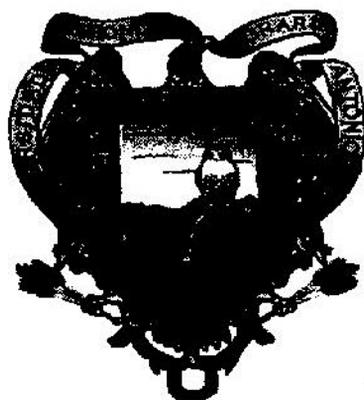


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDA LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**ACG DE HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ USANDO COMO
PROBADORES LÍNEAS AUTOFECONDADAS**

POR

JESÚS BARRETO MARÍN

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

ABRIL 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDA LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JESÚS BARRETO MARÍN ELABORADA BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OBTENER EL TITULO DE:

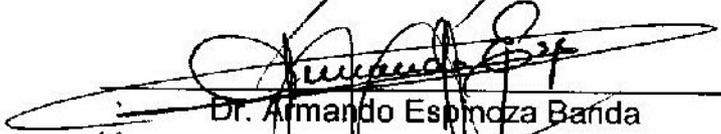
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

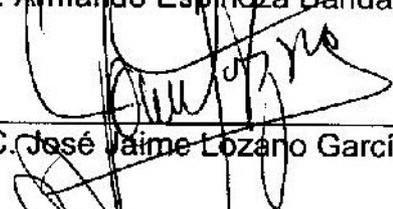
Asesor principal


Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

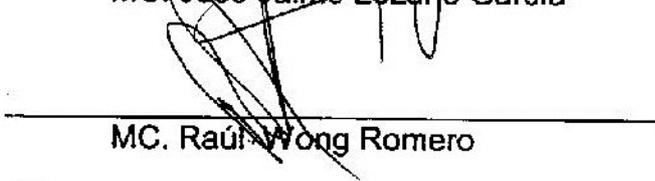
Asesor


Dr. Armando Espinoza Banda

Asesor

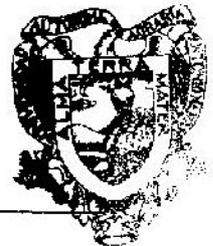

MC. José Jaime Lozano García

Asesor


MC. Raúl Wong Romero

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS


MC. José Jaime Lozano García



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila

Abril de 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDA LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JESÚS BARRETO MARÍN QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

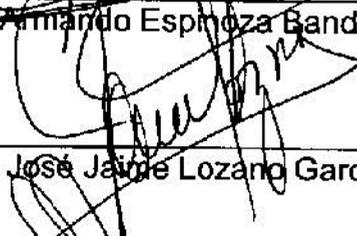
Presidente:


Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

Vocal:


Dr. Armando Espinoza Banda

Vocal:


MC. José Jaime Lozano García

Vocal suplente:


MC. Raúl Wong Romero


COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS

MC. José Jaime Lozano García



Coordinación de la División de
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila

Abril de 2005

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por permitirme llegar hasta el día de hoy en que culminare una etapa mas de mi vida.

A mi "Alma Terra mater" por abrirme las puertas para cursar una carrera.

AMIS ASESORES

Dr. EMILIANO GUTIERREZ DEL RIO
Dr. AR MANDO ESPINOZA BANDA
MC.. RAÚL WONG ROMERO
MC.. JOSE JAIME LOZANO GARCIA

Por darme la oportunidad de adquirir sus conocimientos y de esta manera titularme

A MIS COMPAÑEROS DE CLASE

TOMAS, ANABELL, CARMEN, PEDRO, LEONARDO, DONACIANO, TOALA, ISIDRO, EFRÉN Y FERNANDO.

Por haber convivido conmigo durante mi estancia en la escuela

A todos los maestros que me ilustraron con sus conocimientos, al igual que todas aquella personas que de una u otra forma participaron en mi formación profesional les agradezco y les doy mil gracias.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

**SR. MARTÍN BARRETO RIVERA
SRA. DALILA MARIN VELÁSQUEZ**

A quienes con su amor, apoyo y consejos me brindaron la oportunidad de terminar una carrera sin importar los esfuerzos y sacrificios que pudieran pasar.

A MIS ABUELOS

**SR. LOURDES BARRETO
SRA. BONIFACIA RIVERA**

Por darme siempre su apoyo, ánimos y consejos para salir adelante.

A MIS ESPOSA

ARISBETH CARRILLO

Quien ha decidido compartir su vida a mí lado.

A MIS HERMANOS

IGNACIO, EDUARDO, AZUCENA Y SALVADOR

Por su cariño, apoyo y con quienes he convivido y pasado ratos muy agradables.

A MIS TIOS

PEDRO, BENJAMÍN Y MARIANO

Por motivarme para que concluyera mis estudios.

ÍNDICE

| | Página |
|--|--------|
| I. INTRODUCCIÓN ----- | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA ----- | 5 |
| El maiz como cultivo forrajero----- | 5 |
| Híbrido----- | 6 |
| Probador----- | 7 |
| Mestizos----- | 8 |
| Líneas puras----- | 10 |
| Aptitud combinatoria----- | 11 |
| III. MATERIALES Y METODOS ----- | 14 |
| Localización geográfica del área de estudio----- | 14 |
| Material genético----- | 14 |
| Diseño y parcela experimental----- | 15 |
| Manejo agronómico----- | 15 |
| Siembra----- | 15 |
| Fertilización----- | 16 |
| Riego----- | 16 |
| Control de plagas----- | 16 |
| Control de maleza----- | 17 |
| Variables agronómicas evaluadas----- | 17 |
| Floración femenina----- | 17 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Floración masculina | 17 |
| Altura de planta | 17 |
| Altura de mazorca | 18 |
| Rendimiento de forraje verde | 18 |
| Peso de elote total | 18 |
| Peso de elote | 19 |
| Peso de totomoxtle | 19 |
| Materia seca | 20 |
| Análisis estadístico | 21 |
| Análisis genético | 21 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 22 |
| Análisis de varianza | 22 |
| Medias de probadores | 24 |
| Aptitud combinatoria general y medias | 25 |
| Análisis de correlaciones fenotípicas | 35 |
| V. CONCLUSIONES | 38 |
| VI. RESUMEN | 40 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA | 42 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro numero. | Pagina. |
|----------------|--|
| 3.1 | Descripción del material.-----15 |
| 4.1 | Cuadrados medios de los análisis de varianza de nueve variables evaluadas de maíz forrajero en el campo experimental de la UAAAN -- UL. Torreón, Coah 2004.-----23 |
| 4.2 | Comparación de medias de probadores para nueve características agronómicas evaluadas en el campo experimental de la UAAAN-UL. 2004.-----24 |
| 4.3 | Comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) APT aptitud combinatoria general para la variable (PFV) producción de forraje verde.-----25 |
| 4.4 | Comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (PET) producción de elote total.-----27 |
| 4.5 | Comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (PE) producción de elote.-----28 |
| 4.6 | Comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (PTO) producción de totomoxtle.-----29 |
| 4.7 | Comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (PMS) producción de materia seca.-----30 |
| 4.8 | Comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (APL) altura de planta-----31 |
| 4.9 | Comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (AMZ) altura de mazorca.-----32 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.10 | Comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable floración femenina.----- | 33 |
| 4.11 | Comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (FM) floración masculina.----- | 35 |
| 4.12 | Correlaciones fenotípicas para nueve variables de maíz forrajero evaluados en el campo experimental UAAAN-UL: torreón, Coah 2004---- ----- | 36 |

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cereales de rápido crecimiento y con una buena capacidad reproductiva, este cultivo, después del arroz y el trigo, se considera el mas importante a nivel mundial en la alimentación humana y en la actualidad también para los animales (FAO, 1993). De acuerdo con la información de la USDA, la superficie mundial cosechada se ubica en 283.3 millones de hectáreas, en promedio anual, entre los años 1996/97, 2002/2003.

Los principales países productores de maíz por orden de importancia son: Estados Unidos, China, la Unión Europea, Brasil, Argentina, Sudáfrica y México. De los cuales se obtiene mas del 80 por ciento de la producción mundial, la cual se ubica, en un promedio anual, 595.3 millones toneladas en los últimos años. Nuestro país produjo alrededor de 17.8 millones de toneladas de maíz, en promedio anual, en los últimos ocho años, que si lo comparamos con el promedio mundial, indica que México produce cerca del 3 tres por ciento mundial, lo que lo ubica por arriba de países como Argentina y Sudáfrica.

