

FECHA DE ADQUISICIÓN _____

NUM. DE INVENTARIO 00023

PROCEDENCIA _____

NUM. CALIFICACIÓN _____

PRECIO _____

DIST. _____



TL00023

SB191

.M2

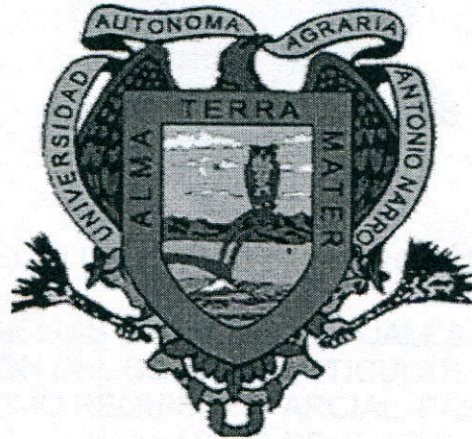
.G72 2006

TESIS LAG

Ej.1

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICA



MESTIZOS DE MAÍZ PARA FORRAJE DERIVADOS DE UNA
POBLACIÓN CRIOLLA

POR

JOSÉ LUIS GRAJALES GRAJALES

TESIS

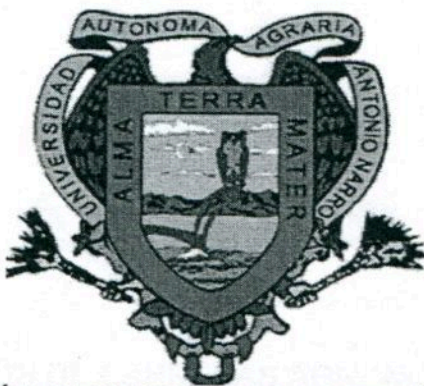
PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN COAHUILA

DICIEMBRE 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA



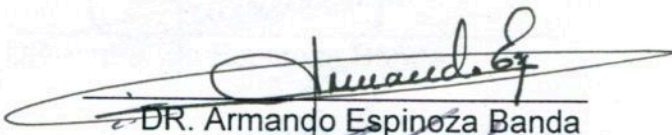
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JOSÉ LUIS GRAJALES GRAJALES ELABORADO BAJO
LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

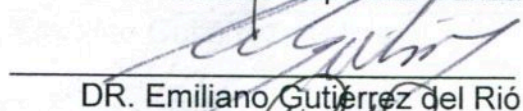
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

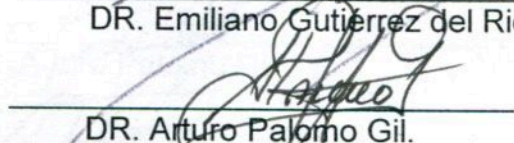
Asesor principal


DR. Armando Espinoza Banda

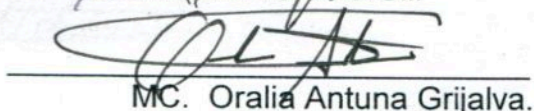
Asesor:


DR. Emiliano Gutiérrez del Río

Asesor:

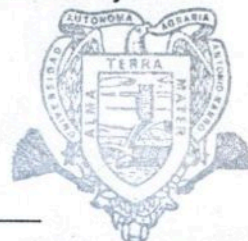

DR. Arturo Palomo Gil.

Asesor:


MC. Oralia Antuna Grijalva.

COORDINADOR DE DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS.


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

00023

TORREÓN COAHUILA

DICIEMBRE 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA



DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JOSÉ LUIS GRAJALES GRAJALES ELABORADO BAJO
LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

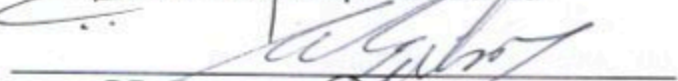
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

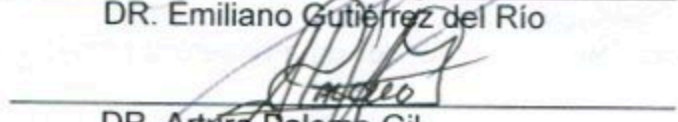
PRESIDENTE:


DR. Armando Espinoza Banda

VOCAL:


DR. Emiliano Gutiérrez del Río

VOCAL:

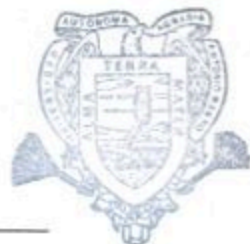

DR. Arturo Palomo Gil.

VOCAL SUPLENTE:


MC. Oralia Antuna Grijalva.

COORDINADOR DE DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS.


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por darme la oportunidad de vivir y prepararme en una etapa más de mi vida; por cuidarme día y noche en todos los momentos y por darme la fuerza para salir adelante ante toda situación que se me presentó tanto en la carrera como en la vida social.

A MI ALMA TERRA MATER

Que me cobijó con sabiduría y conocimientos dentro de sus instalaciones, permitiendo con esto formarme como una persona de bien, la que se preocupa no solo por la superación personal, sino de la propia institución, el campo y la sociedad mexicana.

A MIS MAESTROS

Por transmitirme sus conocimientos y ayudar en la preparación académica, atendiendo con paciencia y dedicación a la resolución de mis dudas; por orientarme a realizar las cosas de buena manera para ser una persona de bien.

En especial al DR. Armando Espinoza Banda, por brindarme su apoyo y confianza para la realización de actividades económicas.

DR. Emiliano Gutiérrez del Río, por enseñarme a no darme por vencido cuando realice actividades hasta obtener los resultados esperados; en general a los demás profesores por brindarme su amistad y apoyo cuando lo necesite.

A MIS COMPAÑEROS DE CLASE.

Gabriela A., Juan Carlos A., Salvador B., Israel de R., Víctor C., Héctor D., Jorge G., Alberto H., Enrique P., Neftalí M., Fernando M., por la convivencia que tuvimos y por aprender de cada uno de ellos en cada situación presentada durante mi estancia en la institución.

AMIGOS EN GENERAL.

Que de una u otra forma convivimos dentro de la universidad, no importando la carrera a la que pertenecemos, por apoyarme y permitir que los apoyara en realización de algunas actividades.

A MIS PADRES.

SR. Vellermar Grajales Archila
SRA. María Lilia Grajales José

Por su apoyo, moral , económico y emocional para realizar mis estudios, por enseñarme a siempre cumplir con las actividades encomendadas, respetar a las demás personas, ser perseverantes hasta lograr nuestros propósitos y a ser una persona humilde y sencilla.

A MIS HERMANOS.

José Ángel, Jesús, María del Rosario. Por todos los consejos y apoyos brindados.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

SR. Vellerman Grajales Archila.

SRA. María Lilia Grajales José.

Quienes con su apoyo, amor y consejos me dieron la oportunidad de realizar mis estudios y terminar la carrera sin importarles los esfuerzos y sacrificios que realizaron para poder lograr terminar la licenciatura.

A MIS FAMILIARES

Por animarme en todo en todo momento para lograr terminar la carrera.

PERSONAS DE TORREÓN COAHUILA.

Quienes me permitieron convivir con ellos, cobijarme en su seno familiar, aconsejarme y hacerme sentir como en casa y por considerarme como un amigo más, por brindarme su apoyo cuando lo solicite.

