.
Cuadro 22. Tabla de ANAVA de número de hojas (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	57
Cuadro 23. Comparación de número de hojas por el método de Tukey al 0.05, de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	58
Cuadro 24. Peso verde total (gr) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	59
Cuadro 25. Tabla de ANAVA de peso verde total (kg) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	
Cuadro 26. Comparación de medias de peso verde total de diez plantas de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).....	61
Cuadro 27. Peso promedio por hectárea de los 4 diferentes híbridos evaluados.....	61

I.-INTRODUCCIÓN

El maíz a nivel mundial, especialmente en los países industrializados, es empleado básicamente como materia prima en muchos procesos industriales, obteniéndose de este no solo productos comestibles si no también una amplia gama de subproductos que van desde almidones hasta ácidos químicos y combustibles (etanol).

En México el maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cultivos básicos de mayor importancia económica y social, ya que la mayor parte de la producción de grano se destina al consumo humano, debido a que forma parte de la dieta alimenticia de la población del país; así también el maíz, es no menos importante en la alimentación del ganado considerado como un componente energético de gran valor y es proporcionado a los animales como ensilaje o alimentos balanceados. Alcanzando en los últimos cuatro años un promedio cercano a las 3 millones 300 mil toneladas al año. Destacan en la producción de este tipo de maíz los siguientes estados: en la zona norte Durango, Chihuahua y Aguascalientes; Jalisco en el bajío y el estado de México en la zona del México central.

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.

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. En la comarca lagunera se siembran aproximadamente 60, mil hectáreas de maíz para grano y forraje, sin embargo existe apatía entre los productores para la aplicación de tecnología en este cultivo, debido a su baja rentabilidad ya que se considera como un cultivo de subsistencia alimenticia.

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.

El valor nutritivo del ensilaje destaca por su contenido energético así como la cantidad de proteínas y sales minerales que aporta. El mayor contenido de materia seca de maíz ensilado se consigue con un buen manejo de cultivo, la realización del ensilado en el momento oportuno y la buena conservación del silo; con el aumento en la demanda de producción de forraje en las cuencas lecheras del país, se plantea en la necesidad de definir estrategias que ayuden a aprovechar el potencial genético

existente a través del desarrollo de programas de mejoramiento genético. Hasta hoy, ninguno de los híbridos de maíz utilizados para forraje en México ha sido desarrollado en programas de mejoramiento genético para aumentar producción y calidad forrajera, solo han sido seleccionados para rendimiento de Las características del híbrido ideal de maíz forrajero debe ser alta producción de materia seca, índice de cosecha, estabilidad, contenido de carbohidratos, proteínas, alta digestibilidad, así como la producción de materia seca digestible.

. Las características del híbrido ideal de maíz forrajero debe ser alta producción de materia seca, índice de cosecha, estabilidad, contenido de carbohidratos, proteínas, alta digestibilidad, así como la producción de materia seca digestible. Dos factores determinantes del rendimiento y calidad del maíz forrajero son la densidad de población y la dosis de fertilización nitrogenada.

En la comarca lagunera la producción de leche de bovino es la principal actividad agropecuaria y demanda una gran cantidad de forraje de calidad. En 2004 se sembraron en la región 89 076 ha de cultivos forrajeros. Entre los cuales el maíz (*zea mays L.*) ocupó el Segundo lugar en importancia con 26 539 ha y un rendimiento promedio de 49 t ha⁻¹ de forraje verde (17 t ha⁻¹ de materia seca). El ensilaje de maíz es sumamente importante en la dieta del ganado debido a su alto contenido de energía. El desarrollo de energía para incrementar el rendimiento unitario y la calidad de forraje de maíz permitiría incrementar la proporción del

ensilaje de maíz de calidad en las raciones de ganado y reducir los costos de producción de leche.

Debido al alto costo de la semilla es necesario que en México se cuente con programas de mejoramiento genético que sean capaces de mejorar materiales mejorados de maíz que cumplan con las expectativas, de los productores en rendimiento, calidad forrajera y adaptabilidad.

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ha iniciado programas de mejoramiento genético en maíz encaminados a solucionar este problema y actualmente se tienen híbridos en procesos de validación que podrían competir con los híbridos introducidos por compañías transnacionales con la ventaja de estar adaptados a las condiciones ambientales de la región.

1.1 objetivo

Evaluar el potencial de cuatro diferentes híbridos de maíz bajo condiciones de fertilización orgánica a base de estiércol bovino en la región de la comarca lagunera.

1.2 hipótesis

Ha: Al menos uno de los híbridos presenta una respuesta aceptable a la fertilización con estiércol de bovino.

Ho: ninguno de los híbridos presenta una respuesta aceptable a la fertilización con estiércol de bovino.

II.-REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen del maíz

Bernal (2008) La planta del maíz es un pasto anual gigante de la familia de las gramíneas. Su domesticación data de entre 5,000 y 10,000 A.C. Es de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy en día su cultivo se ha difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada. EE UU se destaca por su alta concentración en el cultivo del maíz. Los hallazgos más antiguos del maíz han sido encontrados en la zona de México

Figuroa y Aguilar (1997). El maíz ha evolucionado con el paso del tiempo teniendo en cuenta que hoy en día se aprovecha al máximo toda la planta a través del proceso de ensilaje, este cultivo ha sido y seguirá siendo en la actualidad alimento para el pueblo mexicano y es considerada la planta mas domesticada. En general la mayoría de las plantas se reproducen solas en la naturaleza, pero este cereal es altamente domesticado ya que necesita trabajo del hombre para sobrevivencia. La inexistencia del maíz en estado silvestre es debido a la capacidad de la planta para reproducirse en forma natural, teniendo en la mazorca concentradas ordenadamente las semillas y protegidas por las hojas que sin la

intervención del hombre para separarla y dispersarla para su reproducción, el maíz dejaría de existir en un lapso de corto tiempo.

2.1.1 Teoría del ancestro común

Robles (1994) el cultivo del maíz, el teocintle y el tripsacum, provienen de un ancestro común, originario en las tierras altas de México o Guatemala; actualmente ya extinguida, se cree que tenía un grado de adaptación muy pobre y se extinguió cuando los indígenas empezaron a domesticar el maíz. El número cromosómico cambió de 20 a 18, dando origen a tripsacum y de aquí a 36 y 72, lo cual, ocasionó que el teocintle no se volviera a cruzar con el tripsacum. Se considera que las diferencias entre maíz y teocintle, surgieron aisladamente, pero que de tal diferenciación, no ocurrió en poblaciones de maíz o teocintle, siguieron creciendo juntos; que esto se debe que el maíz y el teocintle se crucen con facilidad.

2.1.2 Origen citogenética

Robles (1994). Nos dice que el maíz proviene del teocintle, ya que ambas plantas tienen 10 cromosomas en sus células gaméticas. La posición de los nudos cromosómicos en algunos teocintles, es terminal y en otros es intercalada, al igual que el maíz, estas diferencias pueden atribuirse a la migración, mutación

recombinación y selección. La hibridación entre maíz y teocintle, ocurre con mucha frecuencia en forma natural y los híbridos son altamente fértiles.

El descubrimiento más reciente fue hecho por el Dr. Macheish en 1965, en el valle de Tehuacán, Puebla en donde encontró mazorcas de maíz silvestre a las que calcula mediante la prueba de carbón 14, una edad de aproximadamente 7000 años.