En México el maíz es un cultivo de enorme importancia social y económica. Ocupa el 62% de la superficie cultivada y da empleo a cerca de

3 millones de agricultores. Representa la mitad del volumen total de alimentos que consumen los mexicanos cada año y proporciona a la población cerca de la mitad de las calorías requeridas. Se estima que entre 15 y 18 millones de personas dependen en el país de la producción de esta especie para ganarse la vida. Su cultivo se extiende a lo largo de todo el territorio nacional, sobre distintos contextos geográficos, ecológicos, técnicos y sociales. Se considera a México como el centro de origen del maíz y el de mayor diversidad de la especie.

Sin duda que uno de los granos que mas demanda tiene en el mundo es el maíz, es utilizado tanto en la dieta de los humanos, como alimento forrajero o como materia prima en la agroindustria, así que juega un papel importante en la economía de muchos países.

El cultivo de maíz en México no es para la elaboración de alimentos balanceados sin embargo, con el paso de los años este consumo ha tomando mayor importancia gracias al desarrollo del sector pecuario, prueba de ello es que en el ciclo 1996/1997 el consumo de maíz con fines forrajeros fue de 32.1 por ciento; para el ciclo 2002/2003, este porcentaje se incremento a 38.5 por ciento.

En la Comarca Lagunera se siembran aproximadamente 60 000 has de maíz para grano y forraje, el maíz para forraje ocupa un lugar importante dentro del rango de los cultivos por su alto contenido energético que introduce a las raciones para el ganado bovino lechero. Actualmente en

la región la producción promedio de forraje es de 45 toneladas de forraje fresco y 15 toneladas de forraje seco.

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 necesaria la selección de mejores híbridos (Núñez 1999).

El mejoramiento del maíz es un proceso continuo y constante en la formación de híbridos y variedades para uso comercial. El conocimiento de los diversos tipos de acción génica y la importancia de estos en la determinación de ciertos caracteres de interés, es básico para lograr rápidos avances en un programa de mejoramiento genético; algunos de los sistemas ideados para conocer y evaluar la acción génica de caracteres cuantitativos es el de cruzamientos dialélicos y diseños de apareamiento genético de Carolina del Norte que permiten determinar las combinaciones superiores, seleccionar los mejores progenitores y diseñar los métodos de mejoramiento más eficientes, sin embargo, existen métodos más sencillos y prácticos como la prueba de mestizos que nos permiten conocer parámetros genéticos como ACG de materiales como líneas probadoras de híbridos comerciales que nos proporcionarían combinaciones híbridas sobresalientes para utilizar en un futuro inmediato .

Objetivos

- Formar y evaluar híbridos de maíz forrajero usando líneas de maíz de alta homocigosis como probadores, en combinación con híbridos comerciales.

-Caracterizar los mejores híbridos forrajeros, considerando la estimación de ACG de los principales rasgos agronómicos.

Planteamiento de Hipótesis

HO: no existen diferencias significativas entre líneas endogámicas probadoras de maíz y entre sus cruzas con híbridos comerciales

Metas

-Formar materiales de maíz de base genética híbrida.

-Producir a corto plazo mejores híbridos de maíz para grano y forraje.

II. Revisión de literatura

El maíz como cultivo forrajero

Ramírez (1997), menciona que la utilización de forraje en 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.

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 (Nuñez *et al*, 1999)

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

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

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 por ciento, valor relativo de forraje mayor a 120 (la alfalfa tiene 160), energía neta de lactancia mayor a 1.45 MgCal/Kg., digestibilidad de la materia seca mayor a 65 por ciento, contenido de fibra detergente ácido menor al 30 por ciento y contenido de fibra detergente neutra menor a 60 por ciento (Vergara, 2002).

Híbrido

La hibridación, es un método de mejoramiento genético con mayor eficiencia en la producción de maíz, ya que los resultados reflejan un incremento marcado en productividad sobre los niveles de rendimiento de las variedades de polinización libre, debido a que se explota directamente el fenómeno de vigor híbrido o heterosis (CIMMYT, 1987).

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

De la Loma (1954), dice que el objetivo inmediato de la hibridación es la producción de ejemplares que presenten nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres y, generalmente, mayor vigor por ambas

causas constituye un método de gran interés, cuya aplicación se ha extendido de modo notable.

Sprague y Miller (1951), mencionan que la obtención del híbrido de maíz esta básicamente fundamentada en la utilización de líneas puras. Los fitomejoradores están conciente que es necesario un alto grado de endogamia para poder fijar los caracteres de los progenitores y de esta manera transmitirlos a su progenie, teniendo una mejor evaluación de su comportamiento final.

El maíz para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, desde 40 – 90 t ha⁻¹ de forraje verde en un corto tiempo y el valor nutritivo va de bueno a excelente, dependiendo de la etapa de crecimiento que se encuentra el cultivo al momento de la cosecha (Amador y Boschini, 2000; Wang – yeong *et al.*, 1995).

Probador

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 cruza.

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

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.

Rawlings y Thompson (1962), señalan que el mejor probador es aquel que clasifica y elimina adecuadamente el material en evaluación.

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.

Hallauer (1975), reporta que el probador mas adecuado debe ser simple en su uso y que maximice las ganancias por selección.

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

Jungenheimer (1985), señala que los probadores deben seleccionarse por su capacidad para combinar las líneas con otras.

Mestizos

Oscar (1983), los mestizos son, por descripción, el resultado de cruzar cada una de las líneas que se desean 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, sino que también es útil en la selección final de las líneas que puedan formar un híbrido.

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

Davis (1927) propuso la prueba de mestizos (línea por variedad) para probar ACG de las líneas. Pero Jenkins y Brunson (1932) presentaron datos más completos sobre el valor del método. Ellos compararon el 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, que rindieron poco, reportaron un promedio bajo en cruza, y aquellos cuyo mestizo tuvo 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 mucho del tipo de probador utilizado.

Top- cross (mestizo) cuando en la cruce de prueba se usa un probador de amplia base genética, como son las poblaciones heterocigotas, 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 más altos de ACE al utilizar una línea homocigota como probador (Chávez, 1994).

Líneas puras

Chávez (1995), menciona que una línea autofecundada es aquella que es pura, originada generalmente por auto polinizaciones sucesivas y selección hasta obtener plantas aparentemente homocigotas esto requiere de cinco a siete generaciones sucesivas, se puede diferenciar fácilmente; cuando esto sucede se dice que la línea es altamente homocigota o sea que todas las plantas de esta línea tienen la misma constitución genética en lo referente a las unidades de herencia, estas unidades se transmiten en un 100 por ciento tanto a través de su polen como de sus óvulos.

Jungenheimer (1985), menciona que el método clásico para desarrollar líneas puras endocriadas comprende generalmente la selección de las plantas durante el tiempo de autofecundación sobre la base de la apariencia física de un surco de plantas sembradas con semilla de la misma mazorca. Para formar líneas autofecundadas, es necesario partir de poblaciones previamente seleccionadas sobre la base de su amplia variabilidad genética.

Aptitud combinatoria

Gutiérrez (2002), mencionó que el termino aptitud combinatoria significa la capacidad de un individuo o de una población de combinarse con otros, dicha capacidad es mediante por medio de su progenie y debe determinarse no sólo en un individuo de la población sino en varios, con la finalidad de poder seleccionar los cruzamientos más adecuados para seleccionar los híbridos comerciales. Márquez (1988), señala que generalmente el termino de aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad es medida por medio de su progenie, sin embargo la aptitud combinatoria debe de determinarse no en un solo individuo de la población si no en varios, a fin de poder realizar una selección de aquellos que exhiban la más alta.

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 muchas otras líneas. Se pueden usarse probadores adecuados para determinar que líneas pueden sustituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedores.

La aptitud combinatoria específica (ACE) es el desempeño individual de una línea pura en una combinación híbrida específica.

