

FECHA DE ADQUISICIÓN _____
NUM. DE INVENTARIO 00024
PROCEDENCIA _____
NUM. CALIFICACIÓN _____
PRECIO _____
DIST. _____



SB191.
M2
.D47 2006
TESIS LAG
Ej.1

“Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” Unidad Laguna

División de Carreras Agronómicas



**“APTITUD COMBINATORIA GENERAL EN
LÍNEAS DE MAÍZ DERIVADAS DE UNA
POBLACIÓN DE AMPLIA BASE GENÉTICA”**

Tesis presentada por:

Israel De Roa Aldas

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER ÉL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA.

DICIEMBRE DE 2006

"Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro" Unidad Laguna

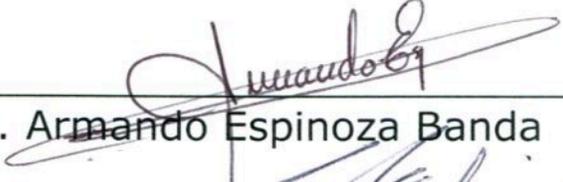
División de carreras agronómicas

Tesis del C. **Israel De Roa Aldas** que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo

Comité Particular:

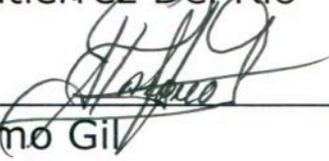
Presidente:


Dr. Armando Espinoza Banda

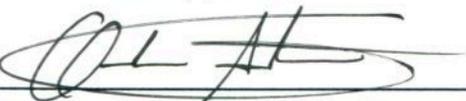
Vocal:


Dr. Emiliano Gutiérrez Del Río

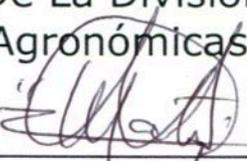
Vocal:


Dr. Arturo Palomo Gil

Vocal Suplente:


M.C. Oralia Antuna Grijalva

Coordinador De La División de Carreras Agronómicas


M.C. Víctor Martínez Cueto

Torreón, Coahuila


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
Diciembre del 2006

00024

"Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro" Unidad Laguna

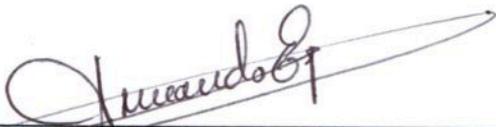
División de Carreras Agronómicas

Tesis del C. **Israel De Roa Aldas** elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el Título de:

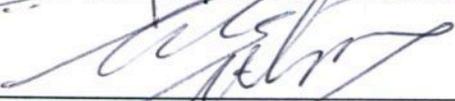
Ingeniero Agrónomo

Aprobada por:

Presidente:


Dr. Armando Espinoza Banda

Vocal:


Dr. Emiliano Gutiérrez Del Río

Vocal:


Dr. Arturo Palomo Gil

Vocal Suplente:


M.C. Oralia Antuna Grijalva

Coordinador De La División de Carreras Agronómicas


M.C. Víctor Martínez Cueto


Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

ANTONIA Y EPIFANIO

Quienes siempre se esforzaron para brindarme su apoyo en todos los aspectos incondicionalmente, y a si poder concluir una etapa mas de mi vida.

A MIS HERMANOS:

SOFI, CRIS, CHEVA, LEO, Y NOEL

Por todos los consejos y su apoyo total que me brindaron los cuales me alentaron para así poder superarme profesionalmente.

A MIS COMPAÑEROS DE SALÓN:

GRAJALES, HÉCTOR, JORGE, SALVADOR, VÍCTOR, ENRIQUE, GABI, JUAN CARLOS, NETALCY, FERNANDO Y ALBERTO

Quienes me brindaron su amistad y apoyo incondicional durante la carrera, la cual concluimos juntos.

A TODOS MIS AMIGOS

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por permitir terminar mis estudios satisfactoriamente, mantenerme con salud y tener una bonita familia.

A MI ALMA TERRA MATER: El ser tan amable, que incondicionalmente me brindo la oportunidad de formarme como profesionista, y en todos los aspectos.

AL DR. ARMANDO ESPINOSA BANDA: Quien me brindo la oportunidad de ser su alumno y su asesorado de tesis, que con los conocimientos y consejos trasmitidos se llevo al termino de este trabajo de investigación y de la carrera.

AL LOS DR. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RÍO, DR. ARTURO PABLO GIL, M. C. ORACIA ANTUNA GRIJALVA, RAÚL WONG ROMERO, RICARDO COBARRUBIAS: Quienes hicieron posible el termino de este trabajo de investigación, aportando los conocimientos necesarios incondicionales.

A todos mis maestros de carrera, a la secretaria Rosalba, al Ing. Rubén, a mis compañeros Grajales, Coyac y a todas las personas que de alguna forma estuvieron involucradas en la realización de este trabajo de investigación, con el cual puedo concluir una etapa mas de mi vida.

A mi hermano Noel y compañeros de casa: Edgar, Magdiel, Eric y Miguel, ya que con el apoyo y los consejos brindados se hizo posible este trabajo.

A TODOS GRACIAS....

RESUMEN

El presente trabajo se llevo' a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN UL.) En torreón Coahuila, durante la primavera del 2005 se formaron 49 mestizos utilizando 49 familias de medios hermanos maternos (FMHM) derivados de la población criolla Gómez Palacio y como probador el híbrido comercial H30G40. En verano del 2005 se evaluaron los 49 mestizos incluyendo como testigo la población Gómez Palacio. El híbrido H30G40 no se incluyó en la evaluación por falta de semilla. Los objetivos fueron seleccionar los mestizos con mayor aptitud combinatoria general en producción y calidad de forraje, conocer el efecto densidad en la producción, calidad de forraje y características agronómicas. Los 49 tratamientos se establecieron en dos densidades de población, a 53 mil y 78 mil plantas ha⁻¹; el diseño experimental fue en bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas y dos repeticiones. En la parcela mayor se asignaron las densidades y en las subparcelas los genotipos. La siembra se realizo' el 22 de agosto en surcos sencillos de 3 m por 0.75 m, en seco y manualmente, depositando tres semillas por golpe a una distancia 0.25m y 0.17m para cada densidad respectivamente. Las variables agronómicas que se evaluaron fueron floración masculina (FM), floración femenina (FF), rendimiento de forraje verde (RFV), peso de elote (PE), índice de elote (IE), materia

seca (MS), así como calidad de forraje: Fibra detergente neutra (FDN) y acida (FDA).

A 78 mil plantas/ha⁻¹ (D2) se observó una mayor producción significativa de forraje verde, peso de elote y materia seca. Los mestizos (M) con mayor producción de forraje verde (RFV) fueron el M1, M9, y M10, con 102.4, 99.9 y 98.4 ton/ha⁻¹ en peso de elote fueron M1, M24, y M10 con 53.8, 40.5 y 40.1 ton/ha⁻¹ y para materia seca fueron los M10, M8 y M24 con 19.9, 19.1 y 18.9 ton/ha⁻¹ y fueron los de mayor aptitud combinatoria general. El testigo (T), fue estadísticamente inferior MS, RFV, PE e IE que el resto. Respecto a la calidad los mestizos 10, 8 y 24 mostraron valores aceptables de FDN y FDA.

INDICE

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice general.....	iii
Índice de cuadros.....	vi
	PAG
I INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	5
Hipótesis.....	5
II REVISION DE LITERATURA.....	6
El maíz como cultivo forrajero.....	6
Calidad de forraje.....	8
Contenido de fibras.....	9
Fibra detergente neutra (FDN).....	9
Fibra detergente acida (FDA).....	11
Aptitud combinatoria (AC).....	12
Aptitud combinatoria general (ACG y ACE).....	13
Mestizos.....	15
Probadores.....	19
Densidad de población.....	22
III MATERIALES Y METODOS.....	25
Localización geográfica del área de estudio.....	25
Material genético.....	25

Formación del material genético.....	25
Evaluación de mestizos.....	25
Diseño experimental.....	26
PRACTICAS AGRONOMICAS.....	26
Riegos.....	26
Fertilización.....	26
Control de maleza.....	27
Aclareo.....	27
Control de plagas.....	27
VARIABLES AGRONOMICAS Y CALIDAD ANALIZADAS...	28
AGRONOMICAS.....	28
Floración masculina.....	28
Floración femenina.....	28
Rendimiento de forraje verde.....	28
Rendimiento de elote.....	29
Índice de elote.....	29
Materia seca.....	29
CALIDAD.....	30
Determinación de Fibra detergente neutra y Fibra detergente ácida (FND) y (FDA).....	30
Análisis estadístico.....	31
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
Floración masculina y femenina.....	33
Rendimiento de forraje verde.....	34
Rendimiento de elote.....	35

Índice de elote.....	35
Materia seca.....	36
Fibra detergente ácida (FDA).....	37
Fibra detergente neutra (FDN).....	39
Aptitud combinatoria general.....	43
V CONCLUSIONES.....	46
VI RESUMEN.....	47
VII BIBLIOGRAFÍAS.....	49
VIII APENDICE.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁG.
Cuadro 1. - fuentes de variación y significancia de cuadrados medios para las variables en estudio.....	41
Cuadro 2. -variables agronómicas y porcentaje de fibras en dos densidades de población.....	41
Cuadro 3. -valores medios de ocho variables de 30 mestizos y el testigo evaluados en dos densidades en la UAAAN UL; 2005.....	42
Cuadro 4. - aptitud combinatoria general de cinco variables de 49 mestizos de maíz.....	45

INTRODUCCION

El maíz es uno de los cereales de rápido crecimiento y con buena capacidad reproductiva, este cultivo, después del arroz y el trigo, se considera el más importante a nivel mundial en la alimentación humana y en la actualidad para los animales (FAO 1993). De acuerdo a las estimaciones del USDA la producción mundial de maíz 2003/4 es de 621,7 millones de toneladas.