2.2 Características agronómicas y botánicas del maíz.

2.2.1 Características agronómicas.

El maíz es una planta alta, de ciclo biológico anual y crecimiento determinado. Sus hojas unificadas una frente a otra son largas y angostas insertándose de modo alterno en un tallo sólido. Además de su tamaño otra característica distintiva de esta gramínea consiste en la separación de sexos en distintas estructuras florales. A diferencia de otros pastos, los cuales producen flores perfectas (bisexuales) el maíz produce inflorescencias masculinas (espigas) las cuales coronan a la planta en el ápice del tallo, e inflorescencias femeninas (mazorcas) las cuales se ubican en el ápice de los primordios de las ramas laterales que emergen de las axilas florales. La inflorescencia masculina (estaminada), una panícula dispersa produce pares de espiguillas separadas, cada una de las cuales encierra una flor fértil y otra estéril. La inflorescencia femenina (pistilada), es una espiga que produce pares de espiguilla sobre la superficie de un raquis altamente condensado (eje central u olote). Cada

una de las espiguillas femeninas encierra dos flósculos fértiles, uno de cuyos ovarios madurara para dar origen al fruto del maíz una vez que allá sido sexualmente fertilizado por el polen con la ayuda de una corriente de viento.

El fruto individual del maíz es botánicamente una cariósida, un fruto seco que contiene una sola semilla fusionada en el interior de los tejidos del propio fruto. La semilla contiene dos estructuras hermanas, un germen del cual se desarrollara una nueva planta y un endospermo el cual proveerá los nutrientes a planta hasta que esta logre desarrollar la suficiente área foliar para tornarse en autótrofa.

El germen consiste en un vástago en miniatura, incluyendo aproximadamente cinco hojas embrionarias, una radícula, de la cual se desarrollara el sistema radicular, así como una hoja seminal anexa (escutelo).

El germen es la principal fuente del aceite vegetal que contiene el maíz (el contenido total de aceite en el fruto del maíz es de 4% en peso). El endospermo ocupa cerca de las dos terceras partes del volumen del fruto involucrando aproximadamente un 86% de su peso seco. El principal componente del endospermo es el almidón, junto con 10% de proteína vinculada (gluten), siendo el almidón almacenado la base de los usos nutricionales del fruto del maíz. En conjunto

el alimento elaborado con el fruto entero del maíz tiene un valor energético de 3578 calorías por kilogramo.

La famosa productividad del maíz es debida a su considerable área foliar así como a la modificación de su ruta fotosintética. Esta modificación es conocida como el síndrome C4 y consiste en un eficiente mecanismo de intercambio de vapor por dióxido de carbono atmosférico. Como resultado de este mecanismo. Las especies C4 pueden producir más materia seca por unidad de agua transpirada que la producida por aquellas especies que siguen la ruta fotosintética convencional C3.

El maíz principalmente es un una especie de polinización cruzada, característica que ha contribuido a incrementar su variedad morfológica y adaptabilidad geográfica. Las variedades de maíz pueden tener un porte que oscila de 0.5 a 5 metros al momento de floración, alcanzar la madurez en un rango de 60 a 330 días a partir de la siembra, producir de 1 a 4 mazorca por planta, de 10 a 1800 frutos por mazorca y alcanzar rendimientos que van desde 0.5 hasta 23.5 toneladas por hectárea. Los frutos pueden carecer de color (blancos). Amarillos, rojos azules o bien variegados con estos colores en patrones moteados o estriados. Su cultivo, el cual comprende desde los 50° de latitud norte, hasta los 40° de latitud sur, se encuentra adaptado desde las zonas áridas hasta ambientes con elevadas precipitaciones y a altitudes desde los 0 hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar.(*J.R Salvador 1997*).

2.2.2 Características botánicas del maíz.

2.2.3 Clasificación taxonómica: Robles, (1994).

División.....Tracheophyta

Subdivisión.....pteropsidae

Clase.....angiosperma

Subclase.....monocotiledonae

Reino.....vegetal

Grupo.....glumifora

Orden.....graminales

Familia.....gramineae

Tribu.....maydae

Genero.....zea

Especie.....mays

2.2.4 Descripción morfológica del maíz

2.2.5 Sistema radicular

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, las 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.

2.2.6 Tallo

Varía de ocho a veinticinco, con un promedio de dieciséis, donde este termina con el entrenudo más largo que constituye la base de la inflorescencia masculina. La altura del tallo varía de 0.8 a 4m. Dependiendo de las condiciones ecológicas y edáficas de cada región, así como del genotipo.

2.2.7 Hojas

El número más frecuente es de 12 a 18, con un promedio de 14, el cual depende del número de entre nudo del tallo. Las hojas se desarrollan de primarios foliares, la forma de la hoja del maíz es larga y angosta con una venación central paralelinerve, y constituida por la vaina, lígula y limbo.

La característica variable del maíz que más se relaciona con sus usos como alimento es la composición de su endospermo, carácter usualmente controlado por uno o unos pocos genes de herencia simple.

2.2.8 Fructificación

Propiamente un grano de maíz es el resultado de una doble fecundación, la que se realiza de la forma siguiente: al llegar un grano de polen a un estigma, con la humedad de este, aumenta de volumen hasta que germina y se inicia la formación del tubo polínico. El tubo polínico secreta enzimas que destruyen las paredes celulares y penetran así por el estigma. Continúa su travesía a lo largo del estilo hasta llegar al ovario, luego se dirige hacia uno de los óvulos y penetra por el micrópilo; finalmente descarga los dos núcleos germinativos. La función del núcleo del tubo polínico termina, la que, según algunos investigadores, consiste en iniciar

los procesos enzimáticos para la penetración del tubo, que proceden del arrastre y depósito de los núcleos germinativos. (Robles 1990).

Después de la fertilización, el grano entra en la fase de llenado en tres fases: a) fase logarítmica, que puede durar de 12 a 20 días, b) fase lineal de acumulación de materia seca con el tiempo, c) fase de acumulación lenta, que termina con la presencia de la capa negra y madurez fisiológica

2.3 Etapas fenológicas del maíz.

2.3.1 Germinación

Al colocar la semilla cariósida en condiciones óptimas de humedad y calor, aumenta el volumen de la absorción de agua e inicia la transformación del almidón en azúcares, debido a procesos enzimáticos y retrogradación química, obteniéndose principalmente glucosa; esta es una fuente de energía que activa la división celular. Continúan los procesos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos para la diferenciación y desarrollo de los órganos del embrión. La germinación se inicia desde el primer día de estar la semilla en condiciones óptimas, y la emergencia de la plántula es variable por la influencia de la textura y estructura del suelo, la profundidad de la siembra, humedad y la temperatura (Robles, 1990).

2.3.2 Nacencia

Entre el punto de inserción de la semilla y la corona aparece un trozo tisular de color blanco semejante a un tallo, llamado mesocotilo. Para que surja la plántula es importante que se produzca un alargamiento de esta estructura. El coleoptilo brota entre seis y 8 días después de la siembra; tan pronto alcanza la luz, se rompe la parte superior y se despliegan dos hojas verdaderas en sucesión rápida.

Al final de esta etapa se lleva a cabo la etapa heterótrofa; en ella la planta se sustenta de las reservas de la semilla, el almidón del endospermo; después a una fase de transición, en la que la energía procede de las reservas del endospermo de la semilla como de la fotosíntesis de la planta joven. Con posterioridad, la planta inicia sus fases autótrofas, en las que sus necesidades energéticas son satisfechas totalmente por la fotosíntesis, por lo que es suficiente la implantación del sistema radicular y se asegura la absorción hídrica y mineral de las plantas. Esta última fase se inicia con la aparición de la tercera hoja.

2.3.3 Desarrollo vegetativo

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

2.3.4 Etapa cero

Emergencia de la plántula: la plántula emerge a los 4 o 5 días después de la siembra.