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

Sprague y Tatum (1942), el término de aptitud combinatoria general (ACG) lo emplearon para designar el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas a través de sus cruzamientos con un conjunto de líneas diferentes a su vez, y el término aptitud combinatoria específica (ACE) como los casos en los cuales ciertas combinaciones lo hacen mejor (o peor) de lo que podía esperarse sobre la base del comportamiento promedio de las líneas involucradas, en resumen, la ACE es el rendimiento relativo de cada cruce específica.

Chávez (1994), menciona que la aptitud combinatoria general (ACG) es el efecto promedio que una cruce causa a sus cruces, medido

como la desviación de la media general. Es decir, lo que una línea hereda a sus progenitores en promedio de muchas cruzas.

Cuadro 3.1 Descripción del materia.

| Probador x híbrido | Probador x híbrido | Probador x híbrido |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| 311 X 3202 | 12 X 3202 | 1 X 3202 |
| 311 X C908 | 12 X C908 | 1 X C908 |
| 311 X 3025 | 12 X 3025 | 1 X 3025 |
| 311 X LEON | 12 X LEON | 1 X LEON |
| 311 X VENADO | 12 X VENADO | 1 X VENADO |
| 311 X 7597 | 12 X 7597 | 1 X 7597 |
| 311 X PUMA | 12 X PUMA | 1 X PUMA |
| 311 X POTRO | 12 X POTRO | 1 X POTRO |
| 311 X DK2000 | 12 X DK2000 | 1 X DK2000 |
| 311 X DK2002 | 12 X DK2002 | 1 X K2002 |
| 311 X POSEIDON | 12 X POSEIDON | 1 X POSEIDON |
| 311 X 30G40 | 12 X 30G40 | 1 X 30G40 |
| 311 X 30G54 | 12 X 30G54 | 1 X 30G54 |
| 311 X CRONOS | 12 X CRONOS | 1 X CRONOS |

Diseño y parcela experimental

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar con dos repeticiones y 42 tratamientos que resultaron de cruzar 3 líneas endogámicas como probadores con 14 híbridos comerciales. La parcela experimental estuvo constituida por 1 surco de 3 metros de largo y 0.75 m entre surco y surco, con una distancia entre planta y planta de 16 cm dando una densidad de 85,000 plantas por ha^{-1} .

Manejo agronómico

Siembra

La siembra se llevó a cabo el 21 agosto del 2004 en el campo experimental de la UAAAN, se realizó en forma manual depositando de 2 a 3 semillas por

golpe, a una distancia de 16 cm entre planta y planta en surcos de 75 cm entre surco y surco. A los 21 días después de la siembra se realizó el aclareo dejando una planta cada 16 cm.

Fertilización

Se realizó una sola aplicación de fertilizante el 11 de septiembre en forma manual, con una dosis de 200-100-00, a base de Urea (46-00-00) y superfosfato triple de calcio (00-46-00).

Riegos

El riego se efectuó una vez por semana. el suministro se realizó por medio de cintilla, procurando tener la humedad suficiente durante el ciclo.

Control de plagas

La aplicación de insecticida se realizó para gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), chicharrita (*Peregrinus maidis*), y pulga negra (*Chaetocnema pulicaria*) con aplicaciones de Lorsban con dosis de 1 L ha⁻¹.

Control de maleza

Para el control de maleza se aplicó un herbicida de preemergencia (Primagran) con una dosis de 3 litros por hectárea y a los 25 días después de la siembra se aplicó 2-4 de armina con una dosis de 1 L ha⁻¹.

Variables agronomías evaluadas

Floración femenina (FF)

Se expreso como el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas mostraron los pelillos del jilote.

Floración masculina (FM)

se expresó como el número de días transcurridos hasta que el 50% de las plantas estaban en periodo de antesis, soltando polen.

Altura de planta (APL)

Se tomo desde la superficie del suelo al punto superior de la espiga, se expreso en centímetros. Se muestrearon cinco plantas representativas y se calculo el promedio de las mismas.

Altura de mazorca (AMZ)

Se tomo la medición desde la superficie del suelo al nudo de la inserción de la mazorca principal y se expreso en centímetros. Se muestrearon cinco plantas representativas y se calculo el promedio de las mismas.

Rendimiento de forraje verde (RFV)

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

$$RFV = \frac{PhXD_s}{Np}$$

donde: Ph: Pesos húmedo de las planta muestreadas. Ds: Densidad de siembra (85,000). Np: Número de plantas muestreadas (3).

Peso de elote total (PET)

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 siguiente formula.

$$PET = \frac{PETXD_s}{N_p}$$

donde: PET: Pesos húmedo de los elotes de las planta muestreadas. Ds: Densidad de siembra (85,000). Np: Número de plantas muestreadas (3).

Peso de elote (PE)

Esta variable se determino pesando el elote sin 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 siguiente formula.

$$PE = \frac{PEXD_s}{N_p}$$

donde: PE: Pesos húmedo de los elotes sin totomoxtle de las planta muestreadas. Ds: Densidad de siembra (85,000). Np: Número de plantas muestreadas (3).

Peso de totomoxtle (PTO)

Se determino separando el elote del 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 siguiente formula.

$$PTO = \frac{PTOXDs}{Np}$$

donde: PTO: Pesos húmedo de las hojas del elote (totomoxtle) de las plantas muestreadas. Ds: Densidad de siembra (85,000). Np: Número de plantas muestreadas (3).

Materia seca (PMS)

Se cortaron tres plantas de la parcela se trituraron y de la mezcla se tomo una muestra de 400g el cual se llevó a una estufa de secado en un periodo de 48 horas a una temperatura de 65° C, una vez secas se pesaron y se determino el porcentaje de materia seca y se expreso en t ha⁻¹

$$MS = \frac{FSx100\%}{400g}$$

donde: FS = forraje seco expresado en gramos, 400 g = muestra de forraje verde expresada en gramos, 100% = peso total de la muestra expresada en porcentaje.

Posteriormente se determinó el rendimiento de materia seca con la siguiente fórmula y se expreso en t ha⁻¹.

$$RMS = \frac{\%MSXRFV / Ha}{100\%}$$

donde: %MS = % de materia seca, RFV = rendimiento de forraje verde expresado en toneladas por hectárea, 100% = peso total del forraje seco expresado en porcentaje.

Análisis estadístico

El diseño que se utilizó en el campo fue el de bloques al azar con dos repeticiones, usando el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$$

donde: μ = media general; $\tau_i + \beta_j$ = los efectos de tratamientos y repeticiones; ϵ_{ij} error experimental para cada observación (ij).

Análisis genético

Para el análisis de datos se utilizó el diseño I de Carolina del Norte propuesto por Comstock y Robinson (1948).

$$y_{ij} = \mu + R_k + P_i + h_j + (Ph)_{ij} + (PR)_{ik} + E_{ijk}$$

donde: Y_{ij} = valor fenotípico observado de la cruce de híbrido por probador ; μ = media general; R_k = repetición; P_i = probadores; H_j = híbridos; $(Ph)_{ij}$ = probador por híbridos; $(PR)_{ik}$ = probador por repetición; E_{ijk} = error.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza

Los resultados de análisis de varianza se presentan en el cuadro 4.1, donde se puede observar que, para la fuente de variación probadores las variables PFV, PTO, APL, FF, FM y AMZ se encontró diferencia estadística al 0.01 de probabilidad no presentaron diferencia estadística las variables PET y PMS. Para la fuente de variación tratamiento las variables PTO resultó significativa al 0.05 de probabilidad, las variables APL, FF y AMZ resultaron significativas al 0.01 de probabilidad, mientras que la variables PFV, PET, PE y PMS no se encontró diferencia significativa. Para repeticiones solamente las variables PMS y FM no se encontró significancia, mientras que el resto esta con significancia del 1% para las variables PFV, PET, PTO, APL y del 5% para PE y AMZ.

Para probadores dentro de tratamientos solo las variables APL, FF y FM resultaron altamente significativas ($P < 0.01$) las otra variables se presentaron como no significativas. La interacción probadores y repetición únicamente la variable AMZ presento diferencia estadística ($P < 0.01$).