El maíz es la base de seguridad alimentaria en muchos países como estados unidos y Sudáfrica mientras que México ocupa un lugar importante como productor al representar el 26% de la producción mundial (USDA 2004).

En México al referirse al maíz, se hace en términos de una agricultura decadente por la importancia tanto económica como social, porque a pesar de que la superficie nacional se mantiene aproximadamente en siete millones de hectáreas, los rendimientos son bajos, debido sobre todo a la diversidad de usos del maíz, esto representa la oportunidad de brindar empleos a cerca de 3 millones

de agricultores. Su cultivo se extiende a lo largo de todo el territorio nacional, sobre distintos contextos geográficos ecológicos, técnicos y sociales. A México se considera el centro de origen del maíz y el de mayor diversidad de especies.

En la región Lagunera, como en el resto del país, el consumo de este cereal es importante tanto para el consumo humano como para alimentación de ganado ya que esta región es una de las cuencas lecheras más importantes del país. Además se siembran aproximadamente 60 000 has de maíz para grano y forraje, con una alta eficiencia de agua y en producción de materia seca, por lo cual se le considera como un forraje de contenidos energético alternativo para la alimentación del ganado lechero.

La producción de grano es de 4.5 ton ha^{-1} en promedio, en tanto que para forraje fresco es de 44.7 ton ha^{-1} y 14 ton ha^{-1} de forraje seco. Estos niveles de rendimientos se consideran bajos si se toma en cuenta que existe tecnología para obtener rendimiento de 8 ton ha^{-1} de grano y 20 ton ha^{-1} de forraje seco (Reta *et al.*, 1999).

La investigación de maíz forrajero se ha dedicado a incrementar la producción, el valor energético y eficientar la producción de materia seca (MS) por metro cúbico de agua, para lograr esto es necesario la selección de mejores híbridos (Núñez.,1999).

Otro aspecto importante en la producción y calidad del forraje lo representan las prácticas culturales, entre ellas la densidad de plantas, donde. Daynard y Muldoon, (1981) mencionan que la densidad de plantas para la producción de semilla de maíz depende del tipo de germoplasma utilizado, la disponibilidad de riego o precipitación, del manejo, del tipo de maquinaria y de la disponibilidad de mano de obra para realizar el desespigue. Así mismo, cita que la densidad de población usual en la producción de semilla, va de 54,000 a 64,000 plantas por hectárea para el progenitor femenino.

El mejoramiento del maíz es un proceso continuo en la formación de híbridos. El conocimiento de los diversos tipos de acción genética y la importancia de estos nos permiten conocer la determinación de ciertos parámetros básicos para lograr un mejoramiento genético; algunos de los sistemas ideados para conocer y evaluar la acción de caracteres cuantitativos que permitan

seleccionar los mejores progenitores y diseñar los métodos de mejoramiento más eficientes, asimismo también permite conocer otros parámetros como aptitud combinatoria general (ACG). Por tal motivo, el conocimiento del tipo de acción génica y su magnitud son importantes para maximizar la eficiencia de un programa de mejoramiento. Por lo general la variabilidad genética de las características más importantes se debe a la acción génica aditiva. La estimación se puede obtener de diferentes sistemas de apareamiento, involucrando uno ó más tipos de familias. Sprague y Tatum, (1942) dividieron la acción génica en dos categorías, aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE).

Objetivos generales.

Los objetivos del presente fueron:

1. Seleccionar los mestizos con mayor aptitud combinatoria general en producción y calidad de forraje.
2. Conocer el efecto de la densidad en la producción, calidad de forraje y características agronómicas.

Hipótesis

Ho: Los mestizos difieren en su ACG para producción y calidad de forraje.

Ha: Los mestizos no difieren en su ACG.

Ho: La densidad no afecta la producción, calidad y características agronómicas de los mestizos.

Ha: La densidad afecta la producción, calidad y características agronómicas de los mestizos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El maíz como cultivo forrajero

Ramírez, (1997) menciona que la utilización de forraje de maíz, tiene dos variantes: la primera es el ensilado en verde, la 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.

Un buen maíz forrajero deberá poseer las siguientes cualidades:

Rendimiento de forraje verde mayor de 50 ton. Ha^{-1} , rendimiento de forraje seco o materia seca mayor a 25%, valor relativo de forraje mayor a 120 (la alfalfa tiene 160) energía neta de lactancia mayor a 65%, contenido de fibra detergente ácido menor al 30% y contenido de fibra neutra menor a 60 % (Vergara., 2002).

La investigación en maíz forrajero se ha enfocado a incrementar la producción y el valor energético, además de eficientar la producción de materia seca por m^3 de agua. Para lograr lo anterior es fundamental la selección del mejor híbrido (Núñez *et al.*, 1999).

Reta *et al.*, (2001) menciona que es potencialmente posible obtener hasta $80 t ha^{-1}$ de forraje fresco y $24 t ha^{-1}$ (30% de materia seca), con un contenido de grano de 45-50%.

Núñez *et al.*, (2003) señala que el maíz para forraje debe tener una alta productividad, bajo contenido de proteínas, minerales y un elevado valor energético.

Coors *et 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 de grano y composición del elote.

De La Cruz., (2002) menciona que el contenido de grano en el maíz forrajero es de gran importancia, siendo este una de las alternativas con que se cuenta para solucionar la escasez de forraje,

también algunas de las ventajas de la utilización de este forraje son: alto potencial 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 el forraje se escasea.

Calidad de forraje

Desde el punto nutricional es la relación que existe entre el valor nutritivo de un ingrediente y la habilidad de los animales para convertirlos en leche, carne y grasa. El consumo de dicho ingrediente esta en función del grado de digestibilidad del mismo. La calidad de forraje se determina por la capacidad de proveer los requerimientos nutricionales para los animales, incluye la aceptabilidad del forraje, la composición química y la digestibilidad de los alimentos (Cantu, 2003).

La disminución de la calidad del forraje esta condicionada por la aceleración en la maduración debido a las condiciones calidas y húmedas. Esta interacción ocasiona que el rendimiento máximo de

forraje utilizable y digerible se presente antes que el rendimiento total.

Contenido de fibras

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

Fibra detergente neutra.

La fibra detergente neutra (FDN) es la parte soluble que esta compuesto por lípidos, azúcares, ácidos orgánicos, proteínas, pectinas y otros minerales solubles en agua, que son casi completamente digeribles y, la parte insoluble esta compuesta por la lignina, celulosa hemicelulosa y nitrógeno unido a la fibra.

La concentración de fibra en el rastrojo de maíz es mas alta, como en la mayoría de la especies C-4 de climas calurosos (Buxton et al., 1996), la temperatura tiene un efecto importante en la calidad del forraje (Nelson y Mooser, 1994) citados por Cantú, (2000) menciona

que los materiales depositados a bajas temperaturas tenían niveles bajos de lignina y por consiguiente se elevó la digestibilidad, mientras que a altas temperaturas la síntesis de lignina se incrementa preferentemente, causando que el forraje producido sea de menor digestibilidad. El contenido de fibras de la planta total y en especial el contenido de fibra detergente neutra (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).

El contenido de la fibra detergente neutra del forraje es un factor determinante de la calidad de alimento que consume un animal, a mayor contenido de fibra menos alimento consumido (Herrera, 1999).

Widdicombe *et al.*, (2002) y 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 existe una amplia variabilidad en el contenido de fibra detergente neutra en hojas y tallos, con valores de 57.9 a 65 y de 30 a 60% del forraje total. Otros autores comentan que las variaciones en la digestibilidad de la fibra detergente neutra fluctúan entre 24.8 a 65.5% en híbridos (Weiss, 1998).

Esto significa 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 (FDA)

La fibra detergente acida es el residuo insoluble y contiene celulosa, lignina, cutina, nitrógeno unido a la fibra y sílice. La FDA es la porción que queda después del tratamiento con detergente acido e incluye celulosa, lignina y sílice (Holland y Kesar, 1990). La fibra detergente acida (FDA) y la lignina son frecuentemente empleadas con el propósito de predicción del valor energético de los forrajes (Van Soest, 1996) debido a que presentan los componentes menos digeribles de las paredes celulares (Peña *et al.*, 2003).

Moreno-González *et al.*, (2000) menciona que la fibra detergente ácida varia entre 34.2 a 41.1% de acuerdo a estudios realizados en poblaciones de maíz. Peña *et al.*,(2003) realizo estudios sobre el mismo tema y concluyo que la variabilidad estuvo entre 29.5 y 40.4 %.

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

Aptitud combinatoria (AC)

La aptitud combinatoria es al aptitud relativa de un biotipo para transmitir a sus mestizos aquellos caracteres que se consideren superiores (Sánchez, 1961).

Genéricamente él termino de aptitud combinatoria (AC) significa la capacidad que tiene un individuo o una población al combinarse con otros, dicha capacidad es la medida por medio de su progenie, sin embargo, para que la AC tenga sentido en el contexto genotecnio debe determinarse no en un solo individuó de la población si no en varios, a fin de realizar la selección de aquellos que exhiba la mas alta (Márquez, 1988).

Gutiérrez, (2002) menciona que el termino aptitud combinatoria significa la capacidad de un individuo o de una población de combinarse entre otros, dicha capacidad es por medio de su progenie y debe determinarse no solo en un individuo de la población si no en varios, con la finalidad de poder seleccionar los cruzamientos mas adecuados para seleccionar los mestizos comerciales.

