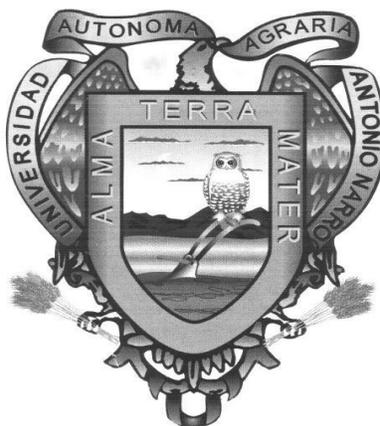


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**“POTENCIAL FORRAJERO EN HIBRIDOS DE MAÍZ”**

Por:

**PABLO DAVID SECUNDINO MÉNDEZ**

TESIS

**SOLICITADA COMO REQUISITO  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

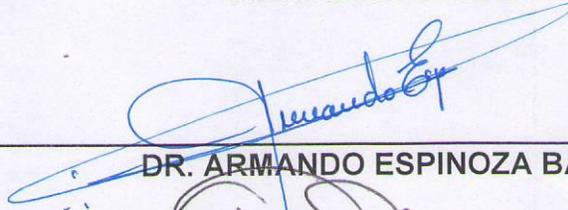
**DICIEMBRE, 2012**

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

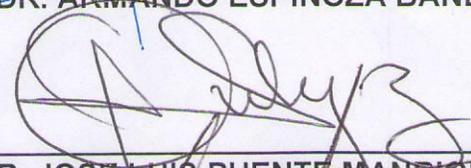
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. **PABLO DAVID SECUNDINO MÉNDEZ** ELABORADA BAJO LA  
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO AGRÓNOMO**  
**COMITÉ PARTICULAR:**

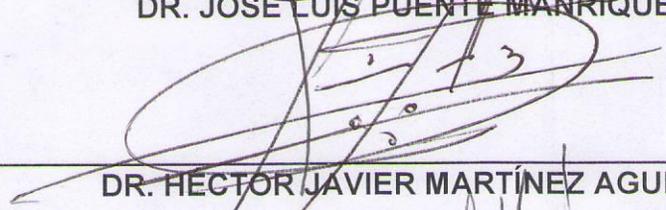
Asesor  
Principal:

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA**

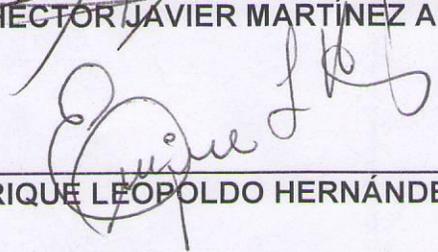
Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSE LUIS PUENTE MANRIQUEZ**

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
**DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGUERO**

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
**ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS**



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

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

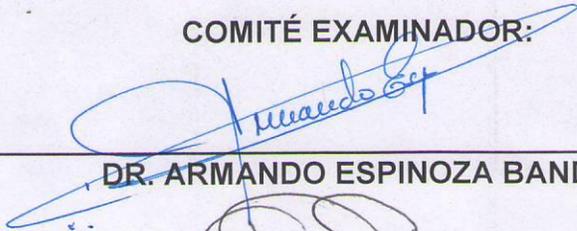
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. **PABLO DAVID SECUNDINO MENDEZ** QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

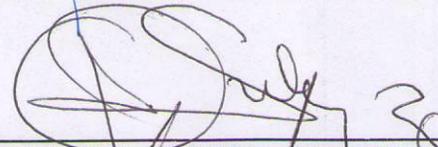
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**COMITÉ EXAMINADOR:**

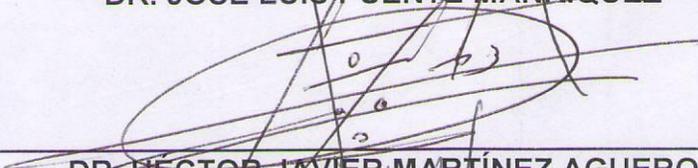
**PRESIDENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA**

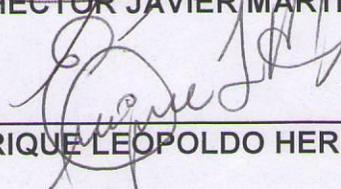
**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSE LUIS PUENTE MANRIQUEZ**

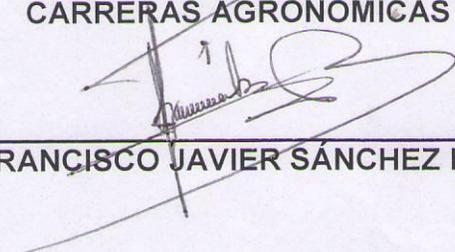
**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGUERO**

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS**



**Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas**

Torreón, Coahuila, México

Diciembre, 2012

## **AGRADECIEMINTOS**

Primeramente y principalmente con mucho amor a mi padre DIOS por darme la satisfacción de vivir y ayudarme a salir adelante en las buenas y en las malas, primordialmente en las malas, y por darme la dicha de tener la hermosa familia que tengo gracias DIOS.

Con mucho cariño especialmente a mis padres por ser mi gran ejemplo a seguir de lucha, sencillez y trabajo, a todos y cada uno de mis seres queridos, parientes, familiares y posteriormente amistades. Por complacerme, no solamente con la confianza y cariño que me han brindado, sino también por los consejos que me propusieron y que me fueron básicamente de mucha ayuda gracias.

A una institución de gran reputación a mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, quien forjó en mí un profesional preparado y comprometido a la cual estaré perenemente agradecido por haberme permitido cultivarme con todos los conocimientos por parte de sus catedráticos, por apoyarme en mis deseos de superación profesional y por haberme permitido ser parte de ella, en especial al departamento de Fitomejoramiento.

A mi asesor el Dr. Armando Espinoza banda, a quien debo conocimientos y sobretodo por su amistad.

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) específicamente a todo el programa de fisiología, al Ing. Ciro Rodríguez, por haberme calibrado, adiestrado y por transmitirme sus conocimientos y al Dr. Samuel Trachsel. Por el apoyo que me otorgaron durante mis prácticas profesionales.

A los Ingenieros y MC. Colaboradores del equipo de investigación NARRO-MONSANTO.

## DEDICATORIA

A mis padres:

Bernardo Secundino Ríos y Honorina Méndez Alfaro, por los grandes sacrificios que hicieron y por todo el apoyo incondicional.