Cuadro 4.1 cuadros medios de los análisis de varianza de nueve variables evaluadas de maíz forrajero en el campo experimental de la UAAAN – UL. Torreón, Coah 2004.

| FV | G.L | PFV | PET | PE | PTO | PMS | APL | PF | FM | AMZ |
|-----------------------|-----|------------|-----------|----------|-----------|----------|------------|-----------|-----------|------------|
| Probador | 2 | 1102.99 ** | 1.41 ns | 76.30 ** | 69.69 ** | 11.44 ns | 8417.41** | 264.33 ** | 364.75 ** | 5293.57 ** |
| Tratamiento (híbrido) | 13 | 433.91 ns | 53.18 ns | 20.82 ns | 17.02 * | 16.21 ns | 922.91 ** | 19.29 ** | 95.07 ** | 293.65 ** |
| Repetición | 1 | 2825.76 ** | 353.01 ** | 60.69 * | 120.96 ** | 3.60 ns | 1416.96 ** | 28.58 ** | 19.04 ns | 287.49* |
| Trat*prob | 26 | 320.18 ns | 52.49 ns | 22.76 ns | 10.28 ns | 17.48 ns | 427.02 ** | 10.06 ** | 67.32 ** | 112.68ns |
| Prob*rep | 2 | 85.75ns | 23.32 ns | 4.53 ns | 11.49 ns | 0.12 ns | 250.29 ns | 1.76 ns | 34.36 ns | 560.98** |
| Error | 39 | 249.47 | 38.92 | 14.55 | 8.81 | 13.76 | 192.18 | 3.06 | 26.85 | 75.51 |
| Total | 83 | | | | | | | | | |
| C.V | | 23.3 % | 27.0% | 25.3% | 36.9% | 25.8% | 5.6 % | 2.7 % | 8.5 % | 8.0 % |

** , * significativo al 0.01 y 0.05 de probabilidad y ns = no significativo, (Prob) probador, (Trat) tratamiento, (Rep) repetición, (PFV) producción de forraje verde, (PET) producción de elote total, (PE) producción de elote sin totomoxtle, (PTO) producción de totomoxtle, (PMS) producción de materia seca, (APL) altura de planta, (FF) floración femenina, (FM) floración masculina, (AMZ) altura de mazorca.

Medias de probadores

En el cuadro 4.2 se muestra el comportamiento medio por cada una de las variables de tres materiales usados como probadores y se observa que para PFV, tanto el probador 1 como el probador 3 fueron los que resultaron más sobresalientes superiores estadísticamente al probador 2, para las variables PET y PMS no presenta diferencia significativa entre los tres probadores lo que nos indica que aun cuando el probador 1 es el que alcanzo los valores mas elevados, esta diferencia se ocasiono solo por cuestiones del azar. Para la variable PE el probador 1 y 2 son los que obtienen los valores más altos superando estadísticamente al probador 3. Para PTO los probadores 3 y 1 son los que obtuvieron los valores más altos superando estadísticamente al probador 2.

Para altura de planta (APL) y altura de mazorca (AMZ) los valores mayores se alcanzaron con el probador 3 siendo diferentes estadísticamente cada uno de los probadores. Para las variables FF y FM se observa que en el probador 2 se presentan los valores más bajos.

Cuadro 4.2 comparación de medias de probadores para nueve características agronómicas evaluadas en el campo experimental de la UAAAN-UL. 2004.

| PROB | PFV | PET | PE | PTO | PMS | APL | FF | FM | AMZ |
|------|---------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|--------|---------|
| 1 | 73.70a | 23.32a | 14.82ba | 8.50a | 14.92a | 245.34b | 66.03a | 64.64a | 106.00b |
| 2 | 61.15b | 23.10a | 16.82 a | 6.27b | 14.50a | 231.05c | 59.96c | 58.03b | 95.82c |
| 3 | 67.65ba | 22.87a | 13.55 b | 9.32a | 13.66a | 265.56a | 63.82b | 58.82b | 123.03a |

Los materiales marcados con la misma letra son iguales estadísticamente. (PROB) probador, (PFV) producción de forraje verde, (PET) producción de elote total, (PE) producción de elote sin totomoxtle, (PTO) producción de totomoxtle, (PMS) producción de materia seca, (APL) altura de planta, (FF) floración femenina, (FM) floración masculina, (AMZ) altura de mazorca.

Aptitud combinatoria general y medias

En el cuadro 4.3 se muestran las medias y los valores de ACG, para la variable producción de forraje verde (PFV) el probador 1 con los tratamientos 8, 11 y 14 presentaron los valores más altos de ACG y los que presentaron valores bajos de ACG fueron los tratamientos 3, 7 y 9.

Para el probador 2, los valores más altos de ACG lo obtuvieron los tratamientos 6, 10 y 14 en tanto que el 2; 3 y 7 obtuvieron valores bajos.

Para el probador 3, los tratamientos 2, 7 y 13 obtuvieron efectos más altos de ACG y los tratamientos 6, 10 y 12 presentan efectos bajos de ACG.

En la comparación de medias los tratamientos que presentaron mayor rendimiento son el 2, 8, 10, 11, 14 para el probador 1, para el probador 2 presentan el 6 y 14; y para el probador 3 el tratamiento 2 obtuvo el más alto. Siendo estos iguales estadísticamente y formando el grupo superior al resto de las demás cruza evaluadas.

Cuadro 4.3 comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (PFV) producción de forraje verde.

| HIBRIDO COMERCIAL | PROB 1 PFV | EFECTO DE ACG | PROB 2 PFV | EFECTO DE ACG | PROB 3 PFV | EFECTO DE ACG |
|-------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| 1 3202 | 66.50 | -1.00 | 55.65 | -11.85 | 68.25 | 0.75 |
| 2 C908 | 84.70 a | 17.20 | 47.95 | -19.55 | 92.40 a | 24.90 |
| 3 3025 | 53.90 | -13.60 | 42.70 | -24.8 | 65.10 | -2.40 |
| 4 LEON | 65.80 | -1.70 | 49.35 | -18.15 | 68.25 | 0.75 |
| 5 VENADO | 68.60 | 1.10 | 65.80 | -1.70 | 72.10 | 4.60 |
| 6 7597 | 64.40 | -3.10 | 86.45 a | 18.95 | 59.50 | -8.00 |

| | | | | | | | |
|----|----------|---------|--------|---------|--------|-------|--------|
| 7 | PUMA | 54.25 | -13.25 | 30.80 | -36.70 | 72.80 | 5.30 |
| 8 | POTRO | 93.10 a | 25.60 | 56.55 | -10.95 | 69.30 | 1.80 |
| 9 | DK2000 | 64.05 | -3.45 | 54.25 | -13.25 | 60.20 | -7.30 |
| 10 | DK2002 | 86.80 a | 19.30 | 78.05 | 10.55 | 56.70 | -10.80 |
| 11 | POSEIDON | 89.95 a | 22.45 | 72.45 | 4.95 | 66.15 | -1.35 |
| 12 | 30G40 | 72.10 | 4.60 | 58.60 | -8.90 | 52.15 | -15.35 |
| 13 | 30G54 | 77.70 | 10.20 | 62.30 | -5.20 | 78.75 | 11.25 |
| 14 | CRONOS | 89.95 a | 22.45 | 85.40 a | 17.90 | 65.45 | -2.05 |

Los materiales marcados con la misma letra son iguales estadísticamente.

En el cuadro 4.4 se muestran las medias y los valores de ACG para la variable peso de elote total (PET) donde los efectos de ACG, DEL probador 1 por los tratamientos 2,8 y 11 obtuvieron los valores más altos y los tratamientos 3, 6 y 7 fueron los valores más bajos para ambos.

Los tratamientos 3, 7 y 9 obtuvieron efectos de ACG más bajos y los tratamientos más altos en efectos de ACG son el 6, 10 y 14 para el probador 2.

Para el probador 3 presentan valores altos de ACG los tratamientos 2, 8 y 13, y los tratamientos 6, 10 y 12 mostraron valores bajos de ACG.

Para producción de elote total (PET) la comparación de medias los tratamientos de mayor rendimiento son el 8 y 11 para el probador 1, los tratamientos 6, 10 y 14 para el probador 2 obtuvieron valores altos, y el tratamiento 2 fue el más alto para el probador 3.