Aptitud combinatoria general (ACG)

Al comportamiento promedio de una raza en una serie de cruzamientos se le denomina aptitud combinatoria general (Allard, 1980).

La habilidad combinatoria general es el desempeño promedio de una línea pura en algunas combinaciones híbridas, proporcionando información sobre que líneas deben producir los mejores mestizos cuando se cruzan con muchas otras líneas (Jungenheimer, 1981).

(Jungenheimer, 1985), menciona que la aptitud combinatoria general (ACG) es el desempeño promedio de una línea pura en algunas combinaciones híbridas. La aptitud combinatoria general

Proporciona información sobre que líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con otras líneas. Se pueden usar probadores adecuados para determinar que las líneas pueden sustituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedores.

Sprague y Tatum, (1942) el termino de aptitud combinatoria general (ACG) lo emplearon para designar el comportamiento promedio de un línea en combinaciones híbridas a través de sus cruzamientos con un conjunto de líneas diferentes a su vez.

Beard, (1940), Sprague y Tatum, (1942) proporcionaron evidencia experimental sobre la ACG, en comparación con la ACE. Dividieron la acción genética relacionada con la aptitud combinatoria general y específica, y supusieron que la ACG fue el resultado de la acción genética aditiva, mientras que la ACE dependió de la dominancia, de la epistaxis y de las interacciones genotipo-ambiente.

Sprague y Tatum, (1942) interpretan a la aptitud combinatoria general (ACG) como los efectos aditivos y a la aptitud combinatoria específica (ACE) como los efectos no aditivos; desde entonces, en la

práctica, los términos de aptitud combinatoria han sido utilizados con éxito por el mejorador de plantas; esto ha permitido la elección de aquellos progenitores sobresalientes, que participan en el desarrollo de cultivares nuevos.

De León, (1987) encontró efectos de ACG en familias de hermanos completos de maíz, así como en líneas S_2 derivadas de estas familias, y concluyó que la aptitud combinatoria se hereda.

Chávez, (1994) menciona que la aptitud combinatoria general (ACG) es el efecto promedio que una craza causa a sus cruza, medido como la desviación de la media general, es decir, lo que una línea hereda a sus progenitores en promedio de muchas cruza.

Mestizos

Mestizo es una craza entre líneas autofecundadas y un progenitor común como polinizador (variedad, híbrido simple o línea) se utiliza para determinar la habilidad combinatoria general y/o específicas de las líneas. Es decir, para detectar los genotipos fijados

mas sobresalientes en productividad, características agronómicas deseables, etc. (Allard, 1980).

Un mestizo, es la progenie de la cruce entre líneas y una población probadora o probador (líneas, variedades, híbridos, etc.), (Márquez, 1988).

Los mestizos son útiles para evaluar la habilidad combinatoria general, proporcionando un medio para el desarrollo de líneas puras.

Los mestizos son utilizados para detectar en forma temprana genotipos superiores entre un grupo de líneas endocriadas, sin embargo, el ensayo correspondiente tiende a tener un marcado efecto sobre el carácter en particular, generalmente en rendimiento y la selección para ese carácter puede estar cubierta por efecto del probador. El fitomejorador busca seleccionar plantas con características genotípicas y fenotípicas que pueden estar asociadas con el carácter deseado (Galarza *et al.*, 1973).

Oscar, (1983) los mestizos son, por descripción, el resultado de cruzar cada una de las líneas que se desea someter a prueba con una sola variedad de polinización libre usada como progenitor masculino.

Los mestizos así producidos se someten a pruebas de rendimiento, de modo que la producción de grano de cada uno de ellos es una medida de aptitud combinatoria general de la línea que se trata, con la variedad de polinización abierta. Este método no solamente se usa para la selección de líneas a la par que se van autofecundando, si no también es útil en la selección final de las líneas.

Davis, (1927) propuso la prueba de mestizos (línea x variedad) para probar ACG en líneas. Pero Jenkis y Brunson, (1932) presentaron datos más completos sobre el valor del método. Ellos compararon el valor del comportamiento de las líneas puras en cruza con otras líneas (cruzas posibles), con el comportamiento de las mismas líneas, cruzadas con una variante de polinización libre (mestizos), si las líneas probadas bajo la prueba de mestizos, rindieron poco, reportaron un promedio bajo en cruza, y en aquellos cuyo mestizo tubo un rendimiento alto, dieron un promedio alto en cruza. Concluyeron que la prueba de mestizos dan un buen margen de seguridad para evaluar líneas para ACG, aunque la efectividad de la prueba depende de mucho del tipo de probador utilizado.

Jenkins *et al.*, (1940) compararon las distintas generaciones de autofecundación en que se ha hecho pruebas de mestizos, se han encontrado que la variabilidad en la aptitud combinatoria es máxima cuando se hacen las pruebas con plantas S_0 es decir. Plantas que no han sido autofecundadas ni una sola vez dentro de una variedad de polinización abierta o dentro de un híbrido.

Top - Cross (mestizo) cuando en la cruce de prueba se usa un probador de amplia base genética, como son las poblaciones heterocigotos, sintéticos, cruza dobles, etc. (SRACG)

Test - Cross, cuando en una cruce de prueba se usa un probador de reducida base genética como una línea o una cruce simple (SRACE)

La primera descripción de estos métodos de selección recurrente fue realizada por Jenkins, (1940) como resultado de sus experiencia sobre ACG en maíz y por Hull, (1945) quien considero que a través de este método era posible alcanzar niveles mas altos de ACE al utilizar una línea homocigoto como probador (Chávez, 1994).

Probadores

MC León *et al.*, (1997) define probador aquel que clasifica correctamente el merito de los genotipos probados dentro del grupo heterotico, de modo que se diferencie efectivamente los genotipos evaluados, aumenten la varianza y la ganancia genética.

Probador es aquel que sirve para evaluar e identificar a las líneas con características superiores y son también de vital importancia en un programa de mejoramiento ya que sin ellos no se tendrían las bases necesarias para identificar los meritos sobresalientes o más productivos (Segovia, 1990).

Un probador es cualquier material genético que permite medir la habilidad combinatoria de un grupo de líneas con el cual se cruza.

Matzinger, (1953) menciona que el mejor probador es aquel que se puede usar fácilmente y con el cual se obtiene la máxima información del material evaluado.

Hiorth, (1985) considera que el uso de probadores aparejados con las líneas a evaluar es eficiente, pero no constituye pruebas definitivas, no obstante, los probadores heterogéneos pueden mejorar el rendimiento de las cruzas aunque esto por lo general son menos eficientes que las líneas homocigotos y cruzas simples.

El mejor probador es aquel que clasifica y elimina adecuadamente el material en evaluación (Rawlinh y Thompson, 1962)

Séller, (1949) recomendó el uso de mas de un probador para medir la ACG de las líneas.

Jugenheimer, (1981), cita que el tipo de probador que debe usarse para la evaluación de las líneas puras, debe dar información base de un programa de hibridación y depende principalmente de lo que se refiere detectar, ya sea aptitud combinatoria general o especifica, además menciona que para determinar la ACG son usadas generalmente las variedades de polinización libre y los sintéticos, debido a su heterogeneidad.

Hiorth, (1985) considera que el uso de probadores aparejados con las líneas a evaluar es eficiente, pero no constituye pruebas definitivas, no obstante, los probadores heterogéneos pueden mejorar el rendimiento de las cruzas aunque esto por lo general son menos eficientes que las líneas homocigotos y cruzas simples.

El mejor probador es aquel que clasifica y elimina adecuadamente el material en evaluación (Rawlinh y Thompson, 1962)

Séller, (1949) recomendó el uso de mas de un probador para medir la ACG de las líneas.

Jugenheimer, (1981), cita que el tipo de probador que debe usarse para la evaluación de las líneas puras, debe dar información base de un programa de hibridación y depende principalmente de lo que se refiere detectar, ya sea aptitud combinatoria general o especifica, además menciona que para determinar la ACG son usadas generalmente las variedades de polinización libre y los sintéticos, debido a su heterogeneidad.

Chávez, (1994) menciona que un probador es cualquier material genético (línea, variedad, híbrido, etc.) que permite medir la ACG de un grupo de líneas autofecundadas con el cual se cruzan.

La línea probadora es aquella que sirve para probar las características hereditarias de otras cuya constitución genética no debe encubrir los caracteres de prueba.

Allison y Curnow, (1966) afirman que el mejor probador es el que maximiza la esperanza de la media de rendimiento de la población resultante de la recombinación de genotipos seleccionados.

Pérez, (1986) concluye que el mejor probador debe ser una línea no emparentada con las líneas bajo selección.

Test - Cross: cuando el probador usado es un material de reducida base genética como línea o una cruce simple

Top - Cross: cuando el probador usado es un material de amplia base genética como: Poblaciones heterocigóticas, sintético, cruces dobles, etc. Chávez y López, (1990).

El probador será usado para cuantificar la ACG de las líneas, es decir, será usado para ser cruzado, no seleccionado, quienes serán seleccionadas serán las líneas, por lo tanto debe existir tal variación genética en los mestizos para que sea posible una diferenciación clara entre ellas. También se indica que es conveniente que el probador sea de la misma población donde se derivaron las líneas. Márquez, (1988).

Densidad de población.