2.3.5 Etapa uno

Cuatro hojas totalmente emergidas: dos semanas después de la emergencia de la plántula.

2.3.6 Etapa dos

8 hojas totalmente emergidas, 4 semanas después de la emergencia de la planta. Este es un periodo de rápida formación de hoja; 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 de nitrógeno.

2.3.7 Etapa tres

12 hojas totalmente emergidas, seis semanas después de la emergencia de la planta.

2.3.8 Etapa cuatro

Comienzo de la floración 8 semanas después de la emergencia de la plántula.

2.3.9 Etapa cinco

Polinización, 9 semanas después de la emergencia de la plántula.

2.3.10 Etapa seis

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

2.3.11 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 puede tener alrededor del 35% de humedad.

2.4 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.

El maíz exige un clima relativamente cálido, y agua en cantidades adecuadas. La mayoría de los genotipos y variedades de maíz se cultivan en regiones de clima caliente, y de clima subtropical húmedo adaptados también a regiones semiáridas. Para una buena producción de maíz la temperatura debe oscilar entre 20° a 25° C, crecimiento vegetativo 20° a 30° y floración 21° a 30° C. Durante la época de formación del grano, las temperaturas altas tienden a inducir una maduración más temprana. Los mayores rendimientos se obtienen con 11 y 14 horas luz por día, o sea cuando el maíz florece tardíamente.

Tanaka y Yamaguchi (1984), determinan que la escasez de agua es un factor determinante para el rendimiento de agua y follaje y solamente con la evaluación y búsqueda de genotipos de maíz sometidos a una presión de selección con reducción

de laminas de riego y numero de riegos por ciclos se puede obtener información para eficientar el uso de agua con el fin de encontrar genotipos precoces y con alta producción de grano y biomasa por metro cubico de agua.

Del campo y Luna, 1987; Peña, 1986 y Castellón, 1979. Demostraron en maíces de la región templada semiárida, que a medida que aumentaba la sequia, disminuía el rendimiento del grano; en trabajo similar Gutiérrez (1986) observo que la selección de maíz realizada bajo sequia, florecen con retrasos en ambientes malos; lo contrario sucedió con las selecciones bajo riego. Algunos de los compuestos mejorados transpiraron menos que los originales, resistieron más a las condiciones de marchitez permanente produjeron mayor área foliar.

Carrillo (1988), En los sistemas de producción actuales, entre los principales componentes de la tecnología utilizada, se encuentran el uso de los híbridos de alto potencial de rendimiento adaptados a las condiciones de la región, la mayoría de estos híbridos manifiestan altos potenciales de rendimiento tanto de grano como de materia seca total y alta calidad energética, estos genotipos han sido identificados, por su capacidad de adaptación y potencial de rendimiento.

2.4.1 Densidades

Cuiscanqui y Lauer (1999) y Cox *et al* (1998) opinan que el decremento en la calidad forrajera a mayores densidades de población hace que optima densidad de plantas para producción de leche por hectárea sea menor que la requerida para mayor producción de materia seca.

Pinter *et al* (1994) explica la densidad de plantas necesarias para el máximo rendimiento forrajero es mayor a la producción de grano; no se conoce con precisión la respuesta de estos maíces a altas densidades y sus efectos sobre el rendimiento y el valor nutricional.

2.5 Rendimiento del maíz forrajero

Amador y Boschini (2000) explican que el cultivo del 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 varia 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 7 a 10 % de cenizas, en la

materia seca. Se estima una digestibilidad media del 60% con valores mínimos de 40% en cultivos muy maduros y valores mínimos del 71% en los jóvenes. Cuando el maíz 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 21 a 35% 5,7 a 6,7 % de proteína cruda, 55 a 59% de fibra neutro detergente. 36% de fibra acida detergente y 67% de la 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.

Fisher y palmer (1984) Define forraje como el alimento vegetal para los animales domésticos, generalmente este término se refiere a los materiales como pastos, heno alimentos verdes y ensilajes, así mismo se entiende por ensilaje al forraje conservando en estado succulento, mediante una fermentación parcial.

Menciona que forraje también puede ser definido, como aquellos alimentos voluminosos y a la inversa de los concentrados, los forrajes tienen gran cantidad de fibra y su valor nutritivo es bajo. Como representantes de este grupo se pueden mencionar el ensilado, henificación, pastos y rastrojos.

Señala que en México los ensilados de maíz generalmente tiene un valor energético bajo en comparación a ensilados en estados unidos de América y Europa. Lo anterior se atribuye al énfasis en el rendimiento de forraje por unidad de superficie sin considerar la calidad nutritiva. La selección de híbridos es fundamental para mejorar esta situación.

En la región norte del país se dispone de híbridos de maíz para forraje formados a partir de germoplasma de origen tropical a templado; híbridos con menor ciclo o cosecha (precoces) que otros (intermedios o tardíos) y los denominados de alta calidad proteínica (Núñez *et. Al.*2001). varios estudios indican una mayor digestibilidad en híbridos precoces en comparación a híbridos de ciclo más tardío. Menciona que en las explotaciones ganaderas, el ensilaje de maíz es un componente básico en la ración de alimento para ganado bovino lechero, ya que tiene un bajo costo económico y alto contenido energético.

2.6 Híbridos

De la loma, (1954), dice que el objetivo inmediato de la hibridación en la producción de ejemplares que presente nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres y generalmente mayor vigor, por ambas causas constituye un método de gran interés cuya explicación se ha extendido de modo notable.

La productividad potencial del maíz en la comarca lagunera es alta debido a la alta disponibilidad de radiación solar durante el periodo libre de heladas. Resultados de investigación indican que es posible obtener hasta 80 toneladas por ha⁻¹ de forraje fresco (30% de materia seca) y 24 toneladas por ha⁻¹ de forraje seco, con un contenido de grano de 45 a 50%. Sin embargo, a nivel comercial es difícil obtener dichos rendimientos debido a desviaciones en el manejo del cultivo o factores ambientales que se presentan en el proceso de producción. En la laguna, el promedio de producción de forraje fresco y forraje seco es de 51 y 15 toneladas por ha⁻¹ respectivamente. En primavera, uno de los factores que limitan el rendimiento de maíz es el uso de sistemas de producción de baja eficiencia en el uso de energía solar, como consecuencia de los métodos de siembra, bajas densidades de población y características de genotipos utilizados. Además, en la siembras realizadas en verano el potencial de producción de maíz es reducido significativamente debido a altas temperaturas y fotoperiodo más corto, que aceleran el desarrollo del cultivo (Reta *et al.* 2001).

El contenido de grano en maíz forrajero es de primordial importancia (Núñez *et al.* 1999) ya que es la parte más digestible (Peña *et al.* 2002); la característica del contenido de grano está dada por el tamaño de la mazorca y esta a su vez está influenciada por el numero de hileras por mazorca y por el numero de grano por hilera (Rodríguez *et al.* 2002).

Por lo general se considera que híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje (Geiger *et al.* 1992; Peña *et al.* 2003) por lo que un alto porcentaje de mazorca o un alto índice de cosecha favorecen incrementos en la calidad nutritiva del forraje, sin embargo, en algunos casos también se relaciona negativamente con la digestibilidad de la planta sin elote (Peña *et al.* 2003) con algunas excepciones, la porción de mazorcas correlacionan de manera alta y significativa con la digestibilidad de la planta total, esto significa que la selección de materiales con alta proporción de mazorcas podría favorecer una mayor calidad de forraje (Peña *et al.* 2002). Los caracteres relacionados con un incremento en la producción de grano pueden integrarse en un programa de fitomejoramiento a fin de avanzar en el diseño de la planta de tipo forrajero que se desea obtener (Rodríguez *et al.* 1999). Por lo que es posible desarrollar programas de hibridación para forraje considerando como buen forraje aquellos maíces que tengan un rendimiento mayor del 50% de grano (Rodríguez *et al.* 1999).