Cuadro 4.4 comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (PET) producción de elote total.

| HIBRIDO COMERCIAL | PROB 1 PET | EFFECTO DE ACG | PROB 2 PET | EFFECTO DE ACG | PROB 3 PET | EFFECTO DE ACG |
|-------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
| 1 3202 | 24.50 | 1.40 | 17.85 | -5.25 | 23.80 | 0.70 |
| 2 C908 | 29.40 | 6.3 | 17.85 | -5.25 | 33.95 a | 10.85 |
| 3 3025 | 17.50 | -5.60 | 16.10 | -7.00 | 21.70 | -1.40 |
| 4 LEON | 20.30 | -2.80 | 21.00 | -2.10 | 23.45 | 0.35 |
| 5 VENADO | 20.30 | -2.80 | 26.95 | 3.85 | 22.05 | -1.05 |
| 6 7597 | 18.90 | -4.20 | 35.00 a | 11.90 | 19.95 | -3.15 |
| 7 PUMA | 18.55 | -4.55 | 11.90 | -11.20 | 22.40 | -0.70 |
| 8 POTRO | 30.80 a | 7.70 | 22.75 | -0.35 | 25.55 | 2.45 |
| 9 DK2000 | 22.40 | -0.70 | 17.50 | -5.60 | 21.70 | -1.40 |
| 10 DK2002 | 25.20 | 2.10 | 31.50 a | 8.40 | 8.55 | -14.55 |
| 11 POSEIDON | 30.80 a | 7.70 | 26.25 | 3.15 | 21.00 | -2.10 |
| 12 30G40 | 21.00 | -2.10 | 25.20 | 2.10 | 19.60 | -3.50 |
| 13 30G54 | 22.75 | -0.35 | 22.05 | -1.05 | 24.50 | 1.40 |
| 14 CRONOS | 25.55 | 2.45 | 31.50 a | 8.40 | 22.05 | -1.05 |

Los materiales marcados con la misma letra son iguales estadísticamente.

En el cuadro 4.5 se muestran las medias y los valores de ACG para la variable producción de elote, los mayores efectos de ACG positivos se obtuvieron con los tratamientos 1, 2 y 11, y los tratamientos más bajos de ACG son el tratamiento 3, 5 y 7 para el probador 1.

Para el probador 2 los mayores efectos de ACG se alcanzaron en los tratamientos 5 6 y 14, los efectos más bajos de ACG lo obtuvieron los tratamientos 2, 5 y 7.

Para el probador 3 los valores más altos de ACG corresponden a los tratamientos 1, 2, y 8 y los valores más bajos de ACG corresponden a los tratamientos 6, 10 y 12.

En la comparación de medias los tratamientos de alto rendimiento son el 11 por el probador 1, el tratamiento 5, 6 y 14 para el probador 2, las cruza del probador 3 se incluyen en el grupo de las que no mostraron diferencia significativa

Cuadro 4.5 comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (PE) producción de elote.

| HIBRIDO COMERCIAL | PROB 1 PE | EFFECTO DE ACG | PROB 2 PE | EFFECTO DE ACG | PROB 3 PE | EFFECTO DE ACG |
|-------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| 1 3202 | 16.80 | 1.73 | 13.65 | -1.41 | 17.15 | 2.08 |
| 2 C908 | 19.25 | 4.18 | 13.30 | -1.76 | 20.30 | 5.23 |
| 3 3025 | 11.20 | -3.86 | 13.30 | -1.76 | 13.65 | -1.41 |
| 4 LEON | 14.00 | -1.06 | 14.70 | -0.36 | 12.25 | -2.81 |
| 5 VENADO | 11.55 | -3.51 | 20.65 a | 5.58 | 11.90 | -3.16 |
| 6 7597 | 12.25 | -2.81 | 23.10 a | 8.03 | 10.85 | -4.21 |
| 7 PUMA | 11.20 | -3.86 | 8.40 | -6.66 | 13.30 | -1.76 |
| 8 POTRO | 15.75 | 0.68 | 14.70 | -0.36 | 15.40 | 0.33 |
| 9 DK2000 | 16.45 | 1.38 | 15.05 | -0.01 | 14.70 | -0.36 |
| 10 DK2002 | 15.40 | 0.33 | 19.95 | 4.88 | 10.15 | -4.91 |
| 11 POSEIDÓN | 20.65 a | 5.58 | 20.30 | 5.23 | 12.60 | -2.46 |
| 12 30G40 | 12.60 | -2.46 | 19.25 | 4.18 | 11.20 | -3.86 |
| 13 30G54 | 14.35 | -0.71 | 17.50 | 2.43 | 12.25 | -2.81 |
| 14 CRONOS | 16.10 | 1.03 | 21.70 a | 6.63 | 14.00 | -1.06 |

Los materiales marcados con la misma letra son iguales estadísticamente.

En el cuadro 4.6 se observan las medias y los valores de ACG para la característica peso de totomoxtle (PTO), se observa que los mayores efectos de aptitud combinatoria general (ACG) lo presentaron los tratamientos 2, 8 y 11, contrario a los tratamientos 3, 4 y 9 cuyos valores fueron los más bajos, para el probador 1.

Con respecto al probador 2 los tratamientos 6, 10 y 14 obtuvieron los valores más altos de ACG y los valores más bajos lo obtuvieron los tratamientos 3, 9 y 7.

Para el probador 3, los tratamientos más altos de ACG se obtuvieron con los tratamientos 2, 4 y 13 y los tratamientos más bajos se obtuvieron con los tratamientos 1 y 9.

Para esta variable en la comparación de medias los tratamientos con rendimiento más elevado son el tratamiento 8 por el probador 1 y el tratamiento 2 por el probador 3.

Cuadro 4.6 comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (PTO) producción de totomoxtle.

| HIBRIDO COMERCIAL | PROB 1 PTO | EFEECTO DE ACG | PROB 2 PTO | EFEECTO DE ACG | PROB 3 PTO | EFEECTO DE ACG |
|-------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
| 1 3202 | 7.70 | -0.33 | 4.20 | -3.83 | 6.65 | -1.38 |
| 2 C908 | 10.15 | 2.11 | 4.55 | -3.48 | 13.65 a | 5.61 |
| 3 3025 | 6.30 | -1.73 | 2.80 | -5.23 | 8.05 | 0.01 |
| 4 LEON | 6.30 | -1.73 | 6.30 | -1.73 | 11.20 | 3.16 |
| 5 VENADO | 7.35 | -0.68 | 6.30 | -1.73 | 10.15 | 2.11 |
| 6 7597 | 6.65 | -1.38 | 11.90 | 3.86 | 9.10 | 1.06 |
| 7 PUMA | 7.35 | -0.68 | 3.50 | -4.53 | 9.10 | 1.06 |
| 8 POTRO | 15.05 a | 7.01 | 8.05 | 0.01 | 10.15 | 2.11 |
| 9 DK2000 | 5.95 | -2.00 | 2.45 | -5.58 | 7.00 | -1.03 |
| 10 DK2002 | 9.80 | 1.76 | 11.55 | 3.51 | 8.40 | 0.36 |
| 11 POSEIDON | 10.15 | 2.11 | 5.95 | -2.08 | 8.40 | 0.36 |
| 12 30G40 | 8.40 | 0.36 | 5.95 | -2.08 | 8.40 | 0.36 |
| 13 30G54 | 8.40 | 0.36 | 4.55 | -3.48 | 12.25 | 4.21 |
| 14 CRONOS | 9.45 | 1.41 | 9.8 | 1.76 | 8.05 | 0.01 |

Los materiales marcados con la misma letra son iguales estadísticamente.

En el cuadro 4.7 se muestran las medias y los valores de ACG para la variable producción de materia seca (PMS), en los cuales los tratamientos 8, 10 y 11 demostraron un mayor efecto, en tanto que el 3, 7 y 13 fueron los más bajos para el probador 1.

Los efectos más bajos de ACG se observan en los tratamientos 2, 3, 7, y 12 y los efectos más fueron los tratamientos 6, 10 y 14 para el probador 2.

Para el probador 3 los valores más altos de ACG se presentan en los tratamientos 1, 2 y 7 y los más bajos en los tratamientos 9, 10 y 12.

Para la comparación de medias los tratamientos de alto rendimiento son el 6 y 14 por el probador 2 y el tratamiento 2 por el probador 3.