En México la información sobre prácticas de manejo con bases sólidas para lograr una mayor producción y calidad forrajera en maíz (*Zea mays* L.) es reducida. Existen evidencias que los híbridos tardíos de esta especie incrementan la producción de materia seca al elevar la densidad de siembra a 80 000 plantas/ha⁻¹, mientras que los híbridos de ciclo intermedio responden positivamente hasta 120 000 plantas /ha⁻¹ Núñez *et al.*, (1994).

Cuiscanqui y Lauer, (1999) registraron incrementos significativos en la producción de materia seca del maíz de 1.7 a 4.7 t ha⁻¹ al incrementar la densidad de población de 44 500 a 104 500 plantas/ha⁻¹.

Widdicombe y Telen, (2002) reportaron ganancias en la materia seca de 1.6 t ha⁻¹ al incrementar la densidad de 64 200 a 88 900 plantas/ha⁻¹ y, Cox y Cherney, (2001) lograron un incremento de 3.7% en producción de materia seca al incrementarse la densidad en 36 000 plantas/ha⁻¹. En la mayoría de estos estudios la proteína cruda decreció, el contenido de fibras incrementó y la digestibilidad decreció conforme la densidad de población aumentó.

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

En un estudio reciente Peña *et al.*, (2006), observaron una respuesta lineal positiva entre producción de materia seca y densidad de población en maíz, incrementándose en 2.25 t ha⁻¹ por cada 20 mil plantas/ha de incremento en la densidad de población en el rango de 60 a 100 mil plantas/ha⁻¹.

La densidad de plantas necesarias para el máximo rendimiento forrajero es mayor 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 (Pinter *et al.*, 1994).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización geográfica del área del estudio

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la UAAAN-UL, en Torreón, Coahuila en La Comarca Lagunera, localizada geográficamente entre los paralelos 24° 30' y 27° LN y los meridianos 102° y 104° 40' LO, a una altura de 1150 msnm, caracterizada por un clima seco y caluroso con temperatura media anual de 23 °C y una máxima de 36 °C

Material genético

Formación del material genético. En la primavera del 2005 se formaron 49 mestizos utilizando 49 familias de medios hermanos maternos (FMHM) derivados de la población criolla Gómez Palacio y como probador el híbrido comercial H30G40.

Evaluación de mestizos. En verano del 2005 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se

evaluaron los 49 mestizos incluyendo como testigo la población Gómez Palacio. El híbrido H30G40 no se incluyó en la evaluación por falta de semilla.

Diseño experimental. Los 49 tratamientos se establecieron en dos densidades de población, a 53 mil y 78 mil plantas ha^{-1} ; el diseño experimental fue en bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas y dos repeticiones. En la parcela mayor se asignaron las densidades y en las subparcelas los genotipos. La siembra se realizó el 22 de agosto en surcos sencillos de 3 m por 0.75 m, en seco y manualmente, depositando tres semillas por golpe a una distancia 0.25m y 0.17m para cada densidad respectivamente.

Riegos. Se utilizó el sistema de riego por cintilla. Posterior a la siembra se aplicaron 12 riegos de 24 hr. El primer riego para promover la germinación de la semilla y así en cada etapa del cultivo se distribuyeron, con una lámina total de 64.1 cm^3 .

Fertilización. Se aplicaron 200 Kg de fosfonitrato, 180 Kg de ácido fosforico y 80 kg de nitrato de potasio a través del riego estos fueron distribuidos en 9 riegos de acuerdo a cada etapa del cultivo.

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 de herbicida 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 litro por ha⁻¹ en 200 L de agua.

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

Control de plagas. Se aplicó Clorpirifos (KMOKER 480) para el control de cogollero (spodoptera frujiperda), diabrotica (diabrotica balteata) y mosquita blanca (trialeurodes packardi) 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.

Se tomaron variables agronómicas y de calidad de forraje:

Agronómicas:

Floración masculina. Se expreso como el numero de días y transcurridos hasta que el 75 % de las plantas estaban en periodo de antesis, soltando polen.

Floración femenina. Se expreso como el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 75% de las plantas mostraron los estigmas del jilote.

Rendimiento de forraje verde. Esta variable se determino con el peso de 3 plantas de cada parcela, el peso se tomo en kilogramos y posteriormente se convirtió a $t\ ha^{-1}$. El RFV se determino con la siguiente formula:

$$RFV = (hp * Ds) / Np$$

Donde: Ph: es el peso húmedo de las plantas muestreadas. Ds: densidad de siembra (78, 000). Np: numero de plantas muestreadas.

Rendimiento de elote (RE). Esta variable se determino pesando todo el elote con totomoxtle. El peso se tomo en kilogramos. Se muestrearon tres plantas y se calculo el promedio de las mismas, posteriormente se expreso en t ha⁻¹. se determino con la sig. Formula:

$$RE = (PE * Ds) / Np$$

Donde: PE= peso húmedo total de los elotes de las plantas muestreadas. Ds=densidad de siembra (78,000). Np=numero de plantas muestreadas (3).

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

$$IE = RE / RFV.$$

Materia seca (MS). Se estimó de tres plantas de la parcela experimental, se trituraron y de la mezcla se tomo una muestra de 500g la cual se llevo a la estufa de secado en un periodo de 24 horas a una temperatura de 70 °C, una vez secas se pesaron y se determino el porcentaje de materia seca [%MS=(PS/500g)*100] el cual se multiplicó por el RFV para obtener la materia seca en t ha⁻¹.

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

- A) Se pesó aproximadamente 0.5g de muestra y se depositó en una bolsa de papel filtro y posteriormente sellada con un sellador térmico.
- B) Se agregaron 2L de solución más 20g de sulfato de sodio anhidro (Na_2SO_4) y 4 ml de alfaamilaza para la FDN) se colocaron las bolsas con la muestra en un analizador de fibras AMKON TECHNOLOGY. Por un tiempo de 2 horas a una temperatura de $100\text{ }^\circ\text{C} \pm 1$.
- C) Posteriormente se drenó 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 hr 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 formula.

$$\%F = (WAM - WB / WM) \cdot 100.$$

Donde: %F: calculo 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:

$$Y_{ijk} = \mu + D_{(i)} + D \times R_{(i k)} + M_{(j)} + D \times M_{(i j)} + \epsilon_{ijk}$$

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, $D \times R$ = 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 estadístico de la diferencia mínima significativa (DMS):

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

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.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Floración masculina y femenina.

En el cuadro 1, se muestra la significancia de los cuadrados medios del análisis de varianza de las ocho variables evaluadas en los mestizos, donde para floración masculina (FM) no existió diferencia significativa para densidades, mestizos y para la interacción. Lo cual implica que los mestizos se comportan de manera similar en ambas densidades. En el Cuadro 3, se aprecia que el testigo la variedad criolla Gómez Palacio, presento el mayor numero de días a la aparición de los estigmas con 67.8 significativamente igual a 42 mestizos y diferente al resto; El mestizo con mayor precocidad fue el M13 con 63.5 días, 4.3 días de diferencia respecto al testigo y con una media de 65 días.

En lo que respecta a floración femenina (FF) solo en la fuente de variación de mestizo se encontró diferencia significativa al 5% de probabilidad, mientras que en densidad y la interacción fueron no significativas. Lo que indica que esta variable depende del genotipo de los mestizos, más que del ambiente.

Rendimiento de forraje verde (RFV)

El rendimiento de forraje verde (RFV), fue diferente estadísticamente para densidad y mestizos y no significativo para la interacción, indicativo de que la densidad tiene un efecto en la producción y que los mestizos difieren en su potencial productivo. Dicho efecto se observa en el Cuadro 2, donde la densidad a 78 mil plantas por hectárea, produjo significativamente más forraje que a 53 mil plantas/ha.

Referente a los mestizos (Cuadro 3), el M01 mostró el mayor RFV con 102.4 t ha^{-1} estadísticamente igual a 18 mestizos más, y superando al testigo Gómez Palacio el cual produjo 81.6 t ha^{-1} . La variable osciló de 59.9 a 102.4 t ha^{-1} con un rango de 42.5 t ha^{-1} lo cual explica la variación entre mestizos. La media de los mestizos se ubicó en 82.9 t ha^{-1} , el cual es muy superior a la media regional la cual de acuerdo a Reta et al. (1999) es de 45 t ha^{-1} .

Rendimiento de elote (RE)

En esta variable el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas en las fuentes de variación densidad (D), mestizos (M) y en la interacción (DxM), por lo que se infiere que la magnitud del elote esta influenciada tanto por la densidad de población como por el genotipo del mestizo (Cuadro 1). En el Cuadro 3, se aprecia que el mestizo M01 produjo al igual que en la variable RFV, la mayor producción de elote con 43.9 t ha^{-1} , significativamente igual a los mestizos M24, M10, M02, M23 y M25, con producciones de 40.5, 40.2, 39.4, 39.2 y 38.3 t ha^{-1} respectivamente. El testigo Gómez Palacio produjo 28.3 t ha^{-1} , 35 por ciento menos que el M01 y por debajo de la producción media de los mestizos.

Índice de elote (IE).

Solo en la fuente de variación de mestizo (M) se encontró una significancia al 1% de probabilidad, en tanto que para la densidad y la interacción no existió significancia (Cuadro 1). Como este índice representa la proporción de elote en la planta, los mestizos M24, M23, M26, M28 y M32 presentaron un índice de 0.5, significativamente

superior y diferente al resto, lo que indica que un 50 por ciento de la masa verde se debe al elote y en consecuencia puede aportar más a la calidad del forraje y a la materia seca. El testigo, estuvo en el grupo que mostraron índices del 0.3, Cuadro 3.