La altura de la planta del maíz influye en la producción de materia seca, pero deben tener el tamaño adecuado a fin de contribuir con aproximadamente el 50% del peso total para no incrementar el contenido de fibras (Rodríguez *et al.* 2000).

La densidad de plantas necesaria para el máximo rendimiento forrajero es mayor que para la producción de grano; sin embargo, no se conoce con precisión la respuesta de estos maíces a las altas densidades y su efecto sobre rendimiento y

valor nutricional (Pinter *et al* 1994). El uso de altas densidades de población puede reducir la calidad del forraje debido principalmente al menor contenido de grano (Reta *et al* 2000). Sin embargo probablemente esta respuesta proviene del genotipo y de las condiciones ambientales en que se desarrolle el cultivo. En general los incrementos en densidad de plantas incrementan el rendimiento de forraje y la concentración de fibras de detergente neutro (FDN) y disminuye la digestibilidad (Lauer, 2000).

El valor nutritivo de la materia seca del maíz se explica considerando el follaje (hojas y tallos) y grano; la digestibilidad de estos componentes varia de 53.0 a 65.1 para follaje y de 88.7 a 93.9% para grano (Johnson *et al* 1997).

Clark *et al.* (2002). El ganado lechero alimentado con híbridos de maíz seleccionado para forraje, rindieron mas leche, con mayor contenido de proteína y que el consumo de materia seca fue mayor que el alimentado con maíz normal por tanto, es necesario implementar programas de formación y producción de híbridos de maíz forrajero a corto plazo que cumplan con las expectativas de calidad, producción y adaptación para el norte de México en donde se encuentra ubicada la comarca lagunera.

El objetivo de producir maíz híbrido es producir combinaciones y mejores de caracteres convenientes, en plantas que den mejores rendimientos de maíz de calidad. Muchos híbridos producen de un 15 a un 20% más de grano que las variedades disponibles de polinización abierta. Los mejores híbridos tienen además la ventaja de una maduración más temprana, y producen un mayor porcentaje de semilla comercial. Actualmente se presta más atención a la producción de híbridos con resistencia a enfermedades o que posean características favorables en la planta. (Harold y Rocker, 1984).

2.6.1 Tipos de híbridos (López y Sánchez, 1994).

Simple: es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas puras, La semilla de híbridos F1 es la que se vende a los agricultores para la siembra, por lo común los híbridos simples son mas uniformes y tienden a preservar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables.

Triple: se forma con tres líneas autofecundadas, es decir son el resultado de un cruzamiento entre una cruza simple y una línea auto fecundada. La cruza simple como hembra y la línea como un macho. Con frecuencia se pueden obtener mayores rendimientos como una cruza triple que con una doble, aunque las plantas de una cruza triple no son tan uniformes como la de una cruza simple.

Doble: el híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir la progenie híbrido obtenida de una cruce entre dos cruces simples.

Los híbridos no son tan uniformes como las cruces simples, debido a que presentan mayor variabilidad genética; es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez que una doble.

2.7 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 1. Criterios de clasificación de maíces para forraje producidos bajo condiciones de la comarca lagunera.

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

2.8 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)

2.9 Fertilización orgánica

Las tierras agrícolas en la región centro-norte de México se han trabajado por más de 50 años de manera intensiva, pero en los últimos 30 los productores redujeron notablemente la aplicación de abonos orgánicos a causa del inicio de un agricultura intensiva (López *et al.*, 2001)., generando una disminución en el uso de fertilizantes orgánicos hasta un punto en el que la aplicación de los inorgánicos se convirtió en un problema ambiental en muchos lugares del mundo Butler *et al.*, 2007).

La comarca lagunera, región agrícola y ganadera de las mas importantes de la republica mexicana, localizada en el norte de México, es un ejemplo de estos hechos, Castellanos, 1996). En ella actualmente se producen cerca de un millón de toneladas de estiércol bovino, que se aplican de forma directa a los suelos agrícolas sin tratamiento previo (Serrato *et al.*,2002 y Fortis *et al.*, 2009).

Los abonos orgánicos se han utilizado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada (Piccinini *et al.*,1991). Aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo, varían según su precedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Los abonos orgánicos pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de patógenos del suelo; además sirven como fertilizantes y mejoradores del suelo (FAO,1991); Y presentan una amplia variación de efectos que dependen del material aplicado y de su grado de descomposición (Abawi y Thurston , 1994).

El uso de abonos orgánicos constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de la capacidad productiva de suelos degradados. La adición de residuos vegetales o estiércoles incrementa la actividad y cantidad de la biomasa microbiana del suelo que en los cultivados varia de 100 a 600 mg kg⁻¹ (Anderson y Domsch,1989).

La Comarca lagunera es la cuenca lechera más importante del país, con más de 2'000,000 de litros diarios de leche dado sus 200,000 cabezas de ganado bovino en producción aproximadamente. Sin embargo para tener ese número de cabezas de ganado bovino se requiere tener ganado de reemplazo y en desarrollo por lo que en total se tiene más de 400,000 cabezas con el principal objetivo de producir leche en la región. Lo anterior deriva en mas de 1'000,000 de kilogramos de estiércol base seca, producido por día, por lo que este tiene que ser tratado y dosificado adecuadamente para evitar posible contaminación del suelo y el agua del acuífero subterráneo (SAGARPA, 2000). Es actualmente ya común entre los productores aplicar más de 100 toneladas por hectárea (ton/ha^{-1}) de estiércol en forma continua (por año) al suelo ocasionando problemas serios de salinidad y sodicidad principalmente, por lo que monitorear el suelo antes de la aplicación del estiércol deberá ser una practica útil y necesaria para decidir el cuanto aplicar de estiércol por año. Además el reciclaje apropiado de los nutrientes contenidos en los abonos orgánicos tales como estiércoles, a través de su incorporación en suelos agrícolas requiere del conocimiento del porcentaje de descomposición o también llamada "tasa de mineralización". Este porcentaje debe ser estimado para diferentes condiciones edáficas y agro-ecológicas, de tal manera que puedan utilizarse de apoyo para el cálculo de dosis del abono orgánico de interés. Una Sub-estimación de la dosis puede ocasionar deficiencias de nutrientes por el cultivo y una reducción en rendimiento y calidad del producto.

Por el contrario una sobre-estimación de la dosis conduce a exceso en de nutrientes, toxicidad al cultivo y contaminación del suelo y el agua (Inversen, et. al. 1997).

La aplicación apropiada de abonos orgánicos en suelos agrícolas aumenta como medio de disposición, reciclaje de nutrientes y conservación del agua (Walker, 1999) en vista que la mayoría del N en los residuos orgánicos está en forma orgánica, trabajos de investigación son necesarios para determinar la tasa de mineralización y predecir la disponibilidad de 2 nutrientes, particularmente N para un uso adecuado y eficiente en le producción agropecuaria (Sweeten, et. al. 1982).

2.9.1 Normas de aplicación de estiércol de bovino al suelo

2.9.2 Legislación sobre residuos ganaderos

En México se cuenta con una Norma Oficial Mexicana para las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. Se encuentran registradas 15 Agencias de Certificación, de las cuales 3 son de origen mexicano (CERTIMEX, CUCEPRO y CADS) y una agencia internacional (OCIA) división México (SCFI, 2000, y CODEES 1997). Las empresas extranjeras más importantes que operan en nuestro país son: Organic Crop Improvement Association Internacional (OCIA), con sede en Estados Unidos; Naturland, de Alemania, y Quality Assurance International, de Estados Unidos.