INDICE

	Pagina
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	5
- Germoplasma Exótico.....	5
- Selección Recurrente.....	6
- Selección Recurrente De Medios Hermanos.....	8
- Probadores.....	9
- Aptitud Combinatoria.....	10
- Aptitud Combinatoria General.....	11
- Aptitud Combinatoria Especifica.....	11
- Forraje.....	12
- Calidad De Forraje.....	12
- Contenido De Fibras.....	14
- Fibra Detergente Neutra.....	14
- Fibra Detergente Acida.....	16
III MATERIALES Y METODOS	19
- Ubicación Geográfica.....	19
- Material Genético.....	19
- Evaluación De Mestizos.....	20
- Manejo De Cultivo.....	20
- Riego.....	20
- Fertilización.....	20
- Control De Maleza.....	21

-	Aclareo	21
-	Control De Plagas	21
-	Variables Agronómicas	21
-	Floración Femenina	21
-	Floración Masculina	22
-	Altura De Planta	22
-	Altura De Mazorca	22
-	Rendimiento De Forraje Verde	22
-	Rendimiento De Elote	22
-	Índice De Elote	23
-	Rendimiento De Materia Seca	23
-	Determinación De Fibras Neutra Y Acido Detergente	23
-	Análisis Estadístico	25
-	Correlación	25
IV	RESULTADOS	26
-	Floración Masculina	29
-	Floración Femenina	29
-	Altura De Planta	29
-	Altura De Mazorca	30
-	Rendimiento De Forraje Verde	30
-	Rendimiento De Elote	30
-	Índice De Elote	31
-	Materia Seca	31

-	Fibra Detergente Neutra	32
-	Fibra Detergente Ácido	32
-	Correlación	35
V	CONCLUSIONES	36
VI	RESUMEN	37
VII	BIBLIOGRAFIA	38

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁGINA
4.1 .- Significancia De Cuadrados Medios De 10 Variables Cuantificada En 25 Mestizos-----	28
4.2.- Valores Medios De Dos Densidades De 24 Mestizos Evaluados-----	28
4.3.- Valores Medios De 10 Variables Medidas En 24 Mestizos Y Su Probador (T) De Amplia Base Genética-----	34
4.4.- Correlación De 10 Variables Evaluadas-----	35

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es una gramínea muy importante como alimento para los humanos y en la actualidad para los animales, reconocido a nivel mundial por (FAO, 1993). De acuerdo con la información de la USDA (departamento de agricultura de los Estados Unidos) la superficie mundial cosechada se ubica en 285.2 millones de ha¹ del año 2003 a 2005.

Los principales países productores de maíz en orden de importancia son Estados Unidos, China, la Unión Europea, Brasil, México, Argentina Sudáfrica, debido a que en los últimos cinco años México se ha ubicado en el quinto lugar de importancia por obtener el tres por ciento de producción de un total de 80 por ciento producido por los países mencionados a nivel mundial.

En México el maíz es un cultivo de importancia social y económica debido a que ocupa el 60 por ciento de la superficie cultivada, con un total de ocho millones de hectáreas (CEA 2000) de las cuales el 94 por ciento corresponde al ciclo Primavera -Verano y el 6 por ciento al ciclo Otoño-Invierno de ello el 80 por ciento se siembra en temporal, proporcionando con ello el empleo a cerca de 3 millones de agricultores, extendiendo su cultivo a lo largo de todo el territorio nacional, sobre distintos contextos geográficos y condiciones ecológicas, edáficas, técnicas y sociales.

México es considerado como el centro de origen del maíz por ser un país con gran diversidad genética en la especie, existiendo maíces criollos, líneas,

variedades mejoradas, así como híbridos simples, triples y dobles, en muchas regiones del país los agricultores que lo cultivan contribuyen a la conservación y generación de la diversidad genética *in situ* (Bommer, 1991), al seleccionar deliberadamente las semillas más favorables por diferentes características a través de las variantes de la selección natural, mutación, Introducción, recombinación y aislamiento, llegan a formar nuevos tipos, variedades o razas a través del tiempo (Hernández, 1972)

Bajo el supuesto de que los recursos filogenéticos deben ser conservados (ONU-FAO, 1996), gran parte de la diversidad genética nativa del maíz en México aun se encuentran sembradas en los campos agrícolas en forma de variedades criollas (Wrrlhausen *et al.* 1951).

En la Comarca Lagunera para el ciclo Primavera-Verano del 2005 se sembraron un total de 39,314 ha⁻¹ bajo condiciones de riego por temporal, riego de bombeo y por gravedad de las cuales 23, 916 ha⁻¹ usadas para producción de forraje, ocupando el segundo lugar en cuanto a superficie establecida, ya que fue superada únicamente por alfalfa con una extensión de 39,518 ha⁻¹ sembradas.

El maíz para forraje ocupa un lugar importante dentro de los cultivos por su alto contenido energético aportado en la alimentación del bovino productor de leche. Para la región Lagunera la producción promedio en forraje verde son de 50 t ha⁻¹ Y 15 t ha⁻¹ de forraje seco (materia seca).

La investigación de maíz forrajero se ha dedicado a incrementar la producción, valor energético y aumentar la producción en materia seca (MS) para lograr esto es necesaria la selección y mejora genética de híbridos. (Núñez, 1999).

La prueba de mestizos es un método que nos permite discriminar materiales sobresalientes en función de la aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica, dependiendo del tipo de probador que se utilice (Reyes, 1985) y de los objetivos de la mejora. Diversos autores (Marquez, Goodman, Lonquist 1949, Eberhart, hallauer, 1990) sugieren el uso de la población original como probador de las líneas derivadas de la misma, con el propósito de identificar aquellas que muestren una mayor ACG (Márquez, 1988).

El programa de mejoramiento genético de maíz de la UAAAN – UL, desde el año 2000 ha incorporado a su banco de germoplasma, variedades criollas de diferentes regiones del país, con el propósito de evaluarlos y de ser posible su utilización en el programa. Como resultado de este proceso, la colección Gómez Palacio fue seleccionada como un material prometedor el cual forma parte sustantiva del presente estudio.

Objetivos

1. Conocer el efecto promedio de los mestizos por su respuesta a diferente densidad.
2. Caracterizar los mestizos en cuanto a producción de forraje verde, materia seca y calidad de forraje.
3. Seleccionar las mejores familias de medios hermanos maternos (FMHM) en función de la aptitud combinatoria general de sus mestizos en la producción de forraje verde, materia seca y calidad de forraje.

Hipótesis.

Ho: Los mestizos se comportan estadísticamente igual a diferentes densidades.

H1: Los tratamientos difieren estadísticamente a diferente densidad.

Ho: No existe diferencia significativa en los tratamientos en cuanto al rendimiento de forraje verde, materia seca y calidad de forraje.

H1: Los mestizos difieren en cuanto al rendimiento de forraje verde, materia seca y calidad de forraje.

Metas.

- Seleccionar al menos el 20 por ciento de genotipos sobresalientes en rendimiento de forraje verde, materia seca y contenidos aceptables de fibra.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Germoplasma exótico

El mejoramiento de plantas se define como el arte y ciencia que permite explotar la herencia de las plantas (Poehlman,1983), dicho mejoramiento se practica desde que el hombre aprendió a seleccionarlas mejores plantas, por lo que la selección se convirtió en el primer método de mejoramiento, en los programas de mejoramiento es de suma importancia la utilización de poblaciones mejoradas para obtener de ellas líneas puras y de esto los híbridos; las poblaciones fuente deben ser mantenidas realizando selección y deben verificarse constantemente.

Las variedades exóticas de maíz pueden ser adaptadas mediante la selección a ambientes diferentes con pocos ciclos de selección; la selección avanzada puede conducir a la formación de variedades rendidoras (Vega 1975; Nava y Cervantes, 1991; Pérez *et al.* 2000).

En México se han descrito aproximadamente 49 razas de maíz, habiendo en cada una de ellas las llamadas variedades criollas, las cuales tienen un sin fin de caracteres genéticos que provocan su heterogeneidad, que son resultado de la manipulación de los campesinos, como el sembrar en un mismo campo diferentes tipos de grano para tener nuevas características; como mayor rendimiento así mejora su producción. Ya que el maíz tiene un sistema de

polinización abierta o cruzada de planta a planta, crea un flujo natural de genes que mantienen la diversidad, el constante flujo genético nos permite tener un control en de la endogamia, evitando que se den repercusiones negativas en las plantas como las mutaciones deletéreas (malas características genéticas) (Wellhausen E. j, L M. Hernández, 1951).

Ramírez (1997) indica que como cultivo forrajero el maíz tiene dos variantes, una es para ensilado en verde, actividad que es cada vez más usada debido a la comercialización de híbridos y variedades de maíz mejoradas en la zona. Como segunda actividad es utilizada como forraje molido, utilizando toda la planta una vez que a adquirido su madurez filológica.