Materia seca (MS)

Se encontró significancia al 1% de probabilidad en las fuentes de variación de densidad (D) y mestizos (M) en tanto que en la interacción no se observó significancia (Cuadro 1), por lo que se deduce que la densidad es un factor a través del cual se puede incrementar la materia seca, tal como se muestra en el Cuadro 2, donde la densidad con mayor número de plantas (D2) fue significativamente superior a la baja densidad (D), lo cual coincide con Cusicanqui y Lauer (1999), obtener incrementos de 1.7 a 4.7 t ha⁻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 t ha⁻¹ al incrementar la densidad de 64 200 a 88 900 plantas/ha. 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 de aumento.

Los mestizos en promedio produjeron 15.7 t ha⁻¹ con un rango de 19.9 a 10.0 t ha⁻¹, donde el mayor valor correspondió al M10 el cual fue significativamente diferente y superior al testigo Gómez Palacio que produjo 15.3 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, que coincide con la producción del mestizo M10, (Cuadro 3).

Fibra detergente ácido (FDA)

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 (Hollard y Kezar, 1990). Respecto a esta variable se encontraron diferencias altamente significativas para las fuentes de variación densidad, mestizos e interacción. Lo anterior, sugiere que la magnitud de la FDA esta influenciada por la población en combinación con el genotipo del mestizo, (Cuadro 1).

La FDA se incrementó significativamente con la densidad, donde la D2 a 78 mil plantas/ha⁻¹, superó en 0.7% a la densidad D1 a 53 mil plantas/ha⁻¹ (Cuadro 2), lo cual coincide con Widdicombe y Telen, (2002) quienes encontraron incrementos lineales en fibra detergente ácida y neutra, y decrementos en el contenido de proteína con el incremento de población.

El contenido de FDA de los mestizos osciló de 35.8 a 54.8 por ciento (Cuadro 1), 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 "buenos 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 3) de los 50 evaluados pueden considerarse de buenos a regulares, el resto como malos a pésimos con porcentajes superiores a 40%. Los nueve mestizos mejor clasificados fueron M28, M24, M26, M23, M10, M27, M06 Y M01, donde sobresale el M10 con la mayor producción de materia seca. Cabe resaltar que la variedad original Gómez Palacio (Testigo) presentó significativamente el porcentaje mas alto con 54.8%.

Fibra detergente neutra (FDN)

Es la porción no soluble del forraje que contiene a la celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice y se menciona comúnmente como la fracción de la pared celular, correlacionada negativamente con el consumo de materia seca, cuanto mayor es la FDN, el animal consume menos forraje (Herrera, 1999).

El análisis de varianza detectó diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para densidades (D), mestizos (M) y para la interacción (DxM), lo que coincide con lo encontrado en la variable FDA (Cuadro 1). Es decir que los valores de FDN están influenciados tanto por la densidad como por el genotipo. La población de plantas/ha incrementó el contenido de FDN, coincidiendo con lo encontrado por Widdicombe y Telen, (2002) y Peña et al., (2006) en maíz (Cuadro 2).

El rango de FDN en los genotipos evaluados osciló de 49 a 64.7 por ciento (Cuadro 1A) 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 oscila entre 24.8 y 61.5%. De acuerdo a la clasificación de González, (1995) los genotipos se ubican de regular a pésimo y de acuerdo a Herrera, (1999) de alta calidad aquellos que se encuentran en el rango de 40 a 52% (Cuadro 3). De acuerdo a lo anterior solo tres de los 50 (6%) de los genotipos son de regular calidad, 64% de mala calidad y 30% de pésima calidad. Los mestizos M16, M23 y la variedad Gómez Palacio, mostraron los mejores porcentajes de FDN con 49.0, 53.0 y 53.5% respectivamente. De acuerdo a Gregorini, (2004), además del contenido de FDN deberá considerarse la digestibilidad de la FDN, pues está relacionada positivamente con el consumo total de la materia seca, producción de leche y aumento de vacas lecheras a inicios de lactancia, pues un aumento de un punto porcentual de la digestibilidad de la FDN esta asociado con un incremento de 0.23 Kg en el consumo de materia seca.

Cuadro 1. Fuentes de variación y significancia de cuadrados medios para las variables en estudio.

FV†	GL	FM	FF	RFV	RE	IE	MS	FAD	FND
R	1	1.12	4.50	714.04	14.7	0.008	11.9	1.8	1.37
D	1	0.01	4.50	13619.1**	2442.8**	0.008	830.8**	23.8**	1395.7**
D x R	1	25.2**	4.50	124.1	4.2	0.002	0.000	0.01	0.05
Mestizos(M)	49	1.17	2.90*	309.5**	104.5**	0.009**	17.9**	36.5**	38.5**
D x M	49	1.25	0.69	126.6	30.4**	0.002	9.6	25.9**	57.1**
Error	98	2.17	1.83	144.0	18.3	0.003	9.9	0.9	0.8
Total	199								
CV (%)		2.3	2.1	14.5	13.7	15.5	20.0	2.2	1.5

*,** Significativo al 0.05 y 0.01% de probabilidad. † FV= Fuentes de variación, R= Repeticiones; D= Densidades; FM=Floración masculina, FF=floración femenina, RFV=rendimiento de forraje verde, RE=peso de elote, IE=índice de elote, MS=materia seca, FDN= fibra detergente neutra y FDA=fibra detergente acida; CV=Coeficiente de variación.

Cuadro 2. Variables agronómicas y porcentaje de fibras en dos densidades de población.

Densidad	FM†	FF	RFV	RE	IE	MS	FDA	FND
D1	64.77 b*	64.9b	74.64 b	27.81 b	0.37 a	13.65 b	41.7 b	56.80 b
D2	64.78 a	65.2a	91.15 a	34.80 a	0.38 a	17.12 a	42.4 a	62.08 a
DMS	2.1	1.9	16.8	6.0	0.08	4.4	1.3	1.3

*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente al 0.05 de probabilidad. †, FM=Floración masculina, FF=floración femenina, RFV=rendimiento de forraje verde, RE=peso de elote, IE=índice de elote, MS=materia seca, FDN= fibra detergente neutra y FDA=fibra detergente acida. D1=57 mil plantas/ha; D2= 78 mil plantas/ha.

Cuadro 3. Valores medios de ocho variables de 30 mestizos y el testigo evaluados en dos densidades en la UAAAN-UL, 2005.

M†	M		M		M		M		M		M		M		
	FM	FF	RFV	RE	IE	MS	FAD	FND							
M22	65.8*	50	67.8*	1	102.4*	1	43.9*	23	0.5*	10	19.9*	28	35.8*	16	49.0*
M25	65.8	16	66.5	9	99.9	24	40.5	24	0.5	8	19.2	24	36.2	23	53.0
M28	65.8	17	66.5	10	98.5	10	40.2	26	0.5	24	19.0	26	37.1	50	53.5
M02	65.3	18	66.5	6	97.0	2	39.4	28	0.5	26	18.8	23	37.6	33	54.8
M07	65.3	34	66.5	42	96.2	23	39.2	47	0.5	6	18.6	10	37.9	44	55.9
M13	65.3	44	66.5	14	93.9	25	38.3	1	0.4	9	18.5	27	38.0	24	56.0
M14	65.3	49	66.5	5	92.5	26	37.3	2	0.4	2	18.4	45	38.3	6	56.2
M15	65.3	15	66.0	19	91.8	7	37.2	3	0.4	1	17.9	6	39.0	9	56.5
M16	65.3	43	66.0	2	91.0	19	36.5	4	0.4	5	17.9	1	39.1	34	56.7
M20	65.3	32	65.8	4	90.8	9	36.4	5	0.4	42	17.6	30	40.1	35	57.0
M21	65.3	37	65.3	8	90.8	27	36.4	6	0.4	4	17.4	49	40.1	21	57.1
M23	65.3	2	65.0	48	89.3	6	35.2	7	0.4	27	17.3	8	40.3	22	57.4
M24	65.3	3	65.0	7	87.8	5	34.9	9	0.4	19	17.1	7	40.9	28	57.6
M26	65.3	4	65.0	44	87.7	22	34.3	10	0.4	31	17.1	34	40.9	26	58.0
M27	65.3	7	65.0	22	87.3	28	33.7	18	0.4	13	17.0	33	41.1	32	58.0
M30	65.3	9	65.0	25	86.8	4	33.1	19	0.4	22	16.9	39	41.1	36	58.4
M32	65.3	11	65.0	31	86.7	14	32.7	20	0.4	23	16.8	29	41.2	3	58.8
M38	65.3	12	65.0	23	86.5	31	32.4	21	0.4	25	16.7	21	41.3	48	58.8
M06	65.0	20	65.0	27	86.4	20	32.3	22	0.4	33	16.6	22	41.3	8	58.9
M10	65.0	22	65.0	13	84.5	42	32.3	25	0.4	46	16.5	9	41.8	27	58.9
M18	65.0	25	65.0	36	84.3	3	32.0	27	0.4	7	16.3	4	42.0	30	58.9
M49	65.0	27	65.0	24	84.2	30	32.0	29	0.4	40	16.2	13	42.0	42	59.1
50(T)	65.0	29	65.0	46	83.0	47	32.0	30	0.4	36	16.1	19	42.0	11	59.4
M03	64.8	31	65.0	26	82.2	35	31.2	31	0.4	48	15.9	17	42.1	5	59.6
M04	64.8	33	65.0	35	81.9	8	31.0	34	0.4	14	15.6	35	42.1	29	59.8
M35	64.8	38	65.0	18	81.7	48	31.0	35	0.4	29	15.6	2	42.2	7	59.9
M39	64.8	45	65.0	50	81.6	45	30.6	37	0.4	16	15.5	31	42.2	15	59.9
M40	64.8	46	65.0	3	81.3	29	30.2	39	0.4	17	15.4	41	42.2	10	60.3
M01	64.5	47	65.0	40	81.3	43	30.0	41	0.4	3	15.3	25	42.3	47	60.3
M09	64.5	48	65.0	43	80.8	21	29.8	43	0.4	50	15.3	47	42.4	17	60.4
X	64.8		65.0		82.9		31.3		0.38		15.7		42.0		59.4
DMS	2.1		1.9		16.8		6.0		0.08		4.4		1.3		1.3

* Significativamente diferente al 0.05% de probabilidad. † M= Numero de mestizo letra cursiva; FM=Floración masculina, FF=floración femenina, RFV=rendimiento de forraje verde, RE=peso de elote, IE=índice de elote, MS=materia seca, FDN= fibra detergente neutra y FDA=fibra detergente acida.