La certificación nacional corresponde al Comité Universitario Certificador de Productos Orgánicos de la Universidad de Colima, a la Certificadora Mexicana de Productos y Procesos Ecológicos S.C. (Certimex), que realiza procesos de cocertificación con empresas internacionales; a la Asociación Civil Dana y otros (FDA y CFSAN 1999 y IEM. R, 1956).

Muchos programas de certificación requieren medidas adicionales de protección del ambiente, por ejemplo, en las esferas relativas a la conservación de suelos y aguas, la lucha contra la contaminación o el uso de agentes biológicos se aplican por lo general medidas específicas (UMFDA, 2002). En nuestro país la producción de productos orgánicos se rige por la Norma Oficial Mexicana NOM-307-Fito-1995 / 1997 (Cuadro 10), en la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos, aunque la producción y comercialización orgánica ha estado inserta en el mercado internacional a través de empresas certificadoras e intermediarias de países industrializados que han fijado las pautas para los productores nacionales y para la exportación. La normatividad de la agricultura orgánica comprende el establecimiento de estándares para la producción y el procesamiento de los productos orgánicos, así como los instrumentos que posibilitan el cumplimiento de los sistemas de regulación.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del campo experimental

El trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano 2009, en el campo experimental del instituto tecnológico de Torreón, Coahuila. La siembra se realizó el día 16 de marzo del 2009. Donde se evaluó el rendimiento de 4 híbridos de maíz forrajero de diferentes compañías.

3.2 Localización geográfica

La región lagunera se localiza en la parte norte-centro del país, y forma parte de los estados de Coahuila y Durango. Se encuentra ubicada entre los meridianos 102° 22' y 104° 47' longitud oeste, y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud norte. La altura media sobre el nivel del mar es de 1139 m. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las zonas agrícolas, así como las urbanas.

3.3 Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera

Las características agroclimatológicas regionales son temperatura media anual de 21°. Su clima es clasificado como muy seco con deficiencia de precipitación durante todas las estaciones del año. Los datos promedio de temperatura indican una media

de 27° para el mes más caluroso y la precipitación anual promedio de 150 a 250 mm anuales y evaporación potencial de 2173 mm. (Aguirre S O. 1981).

3.4 Material genético

Se establecieron 4 genotipos de diferentes empresas, tales híbridos evaluados son de ciclo precoz, estos híbridos en el cual el desarrollo de este trabajo permitió observar el comportamiento agronómico de los materiales en el terreno del instituto tecnológico de Torreón, donde se estableció una interacción entre investigadores y ejidatarios en relación al desarrollo y aplicación de los componentes tecnológicos en el cultivo del maíz.

Cuadro 2. Material genético de maíz forrajero precoz evaluado vs un testigo en la región lagunera en época primavera-verano 2009 UAAAN-UL 2009

AN-423	T1
RS-2164 Royal	ITT
San Lorenzo 1	SL1
San Lorenzo 2	SL2

3.5 Métodos de siembra

La siembra se realizó dentro del periodo recomendado en la región lagunera, efectuándose esta el 16 de marzo del 2009 bajo una densidad de 70,000 plantas por hectárea. Consistió en que cada híbrido se sembró en una tendida de 4 surcos de diez metros de largo cada uno a una separación de 75 cm, en la siembra se utilizó un

a sembradora fertilizadora de precisión de cuatro unidades de siembra, la densidad de siembra fue de 70 mil semillas por hectárea.

3.6 Fertilización

La fertilización se realizó aplicando estiércol bovino a una dosis de 10,000 kg por hectárea en los cuatro tratamientos y en las cuatro repeticiones.

La composición del estiércol es muy variable , ya que depende de diversos factores como la especie, edad y alimentación del ganado, así como el uso de camas, la inclusión o exclusión de excremento líquido y la magnitud de los procesos de descomposición y lavado que haya tenido lugar durante su almacenaje (biblioteca de la agricultura, 1998)

Cuadro 3. Características físicas del estiércol bovino

Temperatura C°	Densidad aparente Gr/cm ³	P.s % de humedad
41.25	0.46	32.47

Cuadro4.Características químicas del estiércol bovino

% N TOTAL	P X	K %	Ca %	Mg %	Na %	Mn Ppm	Fe Ppm	Zn Ppm	Cu Ppm	Bo Ppm
1.36	0.36	3.32	3.39	0.72	1.01	592.5	11427.5	200.5	48.5	412.5

Cuadro 5.Características químicas (solubles) del estiércol bovino

pH	Ca Meq/l	Mg Meq/l	Na Meq/l	RAS	PSI	C.E. Dsm ⁻¹
8.15	4.05	0.67	32.01	20.8	22.7	6.96

3.7 Labores de cultivo

Aporcar el cultivo permite que la planta desarrolle en forma más eficiente el sistema radicular, lo que favorece a una mayor absorción de agua y nutrientes, así como un mejor anclaje de la planta, lo cual además reduce problemas de acame; por otro lado se mantiene al cultivo libre de malas hierbas, con la finalidad de lograr todo lo anteriormente indicado, se realizó una escarda mecánica a los 30 días después de la siembra, una segunda escarda mecánica a los 44 días después de la siembra esto permitió reducir el efecto de competencia de la maleza en el cultivo, permitiendo a el cultivo asimilar mejor los nutrimentos.

3.8 Control de plagas

El establecimiento del cultivo fue totalmente orgánico sin aplicaciones de insecticidas químicos.

3.9 Riegos

Los riegos fueron por gravedad aplicándose un riego de pre-siembra e 27 de febrero. Posteriormente el primer riego de auxilio se realizó el 20 de abril y de acuerdo al programa de riego el segundo riego de auxilio se aplicó el día 9 de mayo.

3.9 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron diámetro ecuatorial y polar del elote en cm, el cual se midió en el elote, altura de planta en cm, de la base del tallo a la espiga, longitud de mazorca en cm, de la base a la punta de la mazorca y número de hojas, todas las variables se midieron al momento de la cosecha, tomando una muestra de dos plantas por tratamiento así mismo se midió el peso verde total en g tomando una muestra de 10 plantas por tratamiento.

3.9 Diseño experimental

La distribución de los tratamientos en el campo se hizo bajo un diseño de bloques completos al azar con un arreglo en franjas con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental consistió de 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento en las cuales se determinó el peso verde total, de estas se tomaron dos plantas para determinar el resto de las características agronómicas medidas en el presente estudio. Se realizó análisis de varianza de todas las variables evaluadas y se determinó diferencias entre medias de tratamientos por el método de Tukey al 0.05 % de significancia.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuatro híbridos de maíz evaluados, no mostraron diferencia significativa de rendimientos de forraje verde ni en las características agronómicas excepto en la variable diámetro ecuatorial del elote. En seguida se presentan y discuten los resultados encontrados para cada variable.

4.1 Diámetro ecuatorial del elote

Cuadro 6. Diámetro ecuatorial de elote (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.)

Bloque	AN-423	Rs-2164 Royal	San Lorenzo 1	San Lorenzo 2
I	3.03	4.8	5.65	2.92
II	3.5	4.6	4.3	3.4
III	3.95	4.7	5.4	3.92
IV	5.3	4.75	4.83	4.1
Media	3.94	4.78	5.04	3.58

Cuadro 7. Tabla de ANAVA del diámetro ecuatorial de elote (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas al 0.05	F de tablas al 0.01
Bloques	3	1.58	0.52	1.46	3.86	6.99
Tratamientos	3	5.42	1.80	5.01	3.86	6.99
Error experimental	9	3.24	0.36			
Total	15	10.25				
C.V %	0.07	7.03				

Cuadro 8. Comparación de medias del diámetro y perímetro ecuatorial de elote (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010) .