La investigación en maíz forrajero se a impulsado a incrementar la producción de materia seca (MS) e incrementar el valor energético del mismo, haciendo más eficiente de MS por m³ de agua utilizado, (Núñez *et al.* 1999).

Selección Recurrente

Es considerado un método de selección muy efectiva ya que aprovecha los efectos aditivos, la selección recurrente de progenies en S₁ es utilizada principalmente para mejorar características agronómicas de herencia cuantitativa. Burton *et al.* (1971), compararon dos métodos de selección para la mejora poblacional (BSK) de maíz, selección recurrente usando líneas S₁ y

selección recurrente usando un probador, teniendo ganancias de 16.3 por ciento en líneas S_1 y 6.3 por ciento por medio de cruzas de prueba.

Hallauer y Eberthart (1979) consideran muy importante este método para mejorar a una población original y obtener líneas sobresalientes, híbridos y variedades sintéticas de manera sucesiva.

Moll y Stuber (1971) realizaron una comparación de la selección recurrente de hermanos completos (HC) y la selección recíproca recurrente en variedades de maíz, y encontraron que es mejor la selección recurrente para mejorar las poblaciones *per se*. Sin embargo la selección recíproca recurrente fue la mejor y la selección de hermanos completos para mejorar la craza varietal, mencionan que el mejoramiento interpoblacional comprende a la selección recíproca recurrente de medios hermanos (MH) y hermanos completos (HC) que han demostrado ser más efectivos para mejorar cruzas poblacionales, el mejoramiento poblacional permite generar variedades mejoradas de polinización libre, convenientes para los agricultores que no cuentan con la posibilidad de adquirir semillas híbridas (Hallauer y Miranda, 1981), además señalan que la selección entre progenies S_1 ha sido utilizada para mejorar varias características, mostrando siempre respuestas positivas y conduce por sí misma al mejoramiento de la mayoría de los caracteres.

La selección recurrente ha sido diseñada para mejorar las poblaciones base para su uso directo o como fuente de líneas endogámicas, buscando incrementar el comportamiento promedio de la población base, la frecuencia de genes favorables, así como el mantenimiento adecuado de la variabilidad genética permitiendo continuar con la selección; con el fin de derivar líneas con aptitud combinatoria (Hallauer y Miranda, 1981).

Genter (1971) menciona dos métodos para mejorar poblaciones, relacionándolos con la productividad de las líneas puras y la presión de endogamia, basándose en el rendimiento de las S_1 de variedades de maíz originales y sintéticas avanzadas. Encontrando menor presión endogamia en las líneas S_1 derivadas de las variedades sintéticas avanzadas que para las líneas que provienen de las variedades originales.

Selección Recurrente de Medios Hermanos

El mejoramiento de poblaciones de maíz por el método de medios hermanos (SRMH), ha sido efectivo para incrementar la frecuencia de alélos favorables de importancia económica. Estas poblaciones mejoradas son utilizadas comercialmente como variedades de polinización libre y en híbridos intervarietales, así como fuentes de líneas endocriadas (Lonnquist 1949, Eberhat et al, 1967, Hallauer 1990).

El mejoramiento de poblaciones por selección recurrente, puede ser inter o intrapoblacional, los métodos más comunes para intrapoblacional son masal y familiar, en cualquiera de sus variantes medios hermanos paternos o maternos, hermanos completos y auto hermanos (S_1 o S_0). En teoría los HC son más eficientes que MH, debido a que tiene mayor control parental, por lo que para HC la respuesta a la selección es de mayor magnitud; (Marquez, 1985, Hallauer y Miranda 1988)

Probadores

Márquez (1988) Al comienzo de la hibridación de maíz se antojo lógico que el probador para ACG fuera la población misma de donde se derivaron las líneas. Quizá por eso las cruzas que en esas épocas pioneras se realizaron entre las líneas y los probadores se les llamo *Top crosses* (mestizos), esto ha de ver sido porque al cruzar las líneas (de bajo rendimiento, vigor, altura, etc.) con la población de cual provenían se mejoraba la progenie, lo que esta implícito en la acepción del término mestizo. Posteriormente fueron diversificándose las fuentes de líneas y consecuentemente los tipos de probadores.

Top-cross (mestizo) cuando en la crusa de prueba se usa un probador de amplia base genética, como son las poblaciones heterocigotos, sintéticos o cruzas dobles (Jenkins, 1940 y Hull, 1945).

Test-cross, cuando en una cruce de prueba se usa un probador de reducida base genética como una línea o una cruce simple (Chávez, 1994).

Posteriormente fueron diversificándose las fuentes de líneas y consecuentemente los tipos de probadores, al tenerse varios ya no era posible recurrir a una población original, se pensó en usar uno que fuera un probador universal de amplia base genética para que aportara en la formación de los mestizos la mayor cantidad de gametos posibles. Sin embargo muy pronto se vio que la diversidad podía alcanzar al germoplasma no emparentado e incluso se observó que había tendencia a tenerse mayor grado de heterosis en cruzamientos de material local con exótico, complicando aun más la elección de un probador para ACG que cubriera tan amplios rangos de variación genética entre las fuentes de las líneas.

Aptitud combinatoria.

Márquez (1988) y Gutiérrez (2002) mencionan que el término aptitud combinatoria, significa la capacidad de un individuo o de una población para combinarse con otros, dicha capacidad se mide por medio de su progenie y debe determinarse no solo en un individuo de la población sino en varios, con la finalidad de poder seleccionar los cruzamientos más adecuados para seleccionar los Híbridos comerciales.

Aptitud combinatoria general (ACG)

Jungenheimer (1985) menciona que la ACG es el desempeño promedio de una línea pura en algunas combinaciones híbridas, la ACG proporciona información sobre que las líneas puras deben producir mejores híbridos cuando se cruzan con otras líneas.

Matzinger (1963) menciona que la aptitud combinatoria general (ACG) esta relacionada con los genes de efectos aditivos y/o no aditivos, mientras que la aptitud combinatoria específica consiste en los efectos de dominancia.

Sprague y Tatum (1942) emplean el término de ACG, para designar el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas a través de sus cruzamientos con un conjunto de líneas diferentes.

Chávez (1994) menciona que la aptitud combinatoria general, es el efecto promedio que una cruce causa a sus cruces, medido cuando la desviación de la media general; es decir, lo que una línea hereda a sus progenitores en promedio de muchas cruces.

Aptitud combinatoria específica (ACE)

Jungenheimer (1985) señala que la ACE es el desempeño individual de una línea pura en combinación híbrida específica.

Sprague y Tatum (1942) señalan al término de actitud combinatoria específica (ACE) como los casos en los cuales ciertas combinaciones lo hacen mejor ó peor de lo que se podía esperar sobre la base del comportamiento promedio de las líneas involucradas, la ACE es el rendimiento relativo de cada cruce específica.

Forraje

Cantú (2003) menciona que se considera como alimento vegetal para los animales y se define como cualquier parte comestible, no dañina de una planta, que tiene un valor nutritivo para los animales, (Huss y Aguirre, 1979), en este termino no se incluyen las semillas ni granos cuando estos son suministrados como alimento por separado de la planta madre.

Calidad de Forraje

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

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

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

La calidad del forraje también tiene que ver con el valor nutritivo, clasificado por los nutriólogos y agrónomos en tres componentes generales, digestibilidad, consumo de alimento y eficiencia de energía.

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

La disminución en la calidad del forraje conforme la planta madura se ve acelerada por las condiciones calidas y húmedas. No obstante el rendimiento del cultivo (kg ha^{-1}) se acumula con el tiempo y la calidad disminuye

ocasionando que el rendimiento máximo del forraje utilizable y digerible (MS) se presente antes que el rendimiento total (Van Soest, 1994).

Contenido de Fibras

Van Soest (1996) define a la fibra como el material estructural en las plantas resistentes a la acción de las enzimas digestivas de los animales; que son digeridas por los microorganismos del rumen animal.