Aptitud Combinatoria General.

La aptitud combinatoria es el método utilizado para escoger los mejores progenitores, donde la aptitud combinatoria general (ACG) determina el comportamiento de una progenie en combinaciones híbridas.

En el Cuadro 4 se presentan los mayores valores de ACG de los mestizos evaluados. Referente al rendimiento de forraje verde (RFV), sobresalen los mestizos M1, M9, M10, M6, y M42 que presentan la mayor ACG con 19.5, 17.0, 15.6, 14.1 y 13.3 t ha⁻¹ respectivamente. En rendimiento de elote (RE), se distinguen por su magnitud M1, M24, M10, M2 y M23 con 12.6, 9.6, 8.8, 8.1, y 7.9 t ha⁻¹ respectivamente. Para materia seca (MS), sobresalen M10, M8, M24, M26 y M6, con valores de 4.24, 3.46, 3.26, 3.15 y 2.91 t ha⁻¹ respectivamente.

Con relación a fibras, se presentan los valores más negativos ya que estos representan una mayor calidad. Así para fibra detergente acida (FDA), los cinco valores mas negativos de ACG lo manifiestan los mestizos M28, M24, M26, M23 y M10, en contraste los valores de

ACG más positivos lo presentan los mestizos M3 y M20, que implican un incremento en la manifestación del Porcentaje de FDA. De manera similar la ACG para FDN los mestizos con mayores valores negativos fueron M16, M23, M33, M44 y M24 con valores que oscilan de -3.41 a -10.45%, en tanto los mestizos con valores positivos fueron M38 y M46.

Con base a los valores de ACG, se pueden formar dos grupos de genotipos: aquellos que muestran altos valores para las variables RFV, RE y MS y otro compuesto con los que muestran valores negativos de ACG para fibras FDA y FDN, los cuales podrían formar parte de un programa de selección recurrente para fijar características y posteriormente entrar a un programa de hibridación.

Cuadro 4. Aptitud combinatoria general de cinco variables en 49 mestizos de maíz.

M †	RFV	M	RE	M	MS	M	FDA	M	FDN
M1	19.5	M1	12.6	M10	4.24	M28	-6.24	M16	-10.45
M9	17.0	M24	9.2	M8	3.46	M24	-5.81	M23	-6.44
M10	15.6	M10	8.8	M24	3.26	M26	-4.91	M33	-4.67
M6	14.1	M2	8.1	M26	3.15	M23	-4.39	M44	-3.53
M42	13.3	M23	7.9	M6	2.91	M10	-4.1	M24	-3.41
M14	11.0	M25	7.0	M9	2.77	M27	-4.06	M6	-3.23
M5	9.6	M26	6.0	M2	2.76	M45	-3.7	M9	-2.94
M19	8.8	M7	5.9	M1	2.25	M6	-3.04	M34	-2.71
M2	8.1	M19	5.2	M5	2.21	M1	-2.91	M35	-2.4
M8	7.9	M9	5.1	M42	1.88	M30	-1.96	M21	-2.31
M4	7.9	M27	5.1	M4	1.69	M49	-1.89	M22	-2
M48	6.4	M6	3.9	M27	1.63	M8	-1.7	M28	-1.82
M7	4.9	M5	3.6	M31	1.44	M34	-1.18	M26	-1.47
M44	4.8	M22	3.0	M19	1.4	M7	-1.14	M32	-1.4
M22	4.4	M28	2.4	M13	1.32	M39	-0.95	M36	-1.04
M25	3.9	M4	1.8	M22	1.24	M33	-0.91	M3	-0.68
M31	3.8	M14	1.4	M23	1.15	M29	-0.78	M48	-0.64
M23	3.6	M31	1.1	M25	1.04	M21	-0.75	M30	-0.54
M27	3.5	M42	1.0	M33	0.89	M22	-0.69	M8	-0.52
M13	1.6	M20	1.0	M46	0.84	M9	-0.27	M27	-0.52
M36	1.4	M3	0.7	M7	0.6	M13	-0.04	M42	-0.34
M24	1.3	M30	0.7	M40	0.53	M19	-0.02	M11	0
M46	0.1	M47	0.7	M36	0.42	M4	0.01	M5	0.15
M26	-0.7	M35	-0.1	M48	0.25	M35	0.07	M29	0.39
M35	-1.0	M8	-0.3	M14	-0.05	M17	0.1	M15	0.44
M18	-1.2	M48	-0.3	M29	-0.12	M31	0.13	M7	0.47
M40	-1.6	M45	-0.7	M16	-0.21	M41	0.17	M10	0.85
M3	-1.6	M29	-1.1	M17	-0.28	M2	0.19	M47	0.88
M43	-2.1	M43	-1.3	M3	-0.44	M25	0.28	M17	0.94
M38	-2.2	M21	-1.5	M18	-0.5	M47	0.38	M4	1.03
M15	-2.9	M44	-1.7	M35	-0.65	M32	0.51	M13	1.11
M11	-3.2	M49	-2.3	M44	-0.76	M15	0.72	M31	1.36
M16	-3.5	M18	-2.5	M15	-0.93	M5	1.06	M37	1.38

† M=Numero de mestizo; FM=Floración masculina, FF=floración femenina, RFV=rendimiento de forraje verde, RE=peso de elote, IE=índice de elote, MS=materia seca, FDN= fibra detergente neutra y FDA=fibra detergente acida.

V. CONCLUSIONES

- A 78 mil plantas/ha (D2) se observó una mayor producción significativa de forraje verde, peso de elote y materia seca.
- Los mestizos M10, M8 y M24 fueron los de mayor rendimiento, aptitud combinatoria general y calidad de forraje.
- Existió precocidad en las variables de floración, lo que significa que estas dependen del genotipo más que del ambiente.
- El M01 mostró mayor RFV con 102.4 t ha^{-1} y mayor rendimiento de elote con 43.9 t ha^{-1} , superando significativamente al testigo variedad criolla Gómez Palacio con 81.6 t ha^{-1} de RFV y un total de 28.3 t ha^{-1} .
- El mayor número de plantas/ha incrementó el contenido de fibras.
- Los mestizos con la mejor combinación en los porcentajes de fibra detergente ácida y neutra fueron el M23 y M24.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cavo en en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN UL.) en torreón Coahuila, durante la primavera del 2005 se formaron 49 mestizos utilizando 49 familias de medios hermanos maternos (FMHM) derivados de la población criolla Gómez Palacio y como probador el híbrido comercial H30G40. En verano del 2005 se evaluaron los 49 mestizos incluyendo como testigo la población Gómez Palacio. El híbrido H30G40 no se incluyó en la evaluación por falta de semilla. Los objetivos fueron seleccionar los mestizos con mayor aptitud combinatoria general en producción y calidad de forraje, conocer el efecto densidad en la producción, calidad de forraje y características agronómicas. Los 49 tratamientos se establecieron en dos densidades de población, a 53 mil y 78 mil plantas ha⁽¹⁾; el diseño experimental fue en bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas y dos repeticiones. En la parcela mayor se asignaron las densidades y en las subparcelas los genotipos. La siembra se realizo el 22 de agosto en surcos sencillos de 3 m por 0.75 m, en seco y manualmente, depositando tres semillas por golpe a una distancia 0.25m y 0.17m para cada densidad respectivamente. Las

variables agronómicas que se evaluaron fueron floración masculina (FM), floración femenina (FF), rendimiento de forraje verde (RFV), peso de elote (PE), índice de elote (IE), materia seca (MS), así como calidad de forraje: fibra detergente neutra (FDN) y acida (FDA).

A 78 mil plantas/ha (D2) se observó una mayor producción significativa de forraje verde, peso de elote y materia seca. Los mestizos (M) con mayor producción de forraje verde (RFV) fueron el M1, M9, y M10, con 102.4, 99.9 y 98.4 ton/ha en peso de elote fueron M1, M24, y M10 con 53.8, 40.5 y 40.1 ton/ha y para materia seca fueron los M10, M8 y M24 con 19.9, 19.1 y 18.9 ton/ha y fueron los de mayor aptitud combinatoria general. El testigo (T), fue estadísticamente inferior MS, RFV, PE e IE que el resto. Respecto a la calidad los mestizos 10, 8 y 24 mostraron valores aceptables de FDN y FDA.

VIII. APENDICE

Cuadro 1A. Valores medios de ocho variables en 49 mestizos y evaluados en dos densidades en la UAAAN-UL, 2005.