San Lorenzo 1	5.04 A
Rs-2164 Royal	4.71 A
AN-423	3.94 A
San Lorenzo 2	3.58 B

De acuerdo al ANAVA y comparación de medias el Híbrido San Lorenzo1 obtuvo el mayor diámetro ecuatorial de elote siendo igual estadísticamente al Rs-2164 y al AN-423 esto quiere decir que los tres híbridos tienen un comportamiento similar en cuanto a esta variable bajo estas condiciones de producción. Los tres híbridos presentan un diámetro de elote significativamente mayor que el San Lorenzo2 lo cual puede indicar una menor adaptación de este híbrido bajo esta condiciones de producción.

El diámetro ecuatorial de elote se relaciona con un mayor tamaño de grano, número de carreras y diámetro de olote así como un mayor diámetro de elote puede indicar un mayor contenido de grano en el forraje lo cual indica una mayor calidad de forraje.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son inferiores a los obtenidos por Ruedas (2009) que en un trabajo con fertilización orgánica con el híbrido AN-423 obtuvo valores de 7.36 a 8.07 cm. La diferencia en el diámetro ecuatorial del elote pudo ser debida a la dosis de estiércol de bovino aplicado en el presente estudio. En otro estudio con maíz evaluando el compost de residuos de la industria azucarera Maltheus et al (2004) obtuvo valores de 6.78 a 8.56 los cuales son superiores a los obtenidos en el presente estudio.

4.2 Diámetro polar del elote

Cuadro 9. Diámetro polar de elote (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.)

Bloque	AN-423	RS 2164 royal	San Lorenzo 1	San Lorenzo 2
I	52.33	58	53.5	55
II	56	62.5	47.5	50.33
III	49	58	55.5	57.5
IV	64	67.5	54.32	57.5
Media	55.30	61.5	52.70	55.08

Cuadro 10. Tabla de ANAVA del diámetro ecuatorial del tallo (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas al 0.05	F de tablas al 0.01
Bloques	3	118.29	39.43	2.53	3.86	6.99
Tratamiento	3	169.18	56.39	3.61	3.86	6.99
Error	9	140.26	15.58			
Total	15	427.74				
C.V %	0.13	13.89				

Cuadro 11. Comparación de medias del diámetro ecuatorial del tallo por el método de Tukey al 0.05, de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Hibrido	Media
RS- 2164 Royal	61.5 A
AN-423	55.33 A
San Lorenzo 2	55.08 A
San Lorenzo 1	52.7 A

En la variable de diámetro polar de elote los resultados mayores fueron para el RS-2164 Royal 61.5 Cm y el AN-423 55.3cm. Mientras que los menores fueron San Lorenzo 2 55.08 Cm y San Lorenzo 1 con 52.7 Cm. En los cuadros 8, 9 y 10 se presentan los resultados, análisis de varianza y comparación de medias de tratamientos de esta variable.

Longitud de diámetro polar superior al obtenido por Matheus, 2004, que al realizar la evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera en el cultivo del maíz, obtuvo una longitud de altura de planta de elote de 13.0 a 15.25 cm.

4.3 Altura de la planta base del tallo-base de la espiga

Cuadro 12. Altura de planta de la base del tallo a la base de la espiga (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.)

BLOQUE	AN-423	RS-2164 Royal	San Lorenzo 1	San Lorenzo 2
I	189.5	211	213	189.5
II	177.5	236	167	211
III	124.5	181	214	200
IV	191	223.5	213	200
Media	170.62	212.87	201.75	200.12

Cuadro 13 Tabla de ANAVA de altura de la planta de la base del tallo a la base de la espiga (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas al 0.05	F de tablas al 0.01
Bloques	3	1615.54	538.51	1.00	3.86	3.99
Tratamiento	3	3913.04	1304.34	2.42	3.86	3.99
Error	9	4839.76	537.75			
Total	15	10368.35				
C.V %	0.11	11.81				

Cuadro 14. Comparación de medias altura de la planta de la base de el tallo a la base de la espiga por el método de Tukey al 0.05 de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010) .

Hibrido	Media
Rs- 2164 Royal	212.87 A
San Lorenzo 1	201.75 A
San Lorenzo 2	200.12 A
AN-423	170.62 A

En la altura de planta desde la base del tallo a la base de la espiga Rs-2164 Royal fue el de mayor promedio de altura al medir 212.87 cm después el San Lorenzo 1 con 201.17 cm. Abajo quedaron en promedio San Lorenzo 2 con 200.12 cm y el AN-423 con 170.62 cm.

4.4 Altura de la planta base del tallo- punta superior de la espiga

Cuadro 15 Altura de la planta desde la base del tallo hasta la parte superior de la espiga (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.)

Bloques	AN-423	RS- 2164 Royal	San Lorenzo 1	San Lorenzo 2
I	187.5	242	284.5	215.5
II	208.5	269	195.5	241
III	150	217	251	233.5
IV	214	242	245.5	242
Media	190	242.75	244.12	233

Cuadro 16 Tabla de ANAVA de la altura de la planta de la base del tallo a la parte superior de la espiga (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas al 0.05	F de tablas al 0.01
Bloques	3	1245.17	415.05	0.52	3.86	6.99
Tratamiento	3	7781.79	2593.93	3.27	3.86	6.99
Error	9	7127.26	791.91			
Total	15	16154.23				
C.V %	0.12	12.37				

Cuadro 17. Comparación de medias de la altura de la planta desde la base del tallo hasta la parte superior de la espiga por el método de Tukey al 0.05 de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Híbridos	Media
San Lorenzo 1	244.12 A
RS-2164 Royal	242.75 A
San Lorenzo 2	233 A
AN-423	190 A

La altura de la planta desde la base del tallo hasta la parte superior de la espiga tuvo con mayor promedio a el San Lorenzo 1 con 244.12 cm , RS-2864 Royal con 242.75 los de menor promedio fueron San Lorenzo 2 con 233 cm y AN-423 con 190 cm. Altura similar a la obtenida por Matheus, 2004, en este cultivo al utilizar compost elaborado a base de residuos de la industria azucarera con un promedio de altura de planta de 1.4 a 2.0 m. Siendo inferiores ambos resultados a los obtenidos por Uribe et al., 2007 quien con la aplicación de biofertilizantes en el cultivo del maíz, obtuvo una altura de planta de 2.37 a 2.45 m. La altura alcanzada por el AN-423 de 190 cm en el presente experimento, es inferior a la altura alcanzada por el mismo híbrido en un trabajo realizado por Ruedas (2009) con fertilización química y composta la cual fue de 216 y 222 cm respectivamente. Lo anterior pudo ser debido a una menor disponibilidad de nutrientes en el presente experimento.

4.5 Altura de mazorca

Cuadro 18. Altura de la mazorca (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.)