Fibra Detergente Neutra es la porción no soluble del forraje que contiene a la celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice y es mencionado comúnmente como la fracción de la pared celular, la fibra neutra detergente (FDN) esta en correlación negativa con el consumo de materia seca, cuanto mayor es la FDN, el animal consume menos forraje (Herrera, 1999).

La FDN aumenta con el avance de madurez del forraje. Utilizando la FDN se puede lograr una mejor predicción del consumo del forraje, por lo tanto, raciones mejor formuladas (González, 1995). El tiempo de consumo se incrementa, la digestibilidad de los nutrientes puede disminuir porque una porción pasa más rápido y directo al tracto digestivo (Patton 1996). Esto ocurre porque las partículas de comida son de tamaño pequeño además tienen forma de pelets y son triturados o molidos por el animal, la digestibilidad, especialmente de los componentes de la pared celular disminuye cuando los forrajes son triturados o peletizados, en conjunto con la molienda incrementan

generalmente el consumo de materia seca, pero reduciendo la digestibilidad de los nutrientes individuales.

La parte soluble de FDN esta compuesta por lípidos, azúcares, ácidos orgánicos, proteínas, pectinas y otros minerales solubles en agua, que son completamente digeribles; la concentración de fibra en rastrojo de maíz es alta, como en la mayoría de las especies C₄ de climas calurosos (Buxton *et al.* 1996).

Cantú en el 2000 cita a (Nelson y Moser, 1994), haciendo mención que la temperatura tiene un efecto importante en la calidad del forraje, los materiales depositados en bajas temperaturas, tienen menor contenido de lignina y por consiguiente se eleva la digestibilidad mientras que en altas temperaturas la lignina se incrementa notablemente causando que el forraje producido sea de menor digestibilidad. El contenido de fibras de la planta total y en especial la FDN de la planta sin elote ha sido considerado igual de importante que el contenido de grano en la calidad de forraje (Peña *et al.*, 2003).

Widdicombe *et al.* (2002); Rodríguez *et al.* (1999) mencionan que el contenido de grano en el forraje aumenta la palatabilidad, el nivel de energía neta de lactancia y el contenido de fibras. Wolf *et al.*, (1993) menciona que existen variabilidad en el contenido de FDN en hojas y tallos, con valores de 57.9 a 65 por ciento y de 30 a 60 por ciento del total, algunos autores comentan que las variaciones en la digestibilidad de la fibra fluctúan de 24.8 a 61.5 por

ciento en híbridos, (Weiss, 1998); lo que indica que los híbridos con la misma concentración de fibra neutra detergente pueden tener valores de energía neta de lactancia diferente debido a que la digestibilidad de FDN no es la misma (Núñez, 2003).

Fibra Detergente Ácida. Es el residuo insoluble de un forraje y contiene celulosa, lignina, cutina, nitrógeno, y sílice que están unidos a la fibra; la FDA es la porción que queda después del tratamiento con detergente ácido e incluye la celulosa, lignina y sílice (Hollard y Kezear, 1990).

La Fibra Detergente Ácida y la lignina son frecuentemente empleados con el propósito de valor energético de los forrajes (Van Soest, 1996) debido a que representan a los componentes menos digeribles de las paredes de la célula (Peña *et al.* 2003)

Cantú (2003) menciona que la fibra detergente ácida es la fracción de la pared celular del forraje más comúnmente aislada y reportada. Esto puede ser la determinación más importante del análisis del forraje. La FDA es la porción que queda después de un tratamiento con un detergente bajo condiciones ácidas, incluye a la lignina, celulosa y sílice. Además es importante por lo que ha mostrado estar en correlación negativa con la digestibilidad del forraje administrado.

Cuando la FDA aumenta, el forraje es menos comestible. La FDA es mal interpretada algunas veces como indicativo del contenido de ácido de forrajes

fermentados, el termino FDA no tiene nada que ver con el contenido de ácido de un forraje, el nombre deriva del procedimiento utilizado para determinar el contenido de celulosa y lignina. El requerimiento de FDA para los Bovinos productoras en verano debe ser con un porcentaje de 28 a 32 por ciento y los mismos para las de invierno, para las bajas productoras y vaquillas se manejan valores arriba de 34 por ciento sin llegar a 43 por ciento que es de pésima calidad (González, 1995).

Peña *et al.* (2003) realizó estudios sobre la calidad de FDA en forrajes de maíz teniendo resultados y concluyendo que la variabilidad oscila entre 29.5 y 40.4 por ciento.

Cox *et al.* 1994 y (Peña *et al.* 2002 indican que las variaciones pueden utilizarse como indicadores de la calidad del forraje para el maíz. (Buxton *et al.* 1996) menciona que la disminución de la concentración de fibras del forraje y aumentar la digestibilidad de las fibras puede incrementar la ingestión de materia seca (MS) y el desarrollo del animal.

En estudios realizados por DePeters *et al.* (1989) menciona que la mayoría de los productores cosechan los forrajes en invierno en un estado de lechoso masoso con el propósito de tener mayor producción, pero desafortunadamente es en este estado cuando el contenido de PC y la digestibilidad de la fibra son más bajos y el pico de producción de materia seca se ha pasado.

Van Soest y Mertens (1977) realizan un estudio determinado que la FDN y FDA están íntimamente relacionados con el consumo y digestibilidad del forraje y por consiguiente con la producción en los animales, a mayor contenido de FDN es menor consumo y a mayor contenido de FDA es menor la digestibilidad del forraje.

González, (1995) clasifica los forrajes dependiendo de los porcentajes de fibra neutra y ácida detergente de la siguiente forma:

Clasificación	Fibra detergente	Fibra detergente
	ácido(%)	neutro(%)
Excelente	< 31	< 40
Bueno	31 – 35	40 – 46
Regular	36 – 40	47 – 53
Malo	41 – 42	54 – 60
Pésimo	43 – 45	61 – 65

Herrera, (1999), establece dos criterios de calidad para forrajes de acuerdo al contenido de fibras:

Concepto	Fibra detergente ácido	Fibra detergente
	(%)	neutro(%)
Alta calidad	25 a 32 %	40 a 52 %
Baja calidad	> de 35 %	> de 60 %

III. MATERIALES Y METODOS

Ubicación Geográfica

El trabajo se realizó en el campo experimental de la UAAAN-UL, en Torreón Coahuila, en la Comarca Lagunera localizada en los 24°30" y 27° latitud norte y a 102°40" longitud oeste con una altura de 1,120 msnm, con temperatura media anual de 23° C y una máxima de 36° C.

Material Genético

Formación del material genético. En verano del 2004 en un lote de polinización libre se escogieron al azar 100 mazorcas de la población criolla Gómez Palacio. Cada mazorca representó a una familia de medios hermanos maternos (FMHM) las cuales fueron cosechadas y desgranadas por separado. En primavera del 2005 se sembraron las 100 FMHM bajo un sistema de mazorca por surco en bloques de 25 familias. El contorno del experimento se sembró con la variedad original Gómez Palacio la cual se utilizó como probador. Previo al momento de la aparición de estigmas se cubrieron con glacies cinco jilotes en 24 FMHM y, al momento de floración se polinizaron con la variedad original, formando con ello los mestizos respectivos. Al final del ciclo las mazorcas de cada mestizo se cosecharon por separado.

Evaluación de mestizos. En verano del 2005 se evaluaron los 24 mestizos más la población original en dos densidades de población. Las densidades fueron de 57 mil (D1) y 78 mil (D2) plantas por hectáreas. El diseño fue en bloques al azar con dos repeticiones en un arreglo en parcelas divididas. En la parcela principal se ubicaron las densidades y en las subparcelas los genotipos. Previa preparación del terreno, la siembra se realizó el 22 de Agosto, de forma manual y en seco. La parcela experimental constó de un surco de 3 m lineales y con un espaciamiento entre surcos de 0.75m. Al momento de la siembra se depositaron tres semillas cada 0.25 m y 0.17 m para D1 y D2 respectivamente.

Manejo de cultivo

Riegos. Se utilizó el sistema de riego por cintilla. El primer riego para promover la germinación de la semilla se aplicó en tres períodos de 12 hr, alternados cada 12 hr para una lámina total de 6.3 cm. Posteriormente los riegos se aplicaron cada semana por un periodo de 24 horas. En total se aplicaron 12 riegos para lograr una lámina de 64.51 cm, en todo el ciclo del cultivo.