A mis hermanos:

Marisol, Sergio, Vianey y Cristian. Por estar conmigo tanto en los buenos ratos como en los malos a pesar de la distancia los quiero.

A todos y cada uno de mis sobrinos:

En especial: Alondra, Tadeo, Rosario, Mateo e Isabela. Porque aunque sean niños o niñas, y aunque no se los de a demostrar los quiero mucho, les ofrezco esta tesis por el tiempo que no estuve con ustedes.

A mis abuelos:

Porfirio Secundino fuentes y Sofía Ríos Hernández; Daniel Méndez Méndez y Delfina Alfaro Herrera. Por qué me siento muy orgulloso de tener unos abuelos como ustedes ya que son grandes muestras a seguir en muchos aspectos como la sencillez, honradez y humildad, pero sobre todo por ser un ejemplo de lucha y trabajo los quiero abuelos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. <b>Objetivos</b> .....	3
1.2. <b>Hipótesis</b> .....	3
1.3. <b>Meta</b> .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. <b>Importancia</b> .....	4
2.2. <b>Forraje</b> .....	5
2.3. <b>Materia seca</b> .....	8
2.4. <b>Híbridos</b> .....	9
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	13
3.1. <b>Localización del sitio experimental</b> .....	13
3.2. <b>Material genético</b> .....	13
3.3. <b>Diseño experimental</b> .....	13
3.4. <b>Fecha de siembra</b> .....	13
3.5. <b>Labores culturales</b> .....	13
3.6. <b>Fertilización</b> .....	14
3.7. <b>Control de maleza</b> .....	14
3.8. <b>Control de plagas</b> .....	14
3.9. <b>Riegos</b> .....	14
3.10. <b>Variables</b> .....	14
3.10.1. <b>Floración masculina (FM)</b> .....	14
3.10.2. <b>Floración femenina (FF)</b> .....	15
3.10.3. <b>Altura de planta (AP)</b> .....	15
3.10.4. <b>Forraje verde</b> .....	15
3.10.5. <b>Partición en hojas, tallo y elote</b> .....	15
3.10.6. <b>Índice hoja, tallo y elote</b> .....	15
3.11. <b>Análisis estadístico</b> .....	16
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	17
4.1. <b>Cuadro. Significancia de cuadrados medios</b> .....	17
4.2. <b>Cuadro. Valores medios</b> .....	21

<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	22
<b>VI. RESUMEN</b> .....	23
<b>VII. LITERATURA CITADA</b> .....	24

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz, (*Zea mays* L.), es uno de los granos alimenticios más antiguos (700 años), que se conocen. Pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género. El maíz ocupa a nivel mundial el tercer lugar en importancia después del trigo y el arroz. Su origen no está muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí.

En México el maíz es uno de los cultivos de mayor importancia, ya que en este cereal se basa un alto porcentaje la alimentación de sus habitantes. Por lo que poco más de 7.5 millones de hectáreas (40% de la superficie agrícola) son sembradas año con año (Turren-Fernández *etal.*, 2005).

Se tienen estadísticas casi poco precisas sobre el área destinada a la producción de maíz forrajero, particularmente empleado en la alimentación del ganado. En el ganado vacuno, aparte de ser utilizado bajo la forma de granos, el maíz encuentra un amplio uso como forraje verde y ensilado (Piccioni, 1970). Dentro del continente americano, el ensilaje de maíz es una práctica muy empleada en los Estados Unidos y en Argentina, asimismo es muy usual en los países Europeos. En la franja tropical y especialmente en Mesoamérica, el cultivo de esta planta para forraje esta poco extendida debido principalmente a la antigua y amplia cultura del cultivo de maíz para la producción de grano.

En las cuencas lecheras de México el ensilaje de maíz es uno de los forrajes comúnmente usados en la alimentación de ganado lechero, y puede constituir de 30 a 40% de la dieta de vacas en producción. Según (Chalupa, 1995), los ensilajes de maíz en México tienen menor contenido energético que los de Estados Unidos de Norte América y Europa, lo cual posiblemente sea consecuencia del escaso mejoramiento genético para la calidad de forraje y del poco desarrollo de prácticas de manejo del cultivo.

La densidad de plantas es una práctica agronómica que influye sobre la cantidad y calidad del forraje a ensilar. Estudios recientes (Núñez *et al.*, 1994), indican que híbridos tardíos incrementan su producción de materia seca hasta densidades de 80 000 plantas/ha, mientras que híbridos de ciclo intermedio responden positivamente hasta 120 000 plantas/ha. En la mayoría de estos estudios el contenido de fibras se incrementó y la digestibilidad decreció conforme se aumentó la densidad de plantas; tal reducción en la calidad del forraje se encuentra asociada con una disminución en el porcentaje de grano y con una menor digestibilidad de hojas y tallos (Graybillet *et al.*, 1991), sin embargo el valor nutritivo del grano es relativamente constante entre genotipos y densidades de población (Pinter *et al.*, 1994).

El cultivo de maíz para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, desde 40 a 95 t/ha (Wang-Yeong *et al.*, 1997; Aldrich y Leng, 1974), 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.

En México, en el ciclo agrícola 2008/2009, se cosecharon 2 949 967 ha, de las cuales 403 385 ha corresponden a la producción de forrajes, y la superficie para maíz forrajero (*Zea mays* L.) fue 28 212 ha (CONAGUA, 2010).

En la Comarca Lagunera de los estados de Coahuila y Durango en el ciclo agrícola 2009/2010 se establecieron 196 839 ha incluyendo los cultivos perennes; para alfalfa, maíz y sorgo la superficie fue 96 385 ha (El Siglo de Torreón, 2011).

Reta *et al.*; (2002), comenta que debido a la alta disponibilidad de radiación solar en la región lagunera durante el periodo libre de heladas, la productividad del maíz es alta y resultados de su investigación indican que es posible obtener un potencial de hasta 8 ton/ha de forraje fresco y 24 ton/ha de forraje seco (30 por ciento de materia seca), con un contenido de grano de 45 a 50 por ciento.

### **1.1. Objetivos**

Comparar el potencial forrajero en híbridos comerciales contra experimentales.

### **1.2. Hipótesis**

**Ho:** El potencial forrajero de híbridos comerciales es igual al de los experimentales.

**Ha:** El potencial forrajero de los híbridos comerciales es diferente.

### **1.3. Meta**

Seleccionar al menos un híbrido con mayor potencial forrajero.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia

El maíz es la forma doméstica de la gramínea silvestre mexicana conocida como teosinte (*Zea mexicana*). México y los países centroamericanos son considerados como centro de la diversidad de maíz con 59 razas. Actualmente, el maíz es uno de los cuatro principales cultivos producidos en el mundo, y su producción ocupa el 50.3% de la superficie agrícola (Martínez, 2008).