M+1	FM	M	FF	M	RFV	M	RE	M	IE	M	MS	M	FAD	M	FND
22	65.8	50	67.8*	1	102.4*	1	43.9*	23	0.5*	10	19.9*	28	35.8*	16	49.0*
25	65.8	16	66.5	9	99.9	24	40.5	24	0.5	8	19.2	24	36.2	23	53.0
28	65.8	17	66.5	10	98.5	10	40.2	26	0.5	24	19.0	26	37.1	50	53.5
2	65.3	18	66.5	6	97.0	2	39.4	28	0.5	26	18.8	23	37.6	33	54.8
7	65.3	34	66.5	42	96.2	23	39.2	47	0.5	6	18.6	10	37.9	44	55.9
13	65.3	44	66.5	14	93.9	25	38.3	1	0.4	9	18.5	27	38.0	24	56.0
14	65.3	49	66.5	5	92.5	26	37.3	2	0.4	2	18.4	45	38.3	6	56.2
15	65.3	15	66.0	19	91.8	7	37.2	3	0.4	1	17.9	6	39.0	9	56.5
16	65.3	43	66.0	2	91.0	19	36.5	4	0.4	5	17.9	1	39.1	34	56.7
20	65.3	32	65.8	4	90.8	9	36.4	5	0.4	42	17.6	30	40.1	35	57.0
21	65.3	37	65.3	8	90.8	27	36.4	6	0.4	4	17.4	49	40.1	21	57.1
23	65.3	2	65.0	48	89.3	6	35.2	7	0.4	27	17.3	8	40.3	22	57.4
24	65.3	3	65.0	7	87.8	5	34.9	9	0.4	19	17.1	7	40.9	28	57.6
26	65.3	4	65.0	44	87.7	22	34.3	10	0.4	31	17.1	34	40.9	26	58.0
27	65.3	7	65.0	22	87.3	28	33.7	18	0.4	13	17.0	33	41.1	32	58.0
30	65.3	9	65.0	25	86.8	4	33.1	19	0.4	22	16.9	39	41.1	36	58.4
32	65.3	11	65.0	31	86.7	14	32.7	20	0.4	23	16.8	29	41.2	3	58.8
38	65.3	12	65.0	23	86.5	31	32.4	21	0.4	25	16.7	21	41.3	48	58.8
6	65.0	20	65.0	27	86.4	20	32.3	22	0.4	33	16.6	22	41.3	8	58.9
10	65.0	22	65.0	13	84.5	42	32.3	25	0.4	46	16.5	9	41.8	27	58.9
18	65.0	25	65.0	36	84.3	3	32.0	27	0.4	7	16.3	4	42.0	30	58.9
49	65.0	27	65.0	24	84.2	30	32.0	29	0.4	40	16.2	13	42.0	42	59.1
50	65.0	29	65.0	46	83.0	47	32.0	30	0.4	36	16.1	19	42.0	11	59.4
3	64.8	31	65.0	26	82.2	35	31.2	31	0.4	48	15.9	17	42.1	5	59.6
4	64.8	33	65.0	35	81.9	8	31.0	34	0.4	14	15.6	35	42.1	29	59.8
35	64.8	38	65.0	18	81.7	48	31.0	35	0.4	29	15.6	2	42.2	7	59.9
39	64.8	45	65.0	50	81.6	45	30.6	37	0.4	16	15.5	31	42.2	15	59.9
40	64.8	46	65.0	3	81.3	29	30.2	39	0.4	17	15.4	41	42.2	10	60.3
1	64.5	47	65.0	40	81.3	43	30.0	41	0.4	3	15.3	25	42.3	47	60.3
9	64.5	48	65.0	43	80.8	21	29.8	43	0.4	50	15.3	47	42.4	17	60.4
12	64.5	40	64.8	38	80.7	44	29.7	45	0.4	18	15.2	32	42.5	4	60.5
17	64.5	5	64.5	15	80.0	49	29.0	49	0.4	35	15.0	15	42.8	13	60.5
19	64.5	8	64.5	11	79.7	18	28.8	8	0.3	44	14.9	5	43.1	31	60.8
34	64.5	10	64.5	16	79.4	41	28.6	11	0.3	15	14.8	42	43.2	37	60.8
36	64.5	14	64.5	17	79.4	50	28.3	12	0.3	38	14.2	16	43.4	18	60.9
37	64.5	23	64.5	29	79.1	15	28.1	13	0.3	28	14.1	18	43.4	20	61.0
41	64.5	24	64.5	12	78.9	46	27.7	14	0.3	39	14.0	44	43.5	19	61.2

42	64.5	28	64.5	41	78.6	12	27.5	15	0.3	45	14.0	36	43.6	25	61.5
43	64.5	30	64.5	30	76.4	16	27.1	16	0.3	20	13.8	40	43.8	1	61.6
46	64.5	35	64.5	45	75.6	13	27.0	17	0.3	30	13.8	46	43.8	2	61.7
47	64.5	36	64.5	49	75.4	39	26.9	32	0.3	34	13.8	37	43.9	14	61.7
48	64.5	41	64.3	32	74.2	17	26.7	33	0.3	41	13.7	12	44.0	49	62.9
5	64.0	42	64.3	47	72.6	36	26.5	36	0.3	11	13.6	48	44.2	39	63.1
8	64.0	1	64.0	20	72.1	34	26.3	38	0.3	49	13.5	38	44.6	41	63.1
11	64.0	6	64.0	39	71.6	33	25.5	40	0.3	12	13.3	11	44.9	45	63.1
31	64.0	19	64.0	21	71.3	37	25.4	42	0.3	43	12.8	43	44.9	12	63.2
33	64.0	21	64.0	37	71.3	11	23.8	44	0.3	37	12.7	14	45.0	40	63.6
45	64.0	26	64.0	34	70.1	40	23.5	46	0.3	21	12.5	20	45.2	43	63.9
29	63.5	39	64.0	28	68.6	38	23.3	48	0.3	47	12.3	3	46.1	46	64.1
44	63.5	13	63.5	32	59.9	32	20.1	50	0.3	32	10.0	50	54.8	38	64.7
X	64.8		65.0		82.9		31.3		0.38		15.7		42.0		59.4
DMS	2.1		1.9		16.8		6.0		0.08		4.4		1.3		1.3

* Significativo al 0.05 de probabilidad. † M= Numero de mestizo; FM=Floración masculina, FF=floración femenina, RFV=rendimiento de forraje verde, RE=peso de elote, IE=índice de elote, MS=materia seca, FDN= fibra detergente neutra y FDA=fibra detergente acida.

Cuadro 2 Aptitud combinatoria general de cinco variables evaluadas en 50 genotipos de maíz.

M †	RFV	M	RE	M	MS	M	FDA	M	FND
1	19.5	1	12.6	10	4.24	28	-6.24	16	-10.45
9	17	24	9.2	8	3.46	24	-5.81	23	-6.44
10	15.6	10	8.8	24	3.26	26	-4.91	50(T)	-5.97
6	14.1	2	8.1	26	3.15	23	-4.39	33	-4.67
42	13.3	23	7.9	6	2.91	10	-4.1	44	-3.53
14	11	25	7	9	2.77	27	-4.06	24	-3.41
5	9.6	26	6	2	2.76	45	-3.7	6	-3.23
19	8.8	7	5.9	1	2.25	6	-3.04	9	-2.94
2	8.1	19	5.2	5	2.21	1	-2.91	34	-2.71
8	7.9	9	5.1	42	1.88	30	-1.96	35	-2.4
4	7.9	27	5.1	4	1.69	49	-1.89	21	-2.31
48	6.4	6	3.9	27	1.63	8	-1.7	22	-2
7	4.9	5	3.6	31	1.44	34	-1.18	28	-1.82
44	4.8	22	3	19	1.4	7	-1.14	26	-1.47
22	4.4	28	2.4	13	1.32	39	-0.95	32	-1.4
25	3.9	4	1.8	22	1.24	33	-0.91	36	-1.04
31	3.8	14	1.4	23	1.15	29	-0.78	3	-0.68
23	3.6	31	1.1	25	1.04	21	-0.75	48	-0.64
27	3.5	42	1	33	0.89	22	-0.69	30	-0.54
13	1.6	20	1	46	0.84	9	-0.27	8	-0.52
36	1.4	3	0.7	7	0.6	13	-0.04	27	-0.52
24	1.3	30	0.7	40	0.53	19	-0.02	42	-0.34
46	0.1	47	0.7	36	0.42	4	0.01	11	0
26	-0.7	35	-0.1	48	0.25	35	0.07	5	0.15
35	-1	8	-0.3	14	-0.05	17	0.1	29	0.39
18	-1.2	48	-0.3	29	-0.12	31	0.13	15	0.44
50	-1.3	45	-0.7	16	-0.21	41	0.17	7	0.47
40	-1.6	29	-1.1	17	-0.28	2	0.19	10	0.85
3	-1.6	43	-1.3	50(T)	-0.4	25	0.28	47	0.88
43	-2.1	21	-1.5	3	-0.44	47	0.38	17	0.94
38	-2.2	44	-1.7	18	-0.5	32	0.51	4	1.03
15	-2.9	49	-2.3	35	-0.65	15	0.72	13	1.11
11	-3.2	18	-2.5	44	-0.76	5	1.06	31	1.36
16	-3.5	41	-2.8	15	-0.93	42	1.19	37	1.38
17	-3.5	50(T)	-3.1	38	-1.51	18	1.34	18	1.44
29	-3.8	15	-3.2	28	-1.6	16	1.36	20	1.56
12	-4.1	46	-3.7	39	-1.72	44	1.48	19	1.78
41	-4.3	12	-3.8	45	-1.73	36	1.55	25	2.03
30	-6.5	16	-4.3	20	-1.86	46	1.76	1	2.18
45	-7.3	13	-4.4	30	-1.88	40	1.76	14	2.27