Fertilización. Se aplicó una dosis de fertilización de 200-100-50 unidades de N (fosfonitrato), P (ácido fosforito) y K (Nitrato de potasio), respectivamente distribuidos en nueve riegos en un tiempo de inyección determinado mediante el uso de venturi.

Control de maleza. Para el control de maleza de hoja ancha se aplicó Agrester 2-4-D a una dosis de 2 L Ha^{-1} en 200 litros de agua el día 07 de septiembre. El producto se aplicó con un aspersor Adenipse con motor y aguilon de 4 salidas usando boquillas "Teejet dy guardián" de deriva No.80013 con filtros de 50 mayas a presión de 40 libras por pulgada cuadrada. A los 40 días después de la siembra se aplicó 2-4 D amina (Hierbamina) una dosis de 1 L ha^{-1} en 200 L de agua.

Aclareo. Se realizó **20 días** después de la siembra dejando una planta cada 0.25 m para la densidad de 57 mil plantas y 0.17 m para la de 78 mil plantas.

Control de plagas. Se aplicó Clorpirifos (KMOKER 480) para el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), diabrotica (*Diabrotica balteata*) y mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) a una dosis de 350 ml ha^{-1} en 200 L de agua. Además para control de araña roja (*Tetranychus spp*) se aplicó Avamectina (Tetrazan) a una dosis de 240 ml ha^{-1} aplicados en 200 L de agua.

Variables Agronómicas

Floración Femenina (FF). Se estimó en días a partir de la siembra y hasta el momento en que el 75 por ciento de las plantas de la parcela presentaron la exposición de los estigmas.

Floración Masculina (FM). Se estimó en días después de la siembra y hasta que el 75 por ciento de las plantas de la parcela experimental presentaron la exposición de las anteras en la espiga.

Altura de Planta (AP). Se cuantificó en metros a los 67 después de la siembra (DDS) en tres plantas con competencia completa por parcela para ambas densidades.

Altura de Mazorca (AM). Se expresó en metros a los 67 días después de la siembra se tomaron de tres plantas con competencia completa por parcela para ambas densidades.

Rendimiento de Forraje Verde (RFV). Se tomó el peso total de 3 plantas en competencia completa. El peso de cada parcela se expresó en $t\ ha^{-1}$ en ambas densidades.

Rendimiento de Elote (RE). Esta variable se cuantificó en tres plantas muestreadas expresándose en $t\ ha^{-1}$ para ambas densidades.

Índice de Elote (IE). Se estimó como la proporción del rendimiento de elote (RE) del rendimiento de forraje verde (RFV).

$$IE = RE/RFV.$$

Donde: RE = Rendimiento de Elote

RFV = Rendimiento de Forraje Verde.

Rendimiento de Materia Seca (MS). Se trituraron las tres plantas con las que se estimó el (RFV) tomándose una muestra de 500 g. La muestra se deshidrató a peso constante en estufas de aire forzado a 72 °C. La muestra seca se pesó y se estimó el porcentaje de materia seca el cual se multiplicó por el (RFV) para estimar el rendimiento de materia seca en t ha⁻¹.

Determinación fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA).

- A) Se pesó aproximadamente 0.5 g. de muestra y se depositó en una bolsa de papel filtro y posteriormente sellada con un sellador térmico.

- B) Se agregaron 2 L de solución más 20 g de sulfato de sodio anhidro (Na₂SO₄) y 4 ml de amilasa para la FND) se colocaron las bolsas con la muestra en un analizador de fibras AMKON TECHNOLOGY. Por un tiempo de 2 horas a una temperatura de 100°C±1.

- C) Posteriormente se dreno la solución y se enjuagó con agua destilada repitiéndose tres veces el proceso.
- D) Después del enjuague, la muestra se colocó en 500 ml de acetona por 5 minutos con la finalidad de eliminar probables residuos de las soluciones utilizadas.
- E) Se dejó la muestra expuesta al ambiente por un tiempo de 45 minutos para evaporar la acetona, pasando este intervalo de tiempos e llevo a una estufa por 24 h a una temperatura de $100^{\circ}\text{C}\pm 1$.
- F) Pasadas las 24 h se pesaron y con el dato obtenido se procedió a determinar el porcentaje de FAD y FND con la fórmula.

$$\%F = \frac{WAM - WB}{WM} \cdot 100.$$

donde: %F: cálculo del por ciento de FDN, WAM: peso final de la muestra analizada, WB: peso de la bolsa, WM: peso de la muestra.

Nota: las muestras fueron analizadas en grupos de 24 a la vez, debido a la capacidad del aparato analizador de fibra ANKOM TECHNOLOGY.

Análisis estadístico. La forma del análisis estadístico se realizó bajo el modelo siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + D_{(i)} + DxR_{(i,k)} + M_{(j)} + DxM_{(i,j)} + \varepsilon_{ijk}$$

Para: $i = 1, 2, \dots, d$; $j = 1, 2, \dots, M$; $k = 1, 2, \dots, r$.

donde: μ = es la media general, D = es el efecto de las densidades, DxR = es el efecto de la interacción de densidades por las repeticiones (Error de la parcela principal), M = el efecto de los mestizos, DxM = el efecto de la interacción de la densidad por los mestizos, ε = el efecto del error experimental.

Para la separación de medias se utilizó el modelo estadístico de la diferencia mínima significativa (DMS):

$$DMS = t_{\alpha(0.05)} (2 CME/r)^{1/2}$$

donde: $t_{\alpha(0.05)}$ es el valor de las tablas al 5% de probabilidad, CME es el cuadrado medio del error experimental y r es el numero de las repeticiones.

Correlación

Se estimó el coeficiente de correlación de las variables estudiadas.

IV. RESULTADOS

En el Cuadro 4.1 se presentan los resultados del análisis de varianza de la evaluación de 25 genotipos en dos densidades de población.

Para la fuente de variación densidades (D) se observaron diferencias altamente significativas para las variables floración masculina (FM), femenina (FF), altura de planta (AP), rendimiento de forraje (RFV), rendimiento de elote (RE), materia seca (MS) y fibra ácido detergente (FAD), y significativas para índice de elote (IE), el resto de las variables no fue significativo. Lo anterior implica que las densidades tienen un efecto en la expresión de dichas variables, lo cual se aprecia en el cuadro 4.2, donde la densidad a 78 mil plantas/ha (D2) indujo un mayor número de días a floración tanto masculina como femenina, mayor altura de planta (AP), mayor producción de forraje verde (RFV), de elote (RE) y materia seca (MS), además incrementó el porcentaje de fibra ácido detergente. Resultados semejantes se encontraron para materia seca lo cual coincide con Cusicanqui y Lauer (1999) al obtener incrementos de 1.7 a 4.7 tha^{-1} al incrementar la población de 44,500 a 104,000 plantas/ha. Así mismo Widdicombe y Thelen (2002) reportan ganancias en materia seca de 1.6 tha^{-1} al incrementar la densidad de 64,200 a 88,900 plantas ha^{-1} . Recientemente Peña *et al.* (2006), observaron una respuesta lineal positiva entre producción de materia seca y densidad de población, incrementándose 2.25 t ha^{-1} por cada 20 mil plantas ha^{-1} de aumento.

La FDA se incrementó significativamente con la densidad, donde a 78 mil plantas ha^{-1} (D2), superó en 12.3% a la densidad D1 a 53 mil plantas ha^{-1} (Cuadro 2), lo cual coincide con Widdicombe y Thelen (2002) quienes encontraron incrementos lineales en fibra detergente ácida y neutra, y decrementos en el contenido de proteína con el incremento de población.

Respecto a la fuente de variación mestizos (M), se detectaron diferencias altamente significativas para las variables Floración masculina (FM), altura de planta (AP) y mazorca (AM), índice de elote (IE) y fibra ácido detergente (FAD); diferencias significativas para floración femenina (FF), rendimiento de elote (RE) y fibra neutro detergente (FND), y no significativo para rendimiento de forraje verde (RFV) y materia seca (MS).