Cuadro 4.7 comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (PMS) producción de materia seca.

| HIBRIDO COMERCIAL | PROB 1 PMS | EFEECTO DE ACG | PROB 2 PMS | EFEECTO DE ACG | PROB 3 PMS | EFEECTO DE ACG |
|-------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
| 1 3202 | 14.65 | 0.28 | 11.75 | -2.61 | 15.75 | 1.38 |
| 2 C908 | 16.80 | 2.43 | 10.00 | -4.36 | 19.20 a | 4.83 |
| 3 3025 | 11.10 | -3.26 | 9.90 | -4.46 | 14.30 | -0.06 |
| 4 LEON | 14.00 | -0.36 | 12.05 | -2.31 | 13.70 | -0.66 |
| 5 VENADO | 12.75 | -1.61 | 16.05 | 1.68 | 13.40 | -0.96 |
| 6 7597 | 14.20 | -0.16 | 21.45 a | 7.08 | 12.05 | -2.31 |
| 7 PUMA | 10.70 | -3.66 | 7.80 | -6.56 | 15.00 | 0.63 |
| 8 POTRO | 18.20 | 3.83 | 14.35 | -0.01 | 13.85 | -0.51 |
| 9 DK2000 | 13.70 | -0.66 | 14.40 | 0.03 | 11.95 | -2.41 |
| 10 DK2002 | 17.05 | 2.68 | 16.95 | 2.58 | 10.40 | -3.96 |
| 11 POSEIDON | 18.10 | 3.73 | 16.35 | 1.98 | 13.35 | -1.01 |
| 12 30G40 | 14.55 | 0.18 | 5.80 | -8.56 | 10.10 | -4.26 |
| 13 30G54 | 6.20 | -8.16 | 16.70 | 2.33 | 14.35 | -0.01 |
| 14 CRONOS | 16.95 | 2.58 | 19.45 a | 5.08 | 13.95 | -0.41 |

Los materiales marcados con la misma letra son iguales estadísticamente

En el cuadro 4.8 se muestran las medias y los valores de ACG para la característica altura de planta (APL) en la que los mayores efectos de aptitud combinatoria general ACG lo presentaron los tratamientos 10, 11, 12,

13 y 14 y los valores más bajos de ACG se obtuvieron con los tratamientos 3, 4 y 7 para el probador 1.

Para el probador 2 los tratamientos con efectos más altos de ACG son el 9 y 12, y los tratamientos más bajos son el tratamiento 2, 3 y 4.

Para el probador 3 los tratamientos 2, 6 y 11, obtuvieron los valores más altos de ACG contrario a los tratamientos 4, 5 y 12 los cuales obtuvieron los bajos.

Para la comparación de medias los tratamientos con la máxima altura se encontró en el tratamiento 11 por el probador 3, todos los demás se mostraron con valores menores e igual estadísticamente, lo que nos indica que esta variable se ha estado poniendo mucha atención a la hora de seleccionar.

Cuadro 4.8 comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (APL) altura de planta.

| HIBRIDO COMERCIAL | PROB 1 APL | EFEECTO DE ACG | PROB 2 APL | EFEECTO DE ACG | PROB 3 APL | EFEECTO DE ACG |
|-------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
| 1 3202 | 241.10 | -6.22 | 225.90 | -21.42 | 265.00 | 17.67 |
| 2 C908 | 247.30 | -0.02 | 190.70 | -56.62 | 273.90 | 26.57 |
| 3 3025 | 221.10 | -26.22 | 194.00 | -53.32 | 268.20 | 20.87 |
| 4 LEON | 218.80 | -28.52 | 217.30 | -30.02 | 253.20 | 5.87 |
| 5 VENADO | 240.10 | -7.22 | 239.60 | -7.72 | 252.00 | 4.67 |
| 6 7597 | 247.70 | 0.37 | 237.00 | -10.32 | 274.50 | 27.17 |
| 7 PUMA | 214.80 | -32.52 | 218.00 | -29.32 | 259.40 | 12.07 |
| 8 POTRO | 256.20 | 8.87 | 219.30 | -28.02 | 262.70 | 15.37 |
| 9 DK2000 | 237.50 | -9.82 | 251.80 | 4.47 | 264.00 | 16.67 |
| 10 DK2002 | 265.50 | 18.17 | 245.40 | -1.92 | 263.70 | 16.37 |
| 11 POSEIDON | 266.50 | 19.17 | 240.60 | -6.72 | 295.30a | 47.97 |
| 12 30G40 | 262.00 | 14.67 | 266.30 | 18.97 | 253.90 | 6.57 |
| 13 30G54 | 254.20 | 6.87 | 241.90 | -5.42 | 271.60 | 24.27 |
| 14 CRONOS | 262.00 | 14.67 | 247.00 | -0.32 | 260.50 | 13.17 |

Los materiales marcados con la misma letra son iguales estadísticamente

En el cuadro 4.9 se muestran las medias y los valores de ACG en la variable altura de mazorca (AMZ) en los cuales los tratamientos con el probador 1 que presentan los valores más altos de ACG son el 10,12 y 14 y los tratamientos más bajos son el 1, 3 y 7.

Para el probador 2 los valores más altos de ACG son para el tratamiento 12 y los valores más bajos para los tratamientos 2, 3 y 4.

Para el probador 3 los valores más bajos de ACG son los tratamientos 5, 7 y 9, en tanto que los más altos de ACG son los tratamientos 6, 11, 12 y 13.

Para la altura de mazorca la comparación de medias los tratamientos con la máxima altura se encontró en el tratamiento 11 por el probador 3, mismo que se observó en la altura de planta (APL) y esto es muy lógico por la correlación que guardan estas dos variables.

Cuadro 4.9 comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (AMZ) altura de mazorca.

| HIBRIDO COMERCIAL | PROB 1 AMZ | EFFECTO DE ACG | PROB 2 AMZ | EFFECTO DE ACG | PROB 3 AMZ | EFFECTO DE ACG |
|-------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
| 1 3202 | 97.00 | -11.28 | 92.50 | -15.78 | 118.00 | 9.71 |
| 2 C908 | 112.00 | 3.711 | 84.50 | -23.78 | 122.30 | 14.01 |
| 3 3025 | 97.00 | -11.28 | 73.00 | -35.28 | 124.00 | 15.71 |
| 4 LEON | 101.00 | -7.28 | 89.00 | -19.28 | 125.70 | 17.41 |
| 5 VENADO | 106.50 | -1.78 | 97.00 | -11.28 | 112.50 | 4.211 |
| 6 7597 | 102.50 | -5.78 | 91.00 | -17.28 | 128.00 | 19.71 |
| 7 PUMA | 86.20 | -22.08 | 89.00 | -19.28 | 114.70 | 6.41 |
| 8 POTRO | 111.00 | 2.71 | 92.80 | -15.48 | 127.20 | 18.91 |
| 9 DK2000 | 101.20 | -7.08 | 101.50 | -6.78 | 116.60 | 8.31 |
| 10 DK2002 | 118.00 | 9.71 | 102.00 | -6.28 | 119.50 | 11.21 |

| | | | | | | |
|-------------|--------|-------|--------|--------|---------|-------|
| 11 POSEIDON | 113.00 | 4.71 | 95.70 | -12.58 | 138.20a | 29.91 |
| 12 30G40 | 117.50 | 9.21 | 121.00 | 12.71 | 128.30 | 20.01 |
| 13 30G54 | 108.00 | -0.28 | 107.50 | -0.78 | 128.00 | 19.71 |
| 14 CRONOS | 113.20 | 4.91 | 105.00 | -3.28 | 119.50 | 11.21 |

Los materiales marcados con la misma letra son iguales estadísticamente

En el cuadro 4.10 se muestran las medias y los valores de ACG para la característica floración femenina, se observa que los mayores efectos de ACG lo presentan los tratamientos 3, 5, 7 y 12, contrario a los tratamientos 1, 8 y 9 cuyos valores fueron los más bajos de ACG para el probador 1.

Para los tratamientos 2, 3 y 12 presentan los valores más altos de ACG y los tratamientos 6, 9, 11 y 14 obtuvieron valores más bajos de ACG, para el probador 2.

Para el probador 3 los tratamientos con los valores más altos de ACG son el 5, 6, 10 y 12, y los valores más bajos de ACG para los tratamientos 1, 3, 2, 9 y 10.