Bloques	AN-423	RS-2164 ROYAL	San Lorenzo 1	San Lorenzo 2
I	26.33	29	26	27.5
II	27.66	31.5	23.5	25
III	24	29	28	30
IV	29.25	33.5	28.66	28.5
Media	26.81	30.75	26.54	27.75

Cuadro 19. Tabla de ANAVA de la altura de la mazorca (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas al 0.05	F de tablas al 0.001
Bloques	3	23.09	7.69	1.95	3.86	6.99
Tratamientos	3	44.62	14.87	3.78	3.86	6.99
Error	9	35.39	3.93			
Total	15	103.12				
C.V %	0.07	7.09				

Cuadro 20. Comparación de medias de altura de la mazorca por el método de Tukey al 0.05, de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Híbridos	Media
RS-2164 Royal	30.75 A
San Lorenzo 2	27.75 A
AN-423	26.81 A
San Lorenzo 1	26.54A

El Rs-2164 Royal fue el que tuvo mayor promedio en la altura de la mazorca 30.75 Cm seguido por el San Lorenzo 2 27.75 Cm los mas bajos en promedio fueron AN-423 26.81 Cm y el San Lorenzo 1 26.54 Cm. (Cuadro 17)

Longitud de la altura del elote es superior al obtenido por Matheus (2004), que al realizar la evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera en el cultivo del maíz, obtuvo una longitud de altura de elote de 13.0 a 15.25 cm

4.6 Número de hojas

Cuadro 21. Número de hojas de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010.)

Bloques	AN-423	RS 2164 Royal	San Lorenzo 1	San Lorenzo 2
I	14	15	15	15.5
II	13.5	16.5	13.5	16
III	13.5	13	13.5	15.5
IV	15	13.5	13	15
Media	14	13.75	13.75	15.5

Cuadro 22 Tabla de ANAVA de número de hojas (cm) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas al 0.05	F de tablas al 0.01
Bloques	3	3.18	1.06	1.11	3.86	6.99
Tratamiento	3	7.18	2.03	2.51	3.86	6.99
Error	9	8.56	0.95			
Total	15	18.93				
C.V %	0.06	6.55				

Cuadro 23. Comparación de número de hojas por el método de Tukey al 0.05, de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

HÍBRIDOS	MEDIA
San Lorenzo 2	15.5 A
RS-2164 Royal	14.5 A
AN-423	14 A
San Lorenzo 1	13.75 A

En la variable número de hojas podemos observar que el híbrido con mayor número de hojas fue el San Lorenzo 2 obteniendo una media de 15.5 en segundo lugar esta el AN-423 con 14, hojas el RS- 2164 royal y el San Lorenzo ambos con 13.75. Rango inferior al obtenido por Matheus, 2007, que evaluando el desarrollo y producción de diferentes híbridos de maíz bajo fertilización química, obtuvo un número de hojas promedio de 17 hojas por planta. Lo cual puede ser resultado del tipo de híbrido evaluado, los cuales son diferentes a los evaluados en este experimento.

4.7 Peso verde total

Cuadro 24. Peso verde total de diez plantas (g) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Bloques	AN-423	RS-2164 Royal	San Lorenzo 1	San Lorenzo 2
I	6200	5900	4050	6200
II	3550	5700	3300	4050
III	4550	3250	4600	4810
IV	6000	5100	5780	4200
Media	5075	4987.5	4432.5	4815.

Cuadro 25. Tabla de ANAVA de peso verde total de diez plantas (g) de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F de tablas al 0.05	F de tablas al 0.01
Bloques	3	6032150	2010716.67	1.96346267	3.86	6.99
Tratamientos	3	972150	324050	0.31643488	3.86	6.99
Error	9	9216600	1024066.67			
Total	15	16220900				
C.V %	0.20	20.96				

Cuadro 26. Comparación de medias de peso verde total de diez plantas de cuatro híbridos de maíz bajo fertilización con estiércol de bovino en la Comarca Lagunera (2010).

Híbridos	Promedio
AN-423	5075 A
RS-2164 Royal	4987 A
San Lorenzo 2	4815 A
San Lorenzo	4432 A

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Cuadro 27. Peso promedio por hectárea de los 4 diferentes híbridos evaluados.

PESO	AN-423	RS- 2164 ROYAL	SAN LORENZO 1	SAN LORENZO 2
Kg/Ha	35,525	34,909	31,024	33,705
Ton/Ha	35.52	34.9	31.0	33.7

El peso verde total que se muestra en el cuadro 22 fue obtenido pesando diez plantas en cada diferente tratamiento. El híbrido con mayor peso verde total fue el AN-423 con una media de 5075, el RS-2164 Royal obtuvo 4987.5 gr seguido por el San Lorenzo 2 con 4815 gr y el San Lorenzo 1 con 4432.5 gr

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Matheus (2004), en la evaluación agronómica del uso del composta de residuos de la industria azucarera en el cultivo del maíz, el cual obtuvo un promedio de rendimiento de 16.61 ton/ha mientras que vermicomposta, fertilización química, composta y te de composta obtuvieron rendimientos superiores con 98.75, 98.12, 89.68 y 83.87 ton/ha respectivamente. En otro estudio realizado por Ruedas (2009) con el híbrido AN-423 con fertilización química y compost se obtuvieron rendimientos de 87.22 y 79.72 ton/ha respectivamente, los cuales son superiores a 35.52 ton/ha obtenidos por el mismo híbrido en el presente estudio. Lo anterior pudo ser debido a una menor disponibilidad de nutrientes para el cultivo.

VI.- CONCLUSIONES

En base a las condiciones en que se manejo el experimento y los resultados obtenidos se puede concluir que:

- 1.- El hibrido San Lorenzo fue el que obtuvo una media mas alta en la variable de diámetro ecuatorial del elote con 5.04 cm.
- 2.- En la variable de diámetro polar el hibrido Rs-2164 royal fue el mas alto con una media de 61.50 cm.
- 3.-En la altura de la planta base del tallo- base de la espiga el hibrido Rs-2164 royal fue el que salió mas alto en los resultados con una media de 212.87 cm de altura.
- 4.-El hibrido San Lorenzo fue el que obtuvo una media mayor en la variable de altura de la planta base del tallo- punta de la espiga con 244.12 cm.
- 5.- En la variable altura de la mazorca el hibrido que obtuvo la media mayor fue el Rs-2164 royal con 30.75 cm.

6.-El híbrido san Lorenzo 2 fue el que obtuvo la media mas alta en la variable numero de hojas con 15.5 hojas por planta.

7.-En la variable de peso verde total el híbrido AN-423 fue el que obtuvo una media mas alta 35.52 Ton/ Ha.

Los resultados expuestos en el presente trabajo nos muestran que los híbridos de maíz mostraron respuesta a la fertilización con estiércol bovino. Aunque los rendimientos obtenidos por los cuatro híbridos evaluados están por debajo del rendimiento de maíz forrajero en la región, se puede llegar a la conclusión de que aumentando la dosis de estiércol por hectárea podemos obtener rendimientos aun mas cercanos a los obtenidos en maíces con fertilización química, esto con un menor costo de producción y reducir los niveles de contaminación que presentan los suelos debido a los fertilizantes sintéticos usados durante décadas como fuente de elementos mayores para la producción agrícola.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

Abawi, G. S. y H.O. Thurston. 1994. Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de cobertura sobre los patógenos del suelo y las enfermedades radicales una revisión. Pp 97-108. /: Tapado: Los sistemas de siembra con cobertura CATIE-CIIFAD. Ithaca, NY, USA.

Aguirre L.O. (1981). Guía climática para la Comarca Lagunera CIAN-INIA -SARH.

Matamoros, Coahuila, México. 174 p.

Anderson, T.H. And K.H. Domsch. 1989 Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. Soil. Biol. Biochem. 21:417-479.

Amador A.L y Boschini F.C 2000. Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. Agronomía mesoamericana. Pp. 1-117.

Bernal M.L 2008 Híbridos experimentales del CIMMYT para la comarca lagunera. Tesis profesional UAAAN "UL". Torreón, Coahuila, México.