De acuerdo a lo anterior, se infiere que los mestizos difieren en sus características agromorfológicas (floración y, altura de planta y mazorca), contenido de fibras y rendimiento e índice de elote, no así para las variables RFV y MS donde los genotipos en promedio fueron similares.

Floración masculina y femenina, además del contenido de fibras ácido y neutro detergente, interaccionaron significativamente con densidades, el resto de las variables el efecto fue no significativo. Lo anterior indica que los mestizos se mantienen estables en producción (RFV, MS, RE, IE) en tanto que el contenido de fibras varía con la densidad (Cusicanqui y Lauer, 1999; Widdicombe y Thelen, 2002; Peña et al. 2006).

Cuadro 4.1. Significancia de cuadrados medios de 10 variables cuantificadas en 25 mestizos.

							CV
FV†	R	D	DxR	M	DxM	Error	(%)
gl	1	1	1	24	24	48	
Variable							
FM	19.4**	125.4**	6.8**	2.7**	3.3**	0.66	1.3
FF	57.8**	125.4**	0.16ns	2.4*	2.6**	1.16	1.6
AP	0.09ns	0.6**	0.003ns	0.15**	0.06ns	0.09	10.01
AM	0.077ns	0.06ns	0.033ns	0.07**	0.02ns	0.03	13.06
RFV	603.09**	8196.4**	292.27ns	156.7ns	164.64ns	202.91	17.55
RE	94.78ns	1425.9**	123.60ns	154.9*	38.32ns	87.69	29.8
IE	0.001ns	0.03*	0.005ns	0.01**	0.008ns	0.006	20.4
MS	56.46**	121.88**	0.1324ns	6.90 ns	5.94ns	9.48	22.31
FND	315.06**	3797.8**	423.45**	34.11*	44.94*	20.88	8.79
FAD	0.81	0.55	2.47	5.55**	9.91**	0.89	2.31

*, **; Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. † FV=Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; FM=Floración masculina, FF=Floración femenina, AP=Altura de planta, AM=Altura de mazorca, RFV=Rendimiento de forraje verde, PE=Peso de elote, RE=Rendimiento de elote, MS=Materia seca, FDN=Fibra detergente neutro, FDA=Fibra detergente ácida.

Cuadro 4.2. Valores medios de dos densidades de 24 mestizos evaluados.

D†	FM	FF	AP	AM	RFV	RE	IE	MS	FDN	FDA
D1	62.06b*	64.96b	3.01 ^a	1.43a	72.1b	27.7b	0.37	12.7b	45.8b	41.1
D2	64.30a	67.20a	2.85b	1.37a	90.2a	35.2a	0.40	14.9a	58.1a	40.9
Media	63.18	66.08	2.93	1.4	81.15	31.45	0.385	13.8	51.95	41.0

* Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente al 5% de probabilidad. † FV=Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; FM=Floración masculina, FF=Floración femenina, AP=Altura de planta, AM=Altura de mazorca, RFV=Rendimiento de forraje verde, PE=Peso de elote, RE=Rendimiento de elote, MS=Materia seca, FDN=Fibra detergente neutro, FDA=Fibra detergente ácida.

En el cuadro 4.3 se presentan los valores promedio de diez variables medidas en 24 mestizos y su testigo la variedad criolla Gómez Palacio.

Floración Masculina (FM)

El testigo (T) y el mestizo M21 fueron significativamente más tardíos que el resto con 65 días a la aparición de las espigas. Los mestizos M1 y M2 en cambio fueron los más precoces con 61.7 y 62.7 días respectivamente. En promedio la floración se presentó a los 63 días después de la siembra, con un intervalo de 3.3 días Cuadro 4.3.

Floración Femenina (FF).

La aparición de los estigmas en promedio se presentó a los 66.1 días después de la siembra. Aún cuando el intervalo fue reducido, el probador (T) y el mestizo M21 fueron significativamente los más tardíos con 68 días respectivamente, en tanto que los más precoces fueron M1, M2, M4, M5 y M16 con 65 días.

Altura de Planta (AP).

Se observó un intervalo de 0.8 m donde la mayor altura correspondió al mestizo M22 con 3.3 m significativamente igual a 17 mestizos más alturas de 2.8 a 3.1 m respectivamente. En contraste el testigo mostró la menor altura con 2.5 m inferior estadísticamente a la altura promedio de 2.9 m.

Altura de Mazorca (AM).

Los mestizos M6 y M7 registraron la mayor altura de mazorca con 1.6 m significativamente igual a 21 mestizos con alturas de 1.3 a 1.5 m respectivamente. El mestizo con menor altura de mazorca fue M8 con 1.1 m estadísticamente igual a M10, M11 y el Testigo con 1.2 m. La altura media de mestizos y el testigo fue de 1.4 m y donde la posición media de mazorca fue de 48% de la altura total. La mejor relación AM/AP correspondió a M8 con 0.41 lo cual es importante para la tolerancia al acame (Thompson, 1972; García y Watson, 2003).

Rendimiento de Forraje Verde (RFV).

Aún cuando no se presentaron diferencias significativas, la magnitud del intervalo registró una amplitud de 23.5 t ha^{-1} con una desviación estándar (DE) de 6.2 t ha^{-1} . El mestizo M6 registró la mayor producción con 95.4 t ha^{-1} y considerando una DE comparte el lugar con otros cuatro genotipos (M1, M2, M3 y M11). El genotipo M12 presentó la menor producción con 71.8 t ha^{-1} inferior a la media general y 10 t ha^{-1} inferior al testigo.

Rendimiento de Elote (RE).

En rendimiento de elote (RE) se observó diferencias estadísticas donde la magnitud del intervalo fue de 26.8 t ha^{-1} suficientemente amplia para analizar los datos.

Los mestizos con mayor producción fueron M1 y M22 con 50.8 y 44.6 t ha⁻¹, muy superior a la media (31.4 t ha⁻¹), al testigo (34.2 t ha⁻¹) y a la producción media nacional con 12.54 t ha⁻¹, (SAGARPA, 1997, 2001).

Índice de Elote (IE).

En esta variable se observaron diferencias altamente significativas para la fuente de variación mestizos donde M1 presentó el mayor índice con 56% estadísticamente igual al M24 con 53%, superior al resto, incluyendo al testigo con 42% y a la media general (38%). Comparativamente, González et al. (2005) encontraron porcentajes de elote de 41.8% a 39.6% al evaluar maíces de 60 mil a 100 mil plantas ha⁻¹.

Materia Seca (MS).

Al igual que para RFV, en esta variable no hubo diferencias significativas para interacción de repetición-densidad, mestizo y la interacción mestizo-densidad, sin embargo, el intervalo fue de 5.3 t ha⁻¹, con un valor medio de 14.2 t ha⁻¹ y el valor máximo de 17.1 t ha⁻¹ el cual correspondió al M6 y que junto con M11 superan en una Desviación Estándar (1.3) al resto de los materiales, incluyendo al testigo el cual registró un rendimiento de 15.6 t ha⁻¹. Los resultados en promedio no discrepan con lo reportado por Reta *et al.* (1999) para la Comarca Lagunera, donde en promedio se obtienen 14 t ha⁻¹

considerando que existe potencial para producir 20 t ha⁻¹, lo cual supera a lo encontrado en el presente trabajo.

Fibra Detergente Neutra (FDN).

En la variable se presentaron diferencias significativas para mestizo y la interacción de mestizo-densidad. Los mestizos con mayor porcentaje de FDN fueron el M11 y M17 con 57.8%, estadísticamente igual a 18 materiales más, en tanto que los mestizos M8, M15, M21 y M25 presentaron los porcentajes más bajos con 48.6, 46.8, 49.9 y 45.3 respectivamente. El rango de FDN en los genotipos evaluados osciló de 45.3 a 57.8 por ciento (Cuadro 4.3) lo que se aproxima a los valores encontrados por Wolf *et al*, (1993) de 30 a 60%; otros autores afirman que el porcentaje de FDN oscilan entre 24.8 y 61.5%. De acuerdo a la clasificación de González (1995) los genotipos se ubican de "Buenos" a "Malos" y de acuerdo a Herrera (1999) de alta calidad aquellos que se encuentran en el rango de 40 a 52%. De acuerdo a González (1995), solo uno de los 25 (4%) de los genotipos son de buena calidad, 64% de regular calidad y 32% de mala calidad.