La comparación de medias muestran que los tratamientos más precoces son el 6, 9, 11 y 14 por el probador 2.

Cuadro 4.10 comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (FF) floración femenina.

| HIBRIDO COMERCIAL | PROB 1 FF | EFFECTO DE ACG | PROB 2 FF | EFFECTO DE ACG | PROB 3 FF | EFFECTO DE ACG |
|-------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| 1 3202 | 62.00 | -1.27 | 61.00 | -2.27 | 58.00 | -5.27 |
| 2 C908 | 65.00 | 1.72 | 61.50 | -1.77 | 62.00 | -1.27 |
| 3 3025 | 68.50 a | 5.22 | 65.50 | 2.22 | 60.50 | -2.77 |

| | | | | | | | |
|----|----------|---------|-------|-------|-------|---------|------|
| 4 | LEON | 66.50 | 3.22 | 61.00 | -2.27 | 64.50 | 1.2 |
| 5 | VENADO | 68.50 a | 5.22 | 60.00 | -3.27 | 66.50 | 3.2 |
| 6 | 7597 | 66.00 | 2.72 | 58.50 | -4.77 | 66.50 | 3.2 |
| 7 | PUMA | 68.50 a | 5.22 | 59.00 | -4.27 | 63.00 | -0.2 |
| 8 | POTRO | 63.00 | -0.27 | 59.50 | -3.77 | 63.50 | 0.5 |
| 9 | DK2000 | 61.00 | -2.27 | 56.00 | -7.27 | 62.00 | -1.2 |
| 10 | DK2002 | 66.50 | 3.22 | 59.50 | -3.77 | 68.00 a | 4.2 |
| 11 | POSEIDON | 66.50 | 3.22 | 57.50 | -5.77 | 62.00 | -1.2 |
| 12 | 30G40 | 68.00 a | 4.72 | 61.50 | -1.77 | 68.50 a | 5.2 |
| 13 | 30G54 | 67.00 a | 3.72 | 60.50 | -2.77 | 65.50 | 2.2 |
| 14 | CRONOS | 67.50 a | 4.22 | 58.50 | -4.77 | 63.00 | -0.2 |

Los materiales marcados con la misma letra son iguales estadísticamente

En el cuadro 4.11 se muestran las medias y los valores de ACG para la variable floración masculina, para el probador 1 los valores más altos de ACG se obtuvo con los tratamientos 3, 5 y 14 y los valores más bajos con el tratamiento 9.

Para el probador 2 los tratamientos con alta ACG son el 2, 3, 4 y 12 y los tratamientos más bajos son el 8, 9 y 11.

Para el probador 3, los tratamientos con valores altos de ACG son el 6, 10 y 12, los valores más bajos de ACG se alcanzaron con los tratamientos 1, 4, y 8.

En este caso las medias muestran que los tratamientos más precoces son el 1, 4 y 8 por el probador 3, y los tratamientos 8, 9 y 11 con el probador 2, aun cuando esta variable esta muy correlacionada con floración femenina (FF) solo las cruza 9 y 11 con el probador 2 se repiten en ambas variables.

Cuadro 4.11 comparación de medias de tres probadores con catorce híbridos comerciales y su efecto de (ACG) aptitud combinatoria general para la variable (FM) floración masculina.

| HIBRIDO COMERCIAL | PROB 1 FM | EFFECTO DE ACG | PROB 2 FM | EFFECTO DE ACG | PROB 3 FM | EFFECTO DE ACG |
|-------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| 1 3202 | 60.50 | 0.00 | 59.00 | -1.50 | 57.00 | -3.50 |
| 2 C908 | 65.00 a | 4.50 | 61.00 | 0.50 | 61.00 | 0.50 |
| 3 3025 | 67.50 a | 7.00 | 62.50 | 2.00 | 59.50 | -1.00 |
| 4 LEON | 66.00 a | 5.50 | 60.50 | 0.00 | 30.00 | -30.50 |
| 5 VENADO | 66.50 a | 6.00 | 58.00 | -2.50 | 64.00 a | 3.50 |
| 6 7597 | 63.00 a | 2.50 | 58.50 | -2.00 | 64.50 a | 4.00 |
| 7 PUMA | 66.00 a | 5.50 | 59.00 | -1.50 | 62.00 | 1.50 |
| 8 POTRO | 63.50 a | 3.00 | 45.50 | -15.00 | 46.50 | -14.00 |
| 9 DK2000 | 60.00 | -0.50 | 54.00 | -6.50 | 60.00 | -0.50 |
| 10 DK2002 | 65.50 a | 5.00 | 58.50 | -2.00 | 66.00 a | 5.50 |
| 11 POSEIDON | 64.50 a | 4.00 | 57.00 | -3.50 | 61.00 | 0.50 |
| 12 30G40 | 66.00 a | 5.50 | 61.00 | 0.50 | 66.00 a | 5.50 |
| 13 30G54 | 64.50 a | 4.00 | 59.50 | -1.00 | 64.00 a | 3.50 |
| 14 CRONOS | 66.50 a | 6.00 | 58.50 | -2.00 | 62.00 | 1.50 |

Los materiales marcados con la misma letra son iguales estadísticamente

Análisis de correlaciones fenotípicas

El cuadro 4.12 presenta el análisis de correlación de variables agronómicas, donde se encontró correlación fenotípica entre PFV con PET, PE, PTO, PMS, APL, AMZ en tanto para FM, FF la correlación fue no significativa; en cuanto a PET se encontró correlación fenotípica con PE, PTO, PMS y APL y no se encontró correlación fenotípica para FM y FF; en la característica PE se encontró correlación fenotípica con PMS y FF no presento correlación fenotípica con las variables PTO, FM, APL, AMZ; la variable PTO presento correlación con PMS, APL, AMZ no presento correlación fenotípica con FM y FF; la característica PMS se encontró correlación fenotípica con APL y con FM, FF y AMZ, no se encontró correlación; la variable FM se encontró correlación con FF, no se encontró

correlación en las variables APL y AMZ, para FF, no se encontró correlación con APL y AMZ y para la variable APL se encontró correlación con AMZ.

Cuadro 4.12 correlaciones fenotípicas para nueve variables de maíz forrajero evaluados en el campo experimental UAAAN-UL: torreón, Coah. 2004.

| | PFV | PET | PE | PTO | PMS | FM | FF | APL | AMZ |
|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PFV | | 0.85** | 0.61** | 0.77** | 0.88** | 0.10NS | 0.07NS | 0.55** | 0.40** |
| PET | | | 0.84** | 0.73** | 0.90** | 0.10NS | 0.24NS | 0.36* | 0.21NS |
| PE | | | | 0.26NS | 0.83** | 0.12NS | 0.51** | 0.11NS | 0.09NS |
| PTO | | | | | 0.56** | 0.02NS | 0.22NS | 0.52** | 0.51** |
| PMS | | | | | | 0.06NS | 0.28NS | 0.39** | 0.18NS |
| FM | | | | | | | 0.47** | 0.03NS | 0.03NS |
| FF | | | | | | | | 0.08NS | 0.23NS |
| APL | | | | | | | | | 0.91** |
| AMZ | | | | | | | | | |

** Significativo al 0.01 de probabilidad

* Significativo al 0.05 de probabilidad

NS no significativo

La floración masculina (FM) solamente correlacionó con floración femenina (FF) esto es entendible pues ambas floraciones, deberán estar bien coordinadas como prueba de adaptación de los materiales, de otra manera muy difícilmente se podría llevar a cabo el proceso de polinización.

La producción de forraje verde (PFV), producción de elote total (PET), producción de elote (PE), producción de totemoxtle (PTO), producción de materia seca (PMS), y altura de planta (APL) , altura de mazorca (AMZ) son características muy correlacionadas y generalmente cuando una de ellas se mueve hacia arriba o hacia abajo se mueven las demás en el mismo sentido.