Por otro lado el maíz es uno de los cereales más importantes del mundo, ya que suministra elementos nutritivos importantes a los seres humanos, animales y materia prima de la industria de la transformación (FAO, 1993).

La (FAO, 2001), lo ubica en el primer lugar con 609 millones de toneladas, seguido por el arroz con 592 millones de toneladas y en tercer lugar el trigo con 582 millones de toneladas. El maíz es la base de la seguridad alimentaria de muchos países de Latinoamérica y África. En México solo se produce el 3% de la producción total mundial y los estados con mayor producción son: Chiapas, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz (SAGARPA, 2001).

Así mismo (Geiger *et al.*, 1992; y Peña *et al.*, 2003), señalan que el contenido de grano en el maíz forrajero es de gran importancia, siendo una de las alternativas con que se cuenta para solucionar escasez de forraje.

En México el maíz es uno de los cultivos de mayor importancia en la agricultura la economía nacional y desde el punto de vista social, ya que en este cereal se basa un alto porcentaje la alimentación de sus habitantes. Por lo que poco más de 7.5 millones de hectáreas (40% de la superficie agrícola) son sembradas año con año (Turren-Fernández *etal.*, 2005). De las cuales el 94% corresponden al ciclo primavera-verano (P-V) y 6% al ciclo de otoño-invierno (O-I).

La Comarca Lagunera, a nivel nacional, es una de las cuencas lecheras más importantes, donde siembran anualmente un promedio de 15,000 ha de maíz forrajero de cuales 90% de los híbridos comerciales que se siembran son desarrollados para otras regiones del país y de compañías multinacionales. En los últimos 10 años de evaluación, se han incluido 152 híbridos de maíz diferentes identificándose materiales con buenas características de rendimiento y calidad forrajera, ensilado de alta calidad y producciones de 52 toneladas por hectárea de forraje fresco y 15 toneladas de forraje seco.

Conociendo la importancia del maíz como forraje y exigiendo genotipos locales adaptados a la región, es necesario evaluar su potencial como forraje tanto en producción como en su calidad. El valor nutritivo del ensilaje se destaca por su contenido energético así como la cantidad de proteínas y sales minerales que aporta, el mayor contenido en materia seca del maíz ensilado se consigue con un buen manejo del cultivo. Hasta hoy, ninguno de los híbridos de maíz usados para forraje ha sido desarrollado en programas de mejoramiento genético para rendimiento de grano.

## **2.2. Forraje**

Los maíces forrajeros que actualmente se usan, son seleccionados por capacidad de producción de materia seca, y poco interés en alta calidad nutritiva (Núñez *et al.*, 1999; Peña *et al.*, 2002). Por otra parte (Coorset *al.*, 1994), menciona que el valor nutricional del maíz usado para forraje tiene una función proteica y su potencial de digestibilidad es tal que varía con el contenido del grano y composición del olote. El maíz para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, desde 40-90 ton/ha de forraje verde en un corto tiempo y el valor nutritivo va de bueno a excelente, dependiendo de la etapa de crecimiento en que se encuentra el cultivo al momento de la cosecha (Amador, Boschini, 2000; Wang-Young *et al.*, 1995). Así mismo Núñez *et al.*, (2003), menciona que el maíz para forraje debe tener una alta productividad, bajo contenido de proteína, minerales y un elevado valor energético.

Por otra parte el uso de altas densidades de población puede reducir la calidad de forraje, debido al menor contenido de grano (Pinteret *al.*, 1994). La densidad de plantas necesarias para el máximo rendimiento forrajero es mayor que para la producción de grano; no se conoce con precisión la respuesta de estos maíces a las altas densidades y sus efectos sobre el rendimiento y el valor nutricional (Pinteret *al.*, 1994). De igual manera (Widdicombe y Thelen, 2002), encontraron incrementos de 1.6 t MS ha<sup>-1</sup> al aumentar la densidad de plantas de 64 200 a 88 900 plantas/ha; por su parte (Graybill *et al.*, 1991) logro los máximos rendimientos de forraje con 79 000 plantas/ha, mientras que (Cox y Cherney, 2001) aumentaron en 3.7% la producción de materia seca con 116 000 plantas/ha, con relación a 80 000.

De igual manera (Elizondo y Boschini, 2001; Coumo, Redfeearn y Blouin, 1998), han demostrado que para obtener mayores rendimientos de forraje por unidad de área, es necesario aumentar la densidad de siembra, sin que ello repercuta en el valor nutritivo de la hoja, el tallo o la planta entera.

Mientras tanto (Ramírez, 1997), menciona que la utilización de forraje de maíz, tiene dos variantes: la primera es el ensilado en verde, el cual se ha venido utilizando con mayor frecuencia debido a la comercialización de híbridos y variedades de maíz en la zona. En cuanto a la segunda variante, este se utiliza como forraje molido en donde se muele toda la planta una vez que adquiere toda su madurez fisiológica.

Mientras que (Cantú, 1989), menciona que los forraje son fundamentales, fuentes de alimentos para el ganado, que a su vez proveen alimento de alta calidad nutritiva para el hombre, además de ser una forma de vida para miles de personas no solo en México sino en el mundo entero, contribuyendo además con beneficio como son: la conservación del suelo y agua.

La agricultura forrajera, es una alternativa tecnológica para incrementar en parte los alimentos para los animales y con sus productos, alimentos para el hombre. El nivel como participan los forrajes en la alimentación del ganado, ha avanzado de una manera progresiva en los últimos años, en lo que se refiere a nuevas variedades de forraje, obteniendo mayor rendimiento y mejor calidad (PIONEER, 1995).

Así mismo (Rodríguez et al., 2000), menciona que 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 no incrementar el contenido de fibras.

La calidad del forraje de maíz se mejora conforme la altura de corte es mayor debido a que se deja en el terreno la parte de la planta con menor digestibilidad, (Shaber, 2003; Neylon *et al.*, 2002) determinaron que al cosechar a 45.7 cm sobre el nivel del suelo disminuyeron los contenidos de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente acida (FDA) en 1.6 y 1.9 unidades porcentuales y se aumentó la concentración de almidón y de la digestibilidad *in vitro* de la FDN en 2 y 2.4 unidades respectivamente, comparando con la altura de corte a 12.7 cm. Incrementos en la altura de corte de 35 a 70 cm han permitido aumentar la producción de leche en 1.2 kg por vaca por día (Wuet *et al.*, 2002) y de 1.5 kg cuando se incrementa de 12.7 a 45.7 cm (Neylon *et al.*, 2002).