Biblioteca de la Agricultura 1998. Suelos, abonos y materia orgánica 2ª. Edición. IDEA BOOKSS.A. Barcelona España. 25, 38, 98 p.

Butler, D. M., N. M. Ranells, D. H. Franklin, M. H. Poore, and J.T. Green. 2007 Ground cover impacts on nitrogen export from manured riparian pasture. J. Environ Qual. 36:155-162.

Carrillo A.J. 1988. Evaluación de nuevos híbridos de maíz grana Zea mays L.

En la región lagunera. Informe técnico CELALA-INIFAP.

- Castellanos R., J. Z., Etchevers B., A. Aguilar S. Y R. Salinas. J.** 1996. Efecto de largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado lechero sobre el rendimiento de forrajes y las propiedades de un suelo en una región irrigada del norte de México. Terra 14: 151-158.
- Chávez J. L y López E.** (1994) Mejoramiento de plantas 2. Métodos específicos de plantas alegramas. Editorial Trillas S.A de C.V 50p.
- Clark P. W, Kelm S. and Endres M. I.** 2002. Effect of feeding and corn hybrid selected for leafiness as silage or grain to lactating dairy cattle J. dairy Sci. 85: 607-612.
- Cox WJ, DJR Cherney, JJ Hancher** 1998. Row spacing plant density and density effects on corn silage yield and quality. J. Prod. Agric. 11:128-134.
- 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.
- Cuiscanqui J.A and J.G Lauer.** 1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. Agro.J. 91: 911-915. **Dale, N.** 1997 Ingredient analysis table: 1997 edition. Feedstuffs Reference Issue. Vol.69. Num.30. p. 24-31.
- Dale N** 1997. Ingredient analysis table: 1997 Edition. Feedstuffs Reference Issue. Vol. 69 No. 30. p. 24-31.
- De la cruz L.E., Rodríguez S.A., Estrada M.A., Mendosa J.D. y Brito N.P.** 2005. Análisis dialéctico de líneas de maíz QPM para características forrajeras. Universidad y

ciencia. Vol. 21. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Villahermosa, México.
Pp. 19-26.

De la Loma J.L. 1954. Genética general Aplicada. Segunda Edición, Editorial UTEHA.
México 427p.

Espinoza A., López M.A., Gomez N., Betanzos E., Sierra M., Coutiño B., Aveldaño.,
2003. Indicadores económicos para la producción y uso de semilla mejorada de maíz
de calidad proteica (QPM) en México. Análisis y comentarios. Agronomía
mesoamericana. México p. 12.

FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). 1991
manejo del suelo: producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y
subtropicales. Boletín (56): 180. Roma, Italia.

**FDA y CFSAN (Food and drug Administration, center for food safety and applied
nutrition).**1999. Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en los alimentos,
en el caso de frutas y vegetales. Washington D.C.

Figuroa C., J. D. De YR. Aguilar G.1997. El origen del maíz. Avance y perspectiva.
Centro de investigación y estudios avanzados del I.P.N. Vol.16 PP. 91-98.

Fisher, K.S. and A.F.E Palmer. 1984 Tropical Maizes. In:PR Goldsworthy and MN Fischer
(Eds). The Physiology of tropical fields crops. John wiley and sons. New York. 213-
248 p.

**Fortis H.,M., J.A. Leos R., I. Orona C., J.L. Garcia H., E.Salazar S.,P. Preciado R.,J.A
Orozco V. y M .A. Segura C.** 2009. Uso de estiércol en la comarca lagunera pp.104-

127. *In* Libro de agricultura orgánica. I Orona C.,E.Salazar S.,M.Fortis., H.I. Trejo E., y C. Vazquez V. (eds).FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango. México.

Geiger H.H.G Seitz A.E Melchinger G.A Schmidt. 1992. Genotypic correlations in forage maize I. Relationships among yield and quality traits in hybrids. *Maydica* 3:95-99.

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- 13.

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

Inversen, K V., J.G Davis and M.F. Vigil, 1997. Variability of manure nutrient content and impact on manure sampling protocol. Colorado State University p.4.

Johnson J.C, R.N Gates, G.L Newton, J P Wilson, L.D Chandler y P.R Utley 1997 Yield, composition and in vitro digestibility of temperate and tropical corn hybrids grown as silage crops planted in summer. *J Dairy Sci* 80: 550-557.

J. Salvador. Ricardo (Agronomy department.Iowa state University. Ames Iowa U.S.A.). Originalente publicado in: *The encyclopedia of Mexico History ,culture and society* 1997.

Lauer J. 2000 The relationship between corn grain and silage yield. *Field crops* 28:5-7

Matheus L., J. Caracas, J. Montilla, O. Fermín. Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost y gallinaza) en plantas de maíz (*Zea mays* L.). *Agricultura Andina*, 2007, vol. 13 p. 27-38.

- Matheus, J.** Evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera (biofertilizante) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Bioagro*, 2004, vol.16, no.3, p.219-224. ISSN 1316-336.
- Núñez H.G., Faz C.R., Tovar G.M.R Y Zavala .G.A.** 2001 Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. Tec pecu México. Pp 77-88.
- Paliwal, L.P., Granados J.P. Marathee.** 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. FAO. Roma Italia.
- Peña RA, Núñez HG, González CF.** Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Tec pecu Méx 2002.; 40(3):215-228.
- Piccinini, S. and G. Bortone.** 1991. The fertilizer value of agriculture manure: simple rapid methods of assessment. J. Agric. Eng. Res 49: 197-208.
- Pinter L., Afoldi Z., Burucs Z. y Paldi E.** 1994. Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. Agron. J., 86:799-804.
- R., Preciado E., Terrón A. D.** 2003 Indicadores económicos para la producción y uso de semilla mejorada de maíz de calidad proteica (QPM) en México. Análisis y comentarios. Agronomía Mesoamericana. México. P12.
- 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.Méx. 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. (1994) Producción de granos y forrajes. Quinta Edición. Ed Limusa México.

Robles S.R. 1990. Maíz. Producción de granos y forrajes. Quinta edición Limusa. México.
Pp.9-52

Robles S.R.1983 Producción de granos y forrajes. Cuarta Edición. Ed Limusa. México. Pp
22-35.

Rodríguez H. S. A, R.J. santana, R. A. J. Lozano, J. G. Bolaños B. M. E. Vázquez, 2002
Fitomejoramiento de maíz para ensilaje in: Memorias del 4° taller nacional de
especialidades del maíz. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Pp. 181-186

Ruedas Cynthia 2009. Proyecto: Maíz bajo el esquema de fertilización orgánica. UAAAN
UL. Torreón, Coahuila, México. Pp. 19-26.

S D y Gaytán M A (1999) Sistema de producción para incrementar la productividad y
sustentabilidad de maíz, para grano y forraje. Publicación especial.

Serrato S., A. Ortiz A., J.D. López y S. Berúmen P. 2002 Aplicación de lavado y estiércol
para recuperar suelos salinos en la comarca lagunera, México Terra: 329-336

Sweeten J. M. Jr., A.C Maters and G. R. McEachern. 1982 Improving soil with manure
application. Texas A&M University. P. 74.

Tanaka A. J. Yamaguchi. 1977. Producción de materia seca, componentes del
rendimiento de grano de maíz. Traducido al español por J. Koashi S.Rama de
botánica. Colegio de posgrados. Chapingo, México.

Walker, J. K. 1999. Suitability of composted dairy manure for plant production in New Mexico Mater's Thesis. New Mexico State University. Las Cruces Nm.

W. y A.C Rocker.1984 Producción de cosechas. Ed. Continental. México.CELALA-INIFAP-SAGARPA.