V. CONCLUSIONES

- Hay diferencia significativa en el comportamiento de las líneas probadoras por lo cual se rechaza la hipótesis nula H_0 : de que no hay diferencia entre ellas.
- El probador 1 y el probador 3 nos muestran los valores más altos en las principales variables de rendimiento, siendo mejores que el probador 2.
- Aunque no existe diferencia significativa los mejores híbridos en cuanto a la variables de rendimiento a excepción de PTO que fue significativo son, para PFV el híbrido C908 con el probador 3 y el potro con el probador 1, los híbridos 7597 y cronos ambos con el probador 2 para las variables PET, PE y PMS, para producción de totomoxtle el híbrido potro con el probador 1 y el C908 con el probador 3.
- Para la variable altura de planta y altura de mazorca el híbrido Poseidón con el probador 3 para ambas variables superaron al resto de los híbridos.
- En las variables FF y FM los híbridos más precoces fueron el DK2000 con el probador 2 y el león con el probador 3 respectivamente.

- Los mejores valores de aptitud combinatoria general (ACG) para producción de forraje verde, producción de totomoxtle lo obtuvo el tratamiento 8 del probador 1; para producción de elote total, producción de elote, producción de materia seca lo presentó el tratamiento 6 del probador 2; en cuanto a altura de planta, altura de mazorca el tratamiento 11 del probador 3; para floración femenina los tratamientos 3, 5, 7 del probador 1 y el 12 del probador 3. Para floración masculina el tratamiento 3 del probador 1.

- Las variables APL Y AMZ correlacionan significativamente al igual que (FF) y FM) pues son mediciones de caracteres muy semejantes y no se esperaba que hubiera mucha diferencia entre ellas.

- Las variables (PFV) (PMS) (PET) (PE) (PTO) también guardan una relación muy estrecha entre ellas por tanto la correlación es alta.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se llevo a acabo en el 2004, en el campo experimental de la UAAAN UL, en Torreón, Coahuila en el periodo de otoño del 2004. Los objetivos de este experimento fue caracterizar, formar y evaluar híbridos de maíz forrajero usando líneas de maíz de alta homocigosis como probadores, en combinación con híbridos comerciales.

El diseño experimental que se utilizo fue el de bloques al azar con dos repeticiones y 14 tratamientos. La parcela experimental estuvo constituida por 1 surco de 3 metros de largo y 0.75 m entre surco y surco, con una distancia entre planta y planta de 16 cm dando una de densidad de 85, 000 plantas por ha^{-1} . La siembra se realizo el 21 de agosto del año 2004. Las variables evaluadas fueron producción de forraje verde (PFV), producción de elote total (PET), producción de elote (PE), producción de totomoxtle (PTO), producción de materia seca (PMS), altura de planta (APL), floración femenina (FF), floración masculina (FM), altura de mazorca (AMZ).

Los resultados que se obtuvieron para la fuente de variación probadores, las variables que resultaron altamente significativas son PFV; PTO, APL, FF, FM, Y AMZ y no significativos PET y PMS. Para la fuente de variación tratamiento, PTO resulto altamente significativa, en tanto que APL, FF y AMZ resultaron significativas y las variables no significativas son PFV, PET, PE y PMS. La fuente de variación repeticiones las variables con alta

significancia son PE y AMZ y no significativas PMS y FM. Para probadores dentro de tratamientos las variables altamente significativas son APL, FF y FM el resto como no significativas. Interacción probadores y repetición solo AMZ resulto altamente significativa.

Para producción de forraje verde, producción de totemoxtle la media máxima y el efecto de ACG máximo se encontró en el tratamiento 8 por el probador 1, para peso de elote total, peso de elote y producción de materia seca la máxima media y la máxima ACG se encontró en el tratamiento 6 por el probador 2, en cuanto a altura de planta y altura de mazorca la máxima media y la máxima ACG lo tenemos en el tratamiento 11 por el probador 3. para floración femenina la máxima media se obtuvo con el tratamiento 3, 5 y 7 por el probador 1 y el tratamiento 12 del probador 3, la mínima media y la mínima ACG fue con el tratamiento 9 por el probador 2.

Para floración masculina la máxima media y la máxima ACG se encuentra en el tratamiento 3 por el probador 1, la mínima media y la mínima ACG se encuentra en el tratamiento 4 por el probador 3.

En correlaciones, la variable PFV no correlaciona con FM y FF, PET con FM y FF, el la característica PE con PTO, FM, APL y AMZ, la característica PTO no correlaciona con FM y FF, la característica PMS con FM, FF y AMZ, para FM con APL y AMZ al igual para FF. Para el resto de las variables la correlación es significativa.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allard, R.W. 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.
- Allison, J.C.S. y Curnow, R.N. 1966, "On the choice of tester parent for the breeding of Synthetic Varieties of maize", *Crop Science*, 6(6):541-544
- Amador R. A. L.; F. C. Boschini 2000. Fisiología productiva y nutricional del maíz para la producción de forraje. *Agronomía mesoamericana*. 170 – 175.
- Brauer, O. 1983 *fitogenética aplicada* editorial Limusa S.A. pag 369,370
- Chávez A. J. L. 1994. Mejoramiento de plantas 2, métodos específicos de plantas almogamas. Editorial trillas, S.A. de C.V. 50, 51p
- Chávez A. J. L. y López E. 1995. Mejoramiento de planta I. Editorial Trillas. México.167.
- Davis, R. L., 1927. "Report of the plant breeder". *Puerto Rico Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt.*, 14-15 p.
- De la Loma, J. L. 1954. *Genética General Aplicada*. Segunda edición. Editorial UTEHA. México. 427 p.
- Duvick, D. N. 1999. Heterosis: In: J. G. Coors and S. Pandey. (eds.) *Genetics and exploitation of heterosis in crops*. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI. P. 19-31.
- Eckhardt, R. C. Y A. A. Bryan, 1940. Effect of method of combining two early and two late lines of corn upon the yield and variability of the resulting double crosses. *J. Amer. Soc. Agron.* 32:645-656.

- Griffing, B. 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses. *Heredity*, 10:31-50
- Gutiérrez R. E., A. Palomo, A. Banda y E. Lázaro. Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 25: 271 – 277.
- Jenkins, M.T., 1940. The segregation of genes affecting yield of grain in maize. *J. Amer. Soc. Agron.* 32: 55-63.
- Jungenheimer W. R. 1985. Maíz. Variedades mejoradas, método de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA. México. P. 841
- Hallauer, A. B. Y Eberhart, S.A. 1970. "Reciprocal full-sib selection", *Crop Science*, 10:315-316.
- López, P.E., 1986. "Comparación entre diferentes probadores para evaluar líneas de maíz" "Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro" Saltillo, México, folleto de divulgación, Vol. 1 num. 7.
- Márquez S. F. 1988. Genotecnia vegetal. Tomo II. Primera edición. Editorial AGTESA. México. P 563.
- Matzinger, D.F. 1963 Experimental estimates of genetics parameters and their application in self-fertilizing. In W.D. Hanson and H.F. Robinson (eds). *Statistical genetics and plant breeding*. Nas-nrc. No. 982.
- Matzinger; D.F: 1953. "Comparison of three types of testers for the evaluation of imbred lines of corn" *Agron. Jour.*, 45: 493-495.
- Muñoz, O.G, A. 2004. La trascendencia del maíz. Tonalli Centli. Ed. Sinergia Rural, S. A. de C. V. Pag 9
- 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-CAELALA, 52 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. Pecu. Méx. 41: 37-48 p.
- Paniagua, G. 2004. XII Curso Internacional de actualización en tecnología de semillas. UAAAN Saltillo, Coahuila, México. Nov 2004.

- Ramírez R. G., Quintanilla González J. B., Aranda J. 1997. White-tailer deer food habits in north-eastern México. Small Rumin. Res. 25: 142-148.

- Rawlings, J. O. Y Thompson, D. L. 1962. "Performance level as criterion for the choice of maize testers", Crop Science, 2(3):217-220.

- Reta S. D. G., Carrillo A. J. S., Gaytán M. A. Y Cueto W. J. A. 2001. Sistemas de productividad para incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz en la Comarca Lagunera. CELALA-CCIRCO-INIFAP; CENID-RASPA-INIFAP. 21 p.

- Sprague, G. E. and Tatum A. L. 1942. General vs specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 34: 923-932.

- Sprague, G.F., and G.F. P.A Miller. 1951 The influence of visual selection during inbreeding on combining ability in corn. Agron. j. 44:258-262.

- Vergara N., A. Ramírez, M. Sierra y H. Córdoba. 2002. Comportamiento de cruza simples y aptitud combinatoria de líneas tropicales de maíz 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.