Mientras que (Geiger *et al.*, 1992; Peña *et al.*, 2003), señalan que el contenido de grano en el maíz forrajero es de gran importancia, siendo una de las alternativas con que se cuenta para solucionar escasez de forraje; entre las ventajas que se presenta el maíz se pueden mencionar las siguientes: un alto potencial respecto a la posibilidad de aumentar su rendimiento de forraje, el cultivo establecido ocupa el terreno durante temporadas cortas dando oportunidad a la rotación de cultivos, además de que el forraje obtenido puede ser ensilado para utilizarse en épocas de sequía o cuando escasea el forraje.

### **2.3. Materia seca**

El peso total de materia seca producido por el maíz depende del tamaño y la eficiencia fotosintética. El tiempo efectivo de actividad fotosintética en la hoja continua y sobre esto la capacidad de almacenamiento de la materia seca (Bunting, 1973).

Por otra parte (Tollenar, 1973), realizo estudios fisiológicos indicando que existen diferencias entre los promedios de los genotipos y duración de la acumulación de la materia seca pero solo unos cuantos componentes del rendimiento han sido identificados por los fisiólogos, teniendo que tomar en cuenta los aspectos fisiológicos en un programa de maíz de uso forrajero.

El valor nutritivo de la materia seca del maíz es explicada considerando el follaje (hojas y tallos) y granos; la digestibilidad d estos componentes varia 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 tener el tamaño adecuado a fin de contribuir con aproximadamente el 50 por ciento del peso total para no incrementar el contenido de fibras (Rodríguez *et al*; 2000).

Autores (Vela, 1985; yFrasnay1985), señalaron que al llevar a cabo una evaluación de variedades de maíz, esta se debe de enfocar hacia el incremento en la producción de materia seca y considerar características importantes como resistencia al acame, estabilidad en la producción en diferentes ambientes, niveles mínimos de perdida de materia seca durante el ensilaje, vigor inicial, densidad de siembra, así como la facilidad de recolección y cosecha.

## **2.4. Híbridos**

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

Allard,(1980), define a un híbrido como el aumento de tamaño o en vigor de este con respecto a sus progenitores. También propuso el término heterosis para denotar el incremento en tamaño y vigor después de los cruzamientos.

Reyes(1985), define como un híbrido animal o vegetal aquel que es procesado por dos individuos distintos y que debe de entenderse como el cruzamiento o apareamiento entre individuos de distinta variedad o raza, pero de la misma especie. El método consiste en el apareamiento controlado de individuos genéticamente diferentes, y el estudio de la progenie, asociado a la endogamia o consanguinidad durante el proceso.

Márquez,(1988), define a la hibridación como un método genotécnico en las plantas, que es aprovechamiento de la generación F1 proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones P1 y P2 (poblaciones paternas). Las poblaciones P1 y P2 son dos poblaciones de la misma especie y por lo tanto, pueden tener la estructura genotípica a los objetivos que se persigan en la utilización comercial de la generación F1, o bien para su aprovechamiento como paso inicial o intermedio en la relación de algún otro método genotécnico.

Chávez y López (1995), mencionan que el maíz híbrido es la primera generación de las líneas autofecundadas. La obtención de líneas autofecundadas es por autopolinización controlada, la utilización de estas líneas autofecundadas puede ser en cruces positivas y para la producción de semilla híbrida.

Por otra parte el maíz híbrido que produce gran cantidad de grano, buenas hojas y tallos, se prefiere para el ensilaje (Checa, 1998). En México, los ensilados de maíz generalmente tienen valor energético bajo en comparación a ensilados en Estados Unidos de América y Europa (Chalupa, 1994). 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; existe suficiente evidencia de diferencias entre híbridos en contenido de proteína, fibra y digestibilidad de la materia seca (Allen, 1995). Estudios indicaron diferencias entre genotipos de 26.2 a 65.0% en la digestibilidad de tallos y de 58.0 a 67.6% en la digestibilidad de hojas (Lundvall, 1994).

Otros autores mencionan variabilidad entre genotipos en fibra de detergente neutro de 57.9 a 65.4% en hojas y tallos (Wolf, 1993). En ensilados de híbridos de maíz se encuentran diferencias en digestibilidad relacionadas con el porcentaje de mazorca, que es una manera de expresar el contenido de grano (Ferret, 1997). En la región del norte del país se dispone de híbridos de maíz para forraje formados a partir de germoplasma de origen tropical o templado; híbridos con menor ciclo a cosecha (precoces) que otros (intermedios o tardíos) y los denominados de alta calidad proteínica. Varios estudios indican una mayor digestibilidad en híbridos de ciclo más tardío (Cummins, 1973).

Respecto a híbridos de maíz de diferente origen estudiados para aumentar la producción y calidad nutritiva, en el sur de Texas híbridos de origen tropical tuvieron una mayor producción de materia seca por hectárea y digestibilidad que híbridos de origen templado (Johnson, 1997). Por otra parte, los maíces denominados de alta calidad proteínica contienen mayor porcentaje de lisina en el grano, en comparación a los híbridos convencionales.

Así mismo (Núñez *et al.*, 1994), indica que híbridos tardíos incrementan su producción de materia seca hasta densidades de 80 000 plantas/ha, mientras que híbridos de ciclo intermedio responden positivamente hasta 120 000 plantas/ha.

Autores (Soto y Jahn,(1983), reportan una producción con maíz híbrido de 17,7 toneladas de materia seca/ha, cosechado a los 171 días y con una densidad de siembra de 77000 plantas/ha. Mientras que (Elizondo y Boschini, 2001), reportan rendimientos de 10,2 toneladas de materia seca por hectárea en maíz criollo a una edad de 122 días y con una densidad de siembra de 96 mil plantas/ha. Por otro lado (Amador y Boschini, 2000), obtuvieron rendimientos también con maíz criollo de 15,2 toneladas de materia seca/ha a una edad de 121 días y con una densidad de siembra de 58000 plantas/ha.

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 (Núñez, 1999; Lundvall, 1994), así como en el contenido de FDN de hojas y tallos (Wolf, 1993), factible de ser explotada. Adicionalmente se ha determinado que la variabilidad genética de la digestibilidad es mayor en la parte vegetativa que en grano (Cox, 1994; Geiger, 1992), 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 plata total, ni interacción genética con el ambiente, pero si diferencias importantes en producción de materia seca total y del follaje (Ruggero, 2000).