Fibra Detergente Acida (FDA).

Para esta variable las fuentes de variación mestizos y la interacción mestizo-densidad fueron altamente significativas. Donde M17 el mestizo que presentó mayor porcentaje de FDA (43.5%) estadísticamente igual a M12, M14

y M15 con 42.7, 42.1 y 42.0 respectivamente. En contraste los mestizos M1, M8 y el Testigo (T) presentaron los porcentaje más bajos con 39.9, 38.8 y 39.2 respectivamente.

El contenido de FDA de los mestizos osciló de 38.8 a 43.5 porciento (Cuadro 4.3), lo cual es indicativo de la variabilidad de los materiales, estos valores no discrepan con lo encontrado por Peña et al. (2003) en maíz con valores de 29.5 a 40.4%. Los porcentajes encontrados en el presente estudio pueden clasificarse de "regular a pésimos", de acuerdo a González (1995) que establece un rango óptimo de 28 a 32% con límites no mayores a 43%. De acuerdo a lo anterior solo nueve genotipos (Cuadro 4.3) de los 25 evaluados pueden considerarse regulares, 14 como malos y 2 como pésimos con porcentajes superiores a 43%. Los mestizos mejor clasificados fueron M1, M8 y el testigo.

Cuadro 4.3. Valores medios de diez variables medidas en 24 mestizos y su probador (T) de amplia base genética.

Mestizo	FM	FF	AP	AM	RFV	RE	IE	MS	FDN	FDA
M1	61.7	65	2.9	1.4	86.6	50.8	0.56	14.1	52.0	39.9
M2	62.7	65	3.3	1.5	90.1	35.4	0.39	14.8	50.7	40.8
M3	63.7	67	3.2	1.5	84.5	33.2	0.39	14.2	51.9	40.0
M4	62.7	65	3.0	1.4	80.4	24.0	0.30	13.4	50.5	40.9
M5	62.7	65	2.6	1.3	75.6	28.3	0.37	13.5	54.0	40.0
M6	62.7	66	3.2	1.6	95.4	35.2	0.37	17.1	51.3	40.8
M7	63.2	67	3.1	1.6	82.6	29.8	0.37	14.6	54.1	40.3
M8	62.2	66	2.7	1.1	76.7	30.0	0.39	12.9	48.6	38.8
M9	62.2	66	3.0	1.4	81.8	30.1	0.37	13.0	53.3	40.8
M10	63.5	66	3.0	1.2	71.9	28.9	0.40	13.0	50.4	41.4
M11	63.2	66	3.0	1.2	94.6	33.7	0.36	16.5	57.8	40.5
M12	62.2	66	3.0	1.5	71.8	24.2	0.34	11.8	51.6	42.7
M13	63.0	66	2.9	1.5	80.2	26.9	0.34	13.1	52.7	40.8
M14	62.2	66	3.0	1.5	83.7	31.9	0.38	14.9	51.5	42.1
M15	63.2	66	3.1	1.5	80.5	31.9	0.40	13.2	46.8	42.0
M16	62.7	65	2.8	1.4	81.9	27.6	0.34	13.9	53.2	41.4
M17	63.5	66	2.7	1.4	80.8	25.9	0.33	12.4	57.8	43.5
M18	62.7	66	3.0	1.5	76.4	24.4	0.36	13.6	53.7	40.6
M19	63.7	67	3.1	1.5	84.0	36.4	0.43	14.1	52.7	41.8
M20	63.7	66	2.9	1.4	74.1	24.5	0.33	12.7	52.0	40.5
M21	65.0	68	3.1	1.4	77.1	28.5	0.37	13.6	49.9	40.4
M22	63.0	66	2.7	1.3	75.2	44.6	0.43	12.2	56.5	40.1
M23	64.3	67	2.9	1.4	80.2	30.3	0.35	14.9	50.5	43.6
M24	64.0	67	2.7	1.3	73.8	34.4	0.53	12.3	50.3	41.9
25(T)	65.0	68	2.5	1.2	81.6	34.2	0.42	15.6	45.3	39.2
Media	63.1	66.1	2.9	1.4	80.9	31.4	0.38	14.2	52.0	41.0
DMS(5%)	1.3	1.7	0.5	0.3	22.8	15.0	0.1	4.9	7.3	1.5

† FV=Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; FM=Floración masculina, FF=Floración femenina, AP=Altura de planta, AM=Altura de mazorca, RFV=Rendimiento de forraje verde, PE=Peso de elote, RE=Rendimiento de elote, MS=Materia seca, FDN=Fibra detergente neutro, FDA=Fibra detergente ácida.

Correlación

En el Cuadro 4.4 se presentan los valores del coeficiente de correlación de las variables en estudio, donde se observan valores altos, positivos y significativos entre las siguientes variables: FM y FF, AP y AM, RE y IE, con 0.8, 0.66 y 0.81 respectivamente. Cabe resaltar la correlación entre AP y RFV con un valor de 0.45 y, de FF y FM con MS con una magnitud de 0.40. La correlación entre MS y FDA aunque baja fue significativa y negativa (-0.39) indica que el incremento en MS conlleva una reducción del contenido de la fibra, lo cual coincide con Reta et al (2003) y Peña *et al.* (2003).

Cuadro 4.4. Correlación de las variables evaluadas.

	FM†	FF	AP	AM	RFV	RE	IE	MS	FND	FDA
FM		0.80**	-0.14	-0.17	-0.16	-0.13	-0.01	0.40*	-0.27	0.08
FF			-0.04	-0.04	-0.12	-0.02	0.13	0.40*	-0.31	-0.01
AP				0.66**	0.45**	-0.02	-0.17	-0.19	-0.02	0.14
AM					0.29	-0.09	-0.20	-0.17	0.10	0.34
RFV						0.39*	0.03	0.43*	-0.11	0.17
RE							0.81**	0.20	-0.28	0.02
IE								0.08	-0.21	-0.20
MS									-0.32	-0.39*
FND										0.16
FAD										

† FM=Floración masculina, FF=Floración femenina, AP=Altura de planta, AM=Altura de mazorca, RFV=Rendimiento de forraje verde, PE=Peso de elote, RE=Rendimiento de elote, MS=Materia seca, FDN=Fibra detergente neutro, FDA=Fibra detergente ácida.

V. CONCLUSIONES

- La densidad alta con 70 mil, plantas ha^{-1} produjo mayor rendimiento de forraje verde y materia seca pero se incremento el porcentaje de la fibra.
- Los mestizos difieren en cuanto a RFV, MS y Calidad de Fibras a densidades diferentes.
- En cuanto al rendimiento de forraje verde, materia seca y calidad de fibras solo nueve de 24 mestizos, obtuvieron los mejores resultados junto con el testigo (M1, M2, M3, M6, M11, M12, M14, 15, M17).
- El testigo (Población original Gómez Palacio), mostró los valores más altos en cuanto a producción de forraje verde, rendimiento de elote, materia seca y calidad de fibras, así como disminución en altura de planta y mazorca respectivamente, pero siendo más tardío en cuanto a floración tanto masculina como femenina.