49	-7.5	39	-4.4	34	-1.94	37	1.89	2	2.3
33	-8.7	17	-4.6	41	-2.01	12	1.92	49	3.43
47	-10.3	36	-4.8	11	-2.04	48	2.2	45	3.65
20	-10.8	34	-5	49	-2.21	38	2.56	41	3.67
39	-11.3	33	-5.8	12	-2.36	11	2.87	39	3.7
37	-11.6	37	-5.9	43	-2.91	43	2.88	12	3.75
21	-11.6	11	-7.5	37	-2.94	14	2.92	40	4.11
34	-12.8	40	-7.8	21	-3.2	20	3.15	43	4.47
28	-14.3	38	-8.1	47	-3.36	3	4.03	46	4.62
32	-23	32	-11.3	32	-5.74	50(T)	12.74	38	5.29

† M=Numero de mestizo; FM=Floración masculina, FF=floración femenina, RFV=rendimiento de forraje verde, RE=peso de elote, IE=índice de elote, MS=materia seca, FDN= fibra detergente neutra y FDA=fibra detergente acida.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allard R W (1980) Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.
- Allison J C S, Curnow R N (1966) "On the choice of tester parent for the breeding of Synthetic Varieties of maize", *Crop Science*, 6(&): 541-544.
- Beard D F (1940) Relative values of unrelated single crosses and open pollited variety as tester of inbred lines of corn. Ohio. State. Univ. Ph. D. Thesis.
- Buxton D R, D. Red Earn, H Jung, D. Merten (1996) Improving forage quality- related characteristics of corn. US dairy forage Research center, information Conference whit Dairy forage industries. Pp. 23-28.
- Cantú B J E (2003) Principios de bromatología animal. Quinta Edición. Pp. 224-247.
- Chávez A J L (1994) mejoramiento de plantas 2, métodos específicos de plantas alogamas. Editorial Trillas,S.A. de C.V. 50, 51p.
- Chávez A J L, López P (1990) Apuntes de mejoramiento de plantas II. UAAAN, Buena vista, Saltillo, Coah. México. p. 91-104.
- Coors J G, P R Carter, R B hunter (1994) Silage corn. P. 305-340 A. R. Hallauer (Ed) speciality corn. CRC. Pres, Boca Raton, Fl.
- Cox W J, D J R Cherney, J J Hancher (1998) Row spacing, plant density, and plant density effects on corn silage yield and quality. *J. Prod. Agric.* 11: 128-134.
- Cox W J, H Cherney, D J Cherney, W D. Pardee (1994) Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. *Agro J.* 86:277-282.
- Cruz LL De La, J Ron P, J L Ramírez D, J J Sánchez, MM Morales R, M chuela B, S Mena M (2002) heterosis y aptitud combinatoria en híbridos comerciales y germoplasma exótico de maiz en jalisco México, *Revista fitotecnia, México* Vol. 26 (1): 1-10

- Cusicanqui J A, J G Lauer (1999) Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agro. J.* 91: 911-915.
- Davis R L (1927) "Report of the plant breeder" Puerto Rico Agro. Exp. Sta. *Ann. Rpt.*, 14-15p.
- Daynard T B, J F Muldoon (1983) plant-of plant variability of maize plants grown at different densities. *Can. J. plan Sci.* 61:843-849.
- De León C H (1987) Selección recurrente en familias de hermanos con pedigrí en Maíz (*Zea mays* L.), Tesis Maestría UAAAN. Buena Vista, Saltillo, Coah. México.
- Galarza S M, M H Ángeles A, J D Molina G (19739) Estudio comparativo entre la prueba de líneas y prueba de mestizo para evaluar aptitud combinatoria general de líneas S₀ de maíz (*Zea mays* L). *Agro ciencia.* 11:127.139. Chapingo, México.
- Gregorini P(2004) Valor alimenticio del ensilaje de maíz de planta entera. In *Textos de interés general.* Facultad de Ciencias Agrarias, Buenos Aires Argentina.
- Gutiérrez R E, A Palomo, A. Espinoza B, E Lázaro () Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. *Revista fitotecnia Mexicana.* 25: 271-277.
- Herrera S R (1999) la importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de ensilaje. En: 2^o Taller nacional de especialidades de maíz, UAAAN. 9 y 10 de septiembre de 1999. Saltillo, Coahuila, México. P. 133-137.
- Hiorth G E (1985) *Genética cuantitativa i: Fundamentos biológicos.* Universidad de Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias. Argentina. P. 223.
- Hollard C, W Kezar (1990) *Pioneer forage manual. A nutritional guide.* Pioneer Hi-bred internacional, inc.

- Hull F H (1945) recurrent selection for specific combining ability in corn. *Agro. J.* 37 .p 134-145.
- Jenkins M T (1932) Methods of testing inbred lines of maize in cross-bred combinations, *J. Am, Soc. Agro.* 24: S 23-530
- Jenkins M T (1940) The segregation of genes affecting yield of grain in maize. *J. Amer. Soc. Agro.* 32: 55-63.
- Jungenheimer W R (1981) Maíz. Editorial LIMUSA.Mexico.
- Jungenheimer W R (1985) Maíz. Variedades mejoradas, método de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA. México. P. 841
- Keller K R (1949) A comparison involving the number of relations hip Between, tester in evaluating inbred lines of maize. *Agro. J.* 41:323-331.
- Márquez S F (1988) Geotecnia Vegetal, métodos teoría, resultados. Tomo II. Primera ED. GT edit. S. A. México. pp. 144-161.
- Matzinger D F (1953) Comparison of the types of testers for evaluation of inbred lines of corn. *Agro. J.* 45:493-495.
- Mc Leon S D, S K Vasal, S Pandey, G Sriniva (1957) The use tertes to exploit heterosis in tropical maize at CIMMYT in: Book of abstracts. The genetics and exploitation of heterosis in crops. An international symposium Mexico D.F. Pp 26-27.
- Moreno-Gonzalez J, I Martinez, H I Brichette, A Lopez P Castro (2000) Breeding potential of European flint and U.S. Corn Belt dent maize population for forage use. *Crop sci.* 40:1588-1595.
- Nelso C L, L E Moser (1994) Plan factors affecting forage quality. In: forage quality, evaluation and utilization. Fahey, G. C. Jr. Editor. American Society of agronomy, Inc. crop Science Society of American, Inc. Soil Science of América, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Núñez H G, F E Contreras G, R Faz C, R Herrera S (1999) Componentes tecnológicos para la producción de ensilados de maíz y sorgo. INIFAP-CIRNOC-CELALA. 52 P.

- Núñez H G, E F Contreras G, R. Faz C. (2003) características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. Tec. Pecu. Mex. 41: 4748 p.
- Peña R A, F González C, G Núñez H, 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. Rev. Fitotec. Mex.29(3) 207-213.
- Peña R A, G Núñez H, F González C (2003) importancia de la planta el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. Tec. Pecu. Mex. 41:63-74.
- Peña R A, G Núñez H, F González C (2002) potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Tec. Mex. 40:215-228.
- Pinter L, Z Alfoldi, Z Burucs, E Paldi (1994) Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. Agro J. 86: 799-804.
- Perez F R, Arévalo C G, Spzz S, Gargiulo C A (1986) Selection between an within half-sib families in the maize variety TEEA64. Plant.
- Ramirez R G, Quintanilla-Gonzalez J B, Aranda J (1997) White-tailer Deer fod habits in north-eastern Mexico. Small Rmin.Res. 25:142-148.
- Rawlings J O, Thompson D L (1962) "Performance level as criterion for the choice of maize testers", Crop Science, 2(3):217-220.
- Reta S D G, J S Carrillo A, A Gaytan M, J A cueto W (2001) Sistemas de productividad para incrementar la productividad y Sustentabilidad del maíz en la comarca lagunera. CELALA-CIRNOC-INIFAP; CENID-RASPA-INIFAP. 21p.
- Reta S D, A Gaytan M (1999) sistemas de producción para incrementar la productibilidad y sustentabilidad de maíz para grano y forraje. Publicación especial. CÉLALA-INIFAP-SAGARPA.

Rodriguez H S A, J Santa R, A J Lozano R, J G Bolaños J, M E Vásquez B (1999) fitomejoramiento del maiz para ensilaje. In: 2° Taller nacional de especialidades de maiz. UAAAN, 9 y 10 de septiembre de 1999. Saltillo, Coahuila, México. p 181-186

Sánchez M, P E (1961) genética. Impreso en Madrid, España P. 328-145.

Segovia A M (1990) selección de líneas de maiz de S₀ derivadas de la población, 76, mediante uso de probadores y ambientes. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buena Vista Saltillo Coah Mex.

Sprague G F, L A Tatum (1942) General and specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agro. 34:923-932.

Van Soest P J (1996) Environmental and forage quality. Proc Cornell nutrition conferences for feed manufacturer. Búfalo, NY. pp. 1-6.

Vergara N, A Ramírez, M sierra, H Córdoba (2002) comportamiento de cruza simples y aptitud combinatoria de líneas tropicales de maiz de grano blanco. In: memoria de la XLVIII reunión anual del programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales. Republica dominicana. 52 p.

Weiss W P (1998) Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. J. Dairy Sci. 81: 830-839.

Widdicombe W D, K D Thelen (2002) Row width and plant density effect on corn forage hybrids. Agro J. 94:326-330.

Wolf D P, J Coors, K A Albrch, d J Under Sander, P R Carter (1993) Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. Crop Sci. 33:1359-1365

<http://mejorpasto.com.ar/UNLZ/2004/TX2.htm>.