En el pasado los híbridos de maíz sembrados para producir forraje fueron seleccionados por su porte alto y elevado rendimiento de biomasa (Núñez *et al.*, 2005). Sin embargo, los híbridos seleccionados bajo este esquema no siempre son los mejores para la producción de leche, por diferencias en calidad del forraje; *i.e.* en contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), digestibilidad de la FDN y de la materia seca (Johnson *et al.*, 2002). Otro autor (Thomas *et al.*, 2001), menciona que un híbrido con menor proporción de elote pero mayor digestibilidad de la materia seca produjo 1.5 kg d<sup>-1</sup> mas leche por vaca

que otro de menor digestibilidad. Existen evidencias de que los híbridos de ciclo intermedio o tardío, tienen mayor digestibilidad de la materia seca (Núñez *et al.*, 2001). Por lo general se considera que los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del sitio experimental**

El trabajo experimental se realizó en el predio Rancho Grande, ubicado en el Municipio de Matamoros, este se localiza en la Comarca Lagunera de Coahuila, en las coordenadas 103°13'42" longitud oeste y 25° 31'41" latitud norte. A una altura de 1100 metros sobre el nivel del mar. El clima es seco cálido con lluvias en verano y fuertes vientos que llegan hasta los 44 kilómetros por hora en primavera que producen tolvánas. La temperatura promedio anual oscila entre los 22 y 24 grados centígrados.

#### **3.2. Material genético**

Se utilizaron cinco genotipos diferentes, provenientes de la empresa MONSANTO, G1=MI603, G2=89x603, G3=MI8052Y, G4=MI8051Y, G5=89x88.

#### **3.3. Diseño experimental**

El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones. La parcela experimental constó de 12 surcos de 40m de largo, 0.75m entre surcos y a una distancia entre planta de 0.17m. La densidad de población fue de 98 mil plantas por hectárea.

#### **3.4. Fecha de siembra**

La siembra se realizó en seco, el 10 de agosto de 2012, con sembradora de precisión.

#### **3.5. Labores culturales**

Previo a la siembra, el terreno se preparó con barbecho, rastreo, nivelación y cada 24 surcos se trazó un bordo.

### 3.6. Fertilización

Se fertilizó con la fórmula recomendada por INIFAP y productor de 250-180-00 (N-P-K); al momento de la siembra se aplicó el 50% de nitrógeno y el 100% del fósforo, el resto del N en el primer cultivo previo al primer riego de auxilio.

### 3.7. Control de maleza

Posteriormente a la siembra, se aplicó herbicida preemergente **HarnessXtra**, para controlar el ciclo vegetativo de las malezas. El equipo se calibró a 300 L/ha, para una dosis de 3 L/ha.

### 3.8. Control de plagas

Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*, Smith), pulga saltadora (*Chaetocnema pulicaria*, Melsheimer) y diabrotica (*Diabrotica undecimpunctata howardi*, Barber), se aplicaron: Permetrina 0.5 L/ha, Diazinon CE 25 a razón de 1.5 L/ha, y una aplicación de Abamectina 600 ml/ha para el control de araña roja (*Tetranychus urticae*, Koch).

### 3.9. Riegos

Se dieron 3 riegos de auxilio, a los 8, 19 y 33 días dds.

### 3.10. Variables

Las variables y el método de cuantificación utilizados fueron las siguientes:

#### 3.10.1. Floración masculina (FM)

Se expresa como el número de días transcurridos desde el primer riego de auxilio hasta que el 50% de las plantas seleccionadas se encontraban liberando polen. Este dato se tomó en tres surcos, en cada uno de estos se tomaron tres metros lineales.

### **3.10.2. Floración femenina (FF)**

Secalificó, como el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas mostraban estigmas de 2-3 cm de largo, este dato se tomo de las mismas plantas seleccionadas para la FM y la metodología fue la misma.

### **3.10.3. Altura de planta (AP)**

Se realizoen tres surcos, midiendo la distancia en centímetros desde la base de la planta hasta el nudo donde comienza a dividirse la espiga (panoja o sexo masculino).

### **3.10.4. Forraje verde**

El muestreo se realizo, a los 99 dds.Los sitios de muestreo de plantas se realizaron en tres surcoscortando las plantas que se encontraban en 3 metros ubicados en el centro de 10 metros linealesdel surco previamente seleccionado. Los datos por parcela se transformaron a kilogramos por hectárea.

### **3.10.5. Partición en hojas, tallo y elote**

Se tomaron tres muestras de 3 plantas seleccionadas al azar separando tallo, hoja +totomoxtle y elote; las plantas seleccionadas fueron cortadas a 10 cm sobre el ras del suelo, las diferentes partes de la planta fueron picadas para tener un mejor manejo y posteriormente el material fue pesado para determinar la producción de materia verde total, el peso de elote (PE), el peso de tallo (PT), el peso de hoja (PH), el peso total de la planta (PET).

### **3.10.6. Índice hoja, tallo y elote**

Con los pesos de cada parte de la planta (Hojas+totomoxtle, tallo y elote) se obtuvo el índice de cada parte con el todo (Planta completa) para conocer su contribución al peso total.

### **3.11. Análisis estadístico**

Los datos fueron sujetos a análisis de varianza y comparación múltiple de medias por diferencia mínima significativa al 0.05 de probabilidad, ambas con el paquete estadístico SASv9.2 (2002-2007).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación de cinco genotipos contrastantes de maíz, se cuantificaron diez variables de las cuales tres son agromorfológicas y el resto relacionadas con la producción de forraje.

De la evaluación, se observan diferencias ( $P < 0.05$  y  $< 0.01$ ) entre genotipos respecto a floración femenina, altura de planta, peso de tallo, peso total de planta, índice de elote e índice de tallo. En el resto no se detectaron diferencias.

Estas diferencias sugieren que existe un potencial para forraje diferente entre los genotipos evaluados.

Los coeficientes de variación, se encuentran dentro de los rangos aceptables, ya que oscilaron entre 1.36 y 11.62% (Falconer, 1978).