VI. RESUMEN

El trabajo se realizó en el campo experimental de la UAAAN-UL, en Torreón Coahuila, en la Comarca Lagunera, con el objeto de evaluar y seleccionar un grupo de mestizos por su producción y calidad forrajera. En primavera del 2004 se formaron 24 mestizos y en verano del 2005 se realizó la evaluación. Se evaluaron los 24 mestizos más la población original en dos densidades de población. Las densidades fueron de 57 mil y 78 mil plantas por hectáreas. El diseño fue en bloques al azar con dos repeticiones en un arreglo en parcelas divididas. En la parcela principal se ubicaron las densidades y en las subparcelas los genotipos. La siembra se realizó el 22 de agosto, de forma manual y en seco. Las variables agronómicas evaluadas fueron: Floración masculina (FM) y Femenina (FF), Altura de planta (AP) y Mazorca (AM), Rendimiento de Forraje Verde (RFV), Índice de Elote (IE), Materia Seca (MS), fibra Detergente Acida (FDA) y Neutra (FDN). La densidad con 78 mil, plantas ha⁻¹ produjo mayor rendimiento de forraje verde y materia seca pero se incremento el porcentaje de la fibra. Los mestizos difieren en cuanto a RFV, MS y Calidad de Fibras a densidades diferentes. En cuanto al rendimiento de forraje verde, materia seca y calidad de fibras solo nueve de 24 mestizos, obtuvieron los mejores resultados junto con el testigo (M1, M2, M3, M6, M11, M12, M14, 15, M17). El testigo (Población original), mostró los valores más altos en cuanto a producción de forraje verde, rendimiento de elote, materia seca y calidad de fibras, así como disminución en altura de planta y mazorca respectivamente, pero siendo más tardío en cuanto a floración tanto masculina como femenina.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Bommer D F R 1991. The historial development of international collaboration in plant genetic resources in: Th. J. L. Van Hintun, L. Frese, and P. M. edit. Perrerr Searching for new Concepts for Collaboratives Genetic Resources Management: Papers of the EUCARPIA/IBPGR Symposium. International Board for Plant Genetic Resources 3 – 12 P.
- Buxton D R, D. Redfearn, H Jung and D Mertens 1996. Improving forage quality related characteristics of corn. Us dairy forage Research center, information Conference whit Dairy and forage Industries. 23 – 28 P.
- Cantú B J E. 2003 Principios de Bromatología animal. Quinta Edición. Torreón Coahuila. México. 23-28 P.
- Cox W J, J H Cherney, D J Cherney and W D Pardee. 1994. Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. J. Agro 88: 277 -282 P.
- Cusicanqui J A, J G Lauer (1999) Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. J. Agro. 91: 911-915 P.
- García, M y C E Watson (2003) Herencia de la resistencia al acame de raíces en maíz dulce (*Zea mays* L.). Revista UDO Agrícola 3 (1): 24-33 P.
- Goodman M M. (1985) Exotic maize germoplasm; status prospects, and remedies Iowa, estate J. res. 497- 527 P.
- Goodman M M. (1988) The history and evolution of maize critical. Reviews in plant Sci. 197-527 P.
- González F C, A Peña R, G Núñez H y C A Jiménez A (2005) Efecto de la densidad y altura de corte en el rendimiento y calidad del forraje del maíz. Revista Fitotec. Mex.28: (4) 393-397 P.
- Gutiérrez R E, A Palomo, A Banda y E Lázaro. (2002) Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. Revista Fitotec. Mex. 25: 221 – 227 P.
- Hallauer A R y S A Eberthart, 1970 reciprocal full- sib selection, Crop Sci. 10: 315- 316 P.
- Hallauer A R y J B Miranda 1981. Quantitative Genetics in maíz breeding. Isu Press/Ame. Iowa state University press. USA. 468 P.

- Hallauer A R., (1990) Methods used in developing maize inbreds: *Maydica* 35: 1-19 P.
- Hernández X y E G Alanis F. 1970. Estudio morfológico de cinco razas de maíz de la sierra madre occidental de México; implicaciones citogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia*. 5: 3 – 30 P.
- Herrera S R., 1999. La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de ensilaje. Segundo taller Nacional de especialidades de maíz UAAAN Saltillo Coahuila. México. 133-137 P.
- Holland C. and W Kezar. 1990 pioneer forage manual. A nutritional guide. Pioneer Hi-bred Internacional, Inc.
- Jenkins M T., 1940. The segregation of genes affecting yield of grain in maize. *J. Amer. Soc. Agron.* 32: 55-63 P.
- Lonnquist J H. (1949) the development and performance of synthetic varieties of corn *J. Agron.* 4: 153 -156 P.
- Márquez S F. 1988 Genotecnia vegetal. Tomo II Primera edición. Editorial AGTESA. México. 563 P.
- Moll R H. and C W Stuber. 1971. Comparison of Responses to Alternative Selection Procedures Initiated with Two Populations of Maize. *Crop.Sci.*11: 706 -711 P.
- Nava A A, A T Cervantes S. 1991. Selección para rendimiento y adaptación a valles altos en cruza interracial tropical de maíz de México. *Agrociencia volumen 2: 97 – 112 P.*
- Núñez H G, Contreras G F E, Faz C R. y Herrera S R., 1999 selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético para ensilaje. INIFAP- CIAN-CELALA. 52 P.
- Núñez H G, R Faz C, M R Tovar G y A Zavala G. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con la alta digestibilidad en el norte de México. *Tec. Pec. Méx.* 77- 88 P.
- Núñez H G, E F Contreras G y R Faz C, 2003, características agronómicas y químicas importantes en Híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Tec. Pec. Méx.*41: 37-48 P.
- ONU – FAO. 1996. informe sobre el estado de los recursos Filogenéticos en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Edit. Roma, Italia, 75 P.

- Peña R A, F González C, G Núñez H, y L H Maciel P (2006) Producción y calidad forrajera de híbridos precoces de maíz en respuesta a fechas de siembra, nitrógeno y densidad de población. *Fitotec. Méx.* 29(3): 207-213
- Peña R A, G Núñez H. y F González C. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. *Tec. Pec. Méx.* 40: 215- 228 P.
- Peña R A, G Núñez H. y F González C. 2003. Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera *Tec. Pec. Méx.* 41: 63 – 74 P.
- Pérez C A A, J Molina G y A Martínez G. 2000. Adaptación a clima templado de una variedad de maíz tropical mediante la selección masal visual estratificada. *Agrociencia.* 34 (5): 533-542 P.
- Poehlman J M. 1983. Mejoramiento genético de las cosechas. Octava reimpresión Editorial LIMUSA. México. 263-300 P.
- Reyes C P. 1990. Diseños de Experimentos Aplicados, 3^{ra} edición 4^{ta} impresión 2003. Editorial Trillas, México. 345 P.
- Rodríguez H S A, J Santa R, A J Lozano R, J G Bolaños J y M E Vázquez B., 1999 Fitomejoramiento de maíz para ensilaje. Segundo taller Nacional de especialidades de maíz. UAAAN, 1999. Saltillo, Coahuila, Méx. 181 -186 P.
- SAGARPA. 2005. Producción de forraje en la Comarca Lagunera, en línea. Disponible en <http://www.sagarpa.com.mx> revisado el 13 de Septiembre 2006
- Sprague G E y Tatum A L., 1942 The influence of visual selection during inbreeding on combining ability in corn. *J. Agron.* 44: 258 – 262 P.
- Thompson D L., 1972 Recurrent selection for lodging susceptibility and resistance in corn. *Crop Sci.* 12:631-634.
- USDA-SAGAR. 1997. Situación actual y perspectiva de la producción de maíz en México 1990 – 1997. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural México. 63 P.
- Van Soest P J. 1996. Enviromental and forage quality. Proc Cornell Nutrition conferences for feed manufacturers. Edit. Búfalo, NY. 1- 6 P.
- Vega L R A. 1975. Adaptabilidad en diferentes medios ambientales de cruzamientos entre germoplasma de maíz de clima caliente húmedo y calido seco, Tesis de Maestría. ITESM, de Monterrey Nuevo León. 139 P.

- Wellhausen E J, L M Hernández X. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Folleto técnico No 5. México. 237 P.
- Wellhausen E J 1981 Razas y Variedades mexicanas de maíz y su importancia en el mejoramiento genético. Memoria de simposium nacional: el maíz de México, su pasado, presente y futuro. Guadalajara Jalisco, Méx. 75 -80 P.
- Widdicombe W D, and K D Telhen. 2002. Row width and plant density effect on corn forage hybrids. J. Agro. 94: 326 – 330 P.
- Wolf D P, J Coors K, A Albrecht, D J Undersander and P R Carter. 1993. Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. Crop. Sci. 33:1358 – 1364 P.