##### 4.1. Cuadro. Significancia de cuadrados medios de diez variables en cinco genotipos de maíz. UAAAN-UL 2012.

<b>F.V.</b>	<b>Rep</b>	<b>Trat</b>	<b>Error</b>	<b>C V (%)</b>	<b>Media</b>
<b>G.L.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>		
FM(días)	2.44	0.94	1.27	1.62	69.4
FF(días)	6.06	5.26**	0.96	1.36	71.88
AP(m)	0.01	0.05**	0.02	3.10	1.70
PT(Kg/ha)	13466.0	32925.9**	3446.4	8.81	665.61
PH(Kg/ha)	7006.5	6177.3	4055.5	11.62	547.99
PE(Kg/ha)	3849.9	3128.6	1862.8	9.55	451.70
PET(Kg/ha)	36976.5	76999.0*	20568.9	8.61	1665.3
IE	0.02	0.01**	0.02	6.02	0.27
IT	0.01	0.02**	0.03	4.59	0.39
IH	0.09	0.04	0.03	5.41	0.32

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad.

Los valores medios para floración son típicos de materiales de ciclo precoz a intermedio. La altura promedio, está en la categoría de híbridos de porte medio. El resto de las variables se discutirá con amplitud mas adelante.

En el cuadro 4.2 se presentan los valores medios de diez variables de los cinco genotipos, donde se observa lo siguiente por variable:

### **Floración masculina (FM)**

El análisis estadístico no encontró diferencias significativas para esta variable, por lo que se presume que estos genotipos tienen similitud genética pues provienen de la misma fuente genética. Aun cuando los genotipos G1, G2 y G5 tienen 1,2 y 3 transgenes diferentes al G3 y G4.

### **Floración femenina (FF)**

A diferencia de la FM, esta variable mostro diferencias significativas entre los genotipos; el G1 (603) fue el mas tardío con 73.2 días después de la siembra, y estadísticamente igual al G3 con 72.6 días. Esto explica dado que estos dos genotipos tienen la misma base genética con la diferencia del transgen que lleva el G1. El resto de los materiales mostraron ser mas precoces entre 70.6 y 71.6 dds. Estas diferencias no son tan marcadas puesto que coinciden en la misma base genética.

### **Altura de planta (AP) cm**

Respecto a esta variable los genotipos fueron ampliamente diferentes, donde el G5 mostro el mayor crecimiento con 1.85 m y estadísticamente superior al resto de los genotipos. Le siguen en altura el genotipo 1, 2 y 3, y el que menos altura alcanzo fue el G4 con 1.56 m. la razón por la que el G5 logro mayor altura que el resto se explica por la resistencia a los daños de lepidópteros (cogollero, barrenador y elotero), y diabrotica. Así mismo contribuyo de manera importante la resistencia a la aplicación de FAENA y por consiguiente la evasión en la competencia de maleza.

### **Peso de tallo (PT) kg/ha**

El peso de tallo en los genotipos evaluados fue estadísticamente diferente, expresándose en la superioridad del G5 con 19634 kg/ha, estadísticamente superior al resto de los genotipos. En producción le sigue su similar comercial G3 con 18583 kg/ha y el G1 con 17982 kg/ha, el que menos peso produjo fue el G4 con apenas 14118 kg/ha. Lo anterior se explica por la resistencia del G5 a barrenador y diabrotica, para lo cual es susceptible el resto de los genotipos comerciales excepto el G2.

### **Peso de hoja (PH) kg/ha**

Para peso de hoja se observa la misma tendencia que para PT, donde el G5 muestra superioridad estadísticas al resto de los genotipos con 15496 kg/ha. mientras que el G1, G2 Y G3 fueron estadísticamente iguales, en contraste con el G4 que registro 12938 kg/ha. Esto se debió a que este genotipo no cuenta con ningún tipo de resistencia y por lo tanto fue más susceptible al daño de plagas principalmente el gusano cogollero.

### **Peso de elote (PE) kg/ha**

Para esta variable el valor más alto fue el G3 con 12912 kg/ha estadísticamente igual al G2, G4 Y G5, y superior al G1 la poca diferencia que se observa entre los genotipos se debe posiblemente a que se realizó la cosecha en un etapa muy temprana esto debido a que a las bajas temperaturas prevalecientes, en una etapa fenológica entre R2 y R3 fase en la cual se iniciaba el llenado de grano, en el muestreo se pudo constatar de dicha condición. Si la cosecha se hubiera realizado cuando el grano presentaba un tercio de la línea de leche es probable que las diferencias se hubieran acentuado. Otro factor que contribuyo fue la siembra en época muy tardía, 10 de agosto del 2012.

### **Peso de planta completa (PET) kg/ha**

Para esta variable los cuatro genotipos estadísticamente iguales fueron el G1, G2, G3 y G5 siendo el primero de estos superior con 46921 kg/ha esto se debe a que este genotipo tiene resistencia a plagas (cogollero, barrenador y elotero, y diabrotica) y FAENA, y por lo tanto un menor daño fisiológico de tallo, hojas y elote, así mismo menor competencia con las malezas. Por otra parte el genotipo mas superior fue el G4 con 38567 kg/ha resultado a que fue más susceptible tanto al daño de plagas como a la competencia con malezas.

### **Índice de elote (IE)**

La mayor proporción de elote se observa en el genotipo G4, con una índice de 0.298, significativamente igual al genotipo G3 con 0.280. El G4, muestra una mayor proporción aún y cuando fue inferior en el peso total. Lo anterior se explica ya que este genotipo fue el que mostró menor desarrollo de menor altura de planta, así que el elote representó una mayor proporción. En contraste, el de menor índice de elote fue el G5 con 0.252, el cual fue el de mayor altura y en consecuencia al no llenar el grano en el elote, el resto de la planta (Tallo+ hojas) indujo a un índice significativamente bajo.

### **Índice de tallo (IT)**

El genotipo G5, mostró el mayor índice de tallo, lo cual concuerda pues fue el de mayor altura. Este genotipo fue significativamente a G1 y G3 con índices de 0.414 y 0.406 respectivamente. Así mismo el G4 muestra el menor índice de tallo con 0.366. Lo anterior se explica dado que el G5 fue 15.5% mas alto que G4.

### **Índice de hoja (IH) kg/ha**

No se observó diferencia en el índice de hoja entre los genotipos. Lo anterior es debido a que los genotipos tuvieron significativamente igual número de hojas. Otra explicación, es que los genotipos tienen la misma base genética excepto por la presencia de los transgenes en G1, G2 y G5.

**4.2. Cuadro.**Valores medios de diez variables y cinco genotipos de maíz. UAAAN-UL, 2012.

<b>G†</b>	<b>FM</b>	<b>FF</b>	<b>AP</b>	<b>PT</b>	<b>PH</b>	<b>PE</b>	<b>PET</b>	<b>IE</b>	<b>IT</b>	<b>IH</b>
G1	69.8	73.2	1.72	17982	14222	11195	43399	0.260	0.414	0.328
G2	69.6	70.6	1.694	16692	14581	11637	42911	0.272	0.386	0.338
G3	69.6	72.6	1.692	18583	14397	12912	45891	0.280	0.406	0.314
G4	69.0	71.4	1.56	14118	12938	11512	38567	0.298	0.366	0.336
G5	68.8	71.6	1.846	19634	15496	11791	46921	0.252	0.418	0.332
<b>DMS</b>	<b>1.51</b>	<b>1.31</b>	<b>0.0708</b>	<b>2057</b>	<b>2232</b>	<b>1512</b>	<b>5027</b>	<b>0.022</b>	<b>0.025</b>	<b>0.024</b>

†Genotipos: G1=MI603, G2=89x603, G3=MI8052Y, G4=MI8051Y, G5=89x88.

## **V. CONCLUSIONES**

- 5.1.** Los genotipos fueron significativamente diferentes en floración, altura, peso de tallo, peso total e índice de tallo y elote.
- 5.2.** EL G1, G2 y G5 híbridos experimentales superaron en rendimiento a l híbrido comercial G4, pero fuero iguales al híbrido comercial G3.
- 5.3.** El G5 presentó el mayor índice de tallo y el G4 el de elote.
- 5.4.** Híbridos comerciales y experimentales fueron iguales en el índice de hoja.
- 5.5.** Con la información disponible, el híbrido con mayor potencial es el G5.

## VI. RESUMEN

Con el objeto de comparar el potencial forrajero en híbridos comerciales contra experimentales, se evaluaron cinco genotipos dos comerciales y tres experimentales. La siembra se realizó el 10 de agosto del 2012, en el predio Rancho Grande Municipio de Matamoros, Coah., en la Comarca Lagunera. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con 5 repeticiones. La parcela fue de 12 surcos de 40m y 0.75m entre hileras. La parcela útil consistió de 6.75m<sup>2</sup>. La densidad de población fue de 98 mil plantas/ha. Se fertilizó con 250-180-00 de N-P-K respectivamente. Se cuantificó floración femenina (FF), floración masculina (FM), altura de planta (AP) peso de hoja (PH), peso de tallo (PT), peso de elote (PE), peso de planta completa (PET), Índice de elote (IE), Índice de tallo (IT), Índice de hoja (IH) como indicadores de producción de forraje. Los genotipos fueron significativamente diferentes en floración, altura, peso de tallo, peso total e índice de tallo y elote. EL G1, G2 y G5 híbridos experimentales superaron en rendimiento a l híbrido comercial G4, pero fueron iguales al híbrido comercial G3. El G5 presentó el mayor índice de tallo y el G4 el de elote. Híbridos comerciales y experimentales fueron iguales en el índice de hoja. Con la información disponible, el híbrido con mayor potencial es el G5.

**Palabras clave:** Forraje, genotipos, índice de tallo, producción.

## VII. LITERATURA CITADA

Allard R.W. 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.

ALDRICH, S. R., LENG, E. R. 1974. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. 308 p.

Allen M, Ford S., Harrison J, Hunt C, Lauer J, Muck R, Soderlund S. Corn silage production, management and feeding. Am son of Agron 1995; 1-41.

AMADOR, A.; BOSCHINI, C. 2000. Fenología productiva y nutricional del maíz para la producción de forraje. Agronomía y Mesoamericana 11(1):171-177.

Bunting, E.S. 1973. Crop physiological studies in maize. Eucarpia, 7<sup>th</sup> meeting of the Maize and Sorghum Section held in Zagreb-Stubice Toplice, Yugoslavia, 3-6 September. Part 2.

Cantú B. J. E. 1989. Apuntes de cultivos forrajeros. Departamento de fitomejoramiento UAAAN-UL Torreón, Coahuila.

Chalupa W (1995) requerimientos de forrajes en vacas lecheras. In: memorias del primer ciclo internacional de conferencias sobre nutrición y manejo. Gómez palacio, Dgo. Pp: 19.28.

Chávez A. J.L. y López E. 1995. Mejoramiento de plantas I. editorial trillas. México. P. 167.

Checa, E. 1998. Ensilaje de Pastos. Bogotá: Tercer Mundo.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008-2009. Edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (ed). México, D. F. 323 p.

Coors J.G., P.R, Crater and R.B. Hunter. 1994. Silage corn P. 305-304. In A.R. Hallauer (ed) speciallity corn. CRC press, Boca Raton FL.

COUMO, G.; REDFEARN, D.; BLOUIN, D. 1998. Plant density effects on tropical corn forage mass, morphology, and nutritive value. Agronomy Journal 90:93-96.

Cummins DG, Dodson Jr JW. Corn for silage as influenced dy hybrid maturity, row spacing, plant population, and climate. Agron J 1973; (65): 240-243.

Cox WJ, Cherney JH, Cherney DJR, Pardee WD. Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. Agron J 1994; (86): 277-282.

Cox W J, D J R Cherney (2001). Row spacing, plant density, and nitrogen, effects on corn silage. *Agron. J.* 93:597-692.

De la loma J. L. 1954. *Genética General Aplicada*. Segunda Edición, Editorial UTEHA. México. 427 p

ELIZONDO, J.; BOSCHINI, C. 2001. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y la calidad del forraje de maíz. En prensa en *Agronomía Mesoamericana*.

El siglo de Torreón. 2011. *Resumen Económico Comarca Lagunera 2010*. Cía. Editora de la laguna S.A de C. V. Torreón, Coahuila, México. 80 p.

Ferret A, Gasa J, Plaixats J, Casañas F, Bosch L, Nuez F. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. *J AgricSci* 1997; (64): 493-492.

Frasnay, G 1985. Quels critères de choix pour une variété ensilage. *Revue Agronomique* Janvier. Pp. 31-33.

Geiger H. H. G. Seitz A. E. Melchinger, G.A. Schmidt. 1992. Genotypic correlations in forage maize. Relationships among yield and quality traits in hybrids. *Maydica* 37:95-99.

Graybill J S, W J Cox, D J Otis (1991) Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. *Agron. J.* 83:559-564.

Johnson JC, Gates RN, Newton GL, Wilson JP, Chandler LD, Utley PR. Yield, composition, and in vitro digestibility of temperate and tropical corn hybrids grown as silage crops planted in summer. *J Dairy Sci* 1997; 80 (3): 550-557.

Johnson L M, J H Harrison, D Davidson, J L Robutti, M Swift, W C Mahanna, K Shinnars (2002) Corn silage management I. Effects of hybrid, maturity, and mechanical processing on chemical and physical characteristics. *J. Dairy Sci.* 85:833-853.

Jugenheimer, R. W. 1985. *Corn improvement, seed production and uses*. Malabar, FL, USA. Robert E. Krieger Publishing.

Lundvall JP, Buxton DR, Hallauer AR, George JR. Forage quality variation among maize inbreds: In vitro digestibility and cell wall components. *CropSci* 1994; (34):1672-1678.

Márquez S.F. 1988. *Genética vegetal*. Tomo II. Primera edición. Editorial AGTESA. México. P.563.

Martínez, G. A. 2008 Agrobiodiversidad en México: el caso del maíz. Disponible en página web: <http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/agrodiversidad.pdf>. Fecha de recuperación: 30 de noviembre del 2012.

Neylon J M, T L Ebling, C C Taylor, M P Lynch, M A Reddish, M I Edres, L Kung Jr (2002) The effects of height of cutting, hybrid, and stage of maturity at harvest on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. *J. DairySci.* 89: Suppl. 1p. 383.

Núñez. HG, Contreras F, Faz R, Herrera R. selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje. En: componentes tecnológicos para la producción de ensilados de maíz y sorgo. SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA 1999: 2-5.

Núñez H.G., Contreras G.F.E., Faz C., 2011. Características agronómicas y químicas importantes de híbridos de maíz para forraje de alto valor energético. *Tec. Pecu. México.* 41:3-48 p.

Núñez H G, F C González, S V Martín del Campo (1994). Efecto de la densidad de plantas en la producción y calidad de maíz en híbridos de hojas erectas para ensilaje. *Av. Invest. Agropec.* 3(1):2530.

Núñez H G, R Faz C, F Gonzales C, A Peña R (2005) Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad de forraje. *Tec. Pecu. Mex.* 43:69-78.

Núñez H G, R Faz C, R Tovar G, A Zavala (2001) Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. *Tec. Pecu. Mex.* 39:77-88.

Peña, R.; Núñez, H. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Universidad Tecnológica Pecuaría de México. p: 45-67.

PICCIONI, M. 1970. Diccionario de alimentación animal. Editorial acribia. Zaragoza, España. 819 p.

Pinter L, Z Alfoldi, Z Burucs, E Paldi (1994) Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. *Agron. J.* 86:799-804.

PIONNER 1995. Inoculantes para ensilaje. Boletín técnico.

Ramírez R. G., Quintanilla – Gonzales J. B. Arnda J. 1997 White tailed deer food habits in northeastern Mexico. *Small Rumin. Res.*, 25:142-148.

Reta S. D. G., J. S. Cariilo, A. Gaytan M., E. Castro M., J.A. Cueto W. 2002. Guía para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. INIFAP, CIRNOC. CEALALA. Matamoros, Coahuila, Mexico.

Reyes C. P. 1985. Diseños de experimentos aplicados. Cuarta reimpresión. Editorial trillas. Mexico. P. 125.

Rodriguez H. S.A., R.J. Santana, H. Cordova, N. Vergara. A. J. lozano, E. M. mendoza y J. G. Bolaños. 2000. Caracteres de importancia para fitomejoramiento del maíz para ensilaje. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitomejoramiento, 148 p...

Ruggero B, Bertola LM. Selección de probadores para aptitud forrajera en maíz (Zea mays L.) [resumen]. Memorias XVIII congresonacional de fitogenetica 2000: 251.

Tollencar, M. 1977 Sink-source relationships during reproductive development in maize. *Maydica*, 22, 49-75.

Turrent-Fernández, A., R. J. Laird, J. I. Cortes F., A. Barrios A. 2005. Revisiting agroecosystem productivity: Validity for adapting technology to corn in Mexico *Agrociencia* 39:149-159.

Shaver R D (2003) Practical application of new forage quality tests. Department of dairy science. College of agricultural and life sciences. University of Wisconsin. Madison.  
<http://www.wisn.edu/dysci/uwex/nutrint/pubs/dubuque502.pdf>. Fecha de recuperación: 30 de noviembre 2012

SOTO, P.; JEHN, E. 1983. Época de cosecha y acumulación de materia seca en maíz para ensilaje. *Agricultura técnica*. 43(2):133-138.

Thomas E D, P Mandebvu, C S Ballard, C J Sniffen, M P. Carter, J Beck (2001) comparison of corn silage hybrids for yield, nutrient composition, in vitro digestibility, and milk yield by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:2217-2226.

Tollencar, M. 1977 Sink-source relationships during reproductive development in maize. *Maydica*, 22, 49-75.

Velda, C.E. 1985. Maize for silage in the Netherlands. En: O. Dolstra; P. Miedema (Edo.) Breeding of silage maize proceeding of the 13<sup>th</sup> congress of the maize and sorghum section of Eucarpia 1986 Center of Agriculture Publishing and documentation, Wageningen, Netherlands. Pp. 3-15.

WANG-YEONG, CH.; LEE-MIAN, L.; CHENG, W.; WANG, Y.C.; LEE, M.; CHENG, W. 1995. Effect of planting density and nitrogen application on growth

characteristics, grass yield and quality of forage maize. Journal of Taiwan Livestock Research 28(2):125-132.

WANG-YEONG, CH.; LEE.MIAN, L.; CHENG, W.; WANG, Y.C.; LEE, M.; CHENG, W. 1997.Effect of planting ensity and nitrogen application rates on growth characteristics, grass yield aand quality of forage maize.Journal of Taiwan livestock research 28(2):125-132.

Widdicombe W D, K D Thelen (2002) Row width and plant density effect on corn forage hybrids.Agron. J. 94:226-330.

Wolf DP, Coors JG, Albrecht KA, Undersander DJ, Carter PR. Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. Crop Sci 1993; (33): 1359-1365.

Wolf DP, Coors JG, Albrecht KA, Undersander DJ, Carter PR. Forage quality of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. Crop Sci 1993a; (33): 1353-1359.

Wu Z, F Kanitz, L D Satter (2002) Nutritive value of silage corn harvested at two heights above ground for lactating cows. *In*: U. S. Dairy forage research center 2000-2001. Research Report.Agricultural Research Service.pp: 76-78.