

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS VARIETALES
(*Zeamays* L.) FORMADOS APARTIR DE HÍBRIDOS
COMERCIALES**

POR

ESTEBAN DÍAZ ANTONIO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREON, COAH.

DICIEMBRE 2004

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

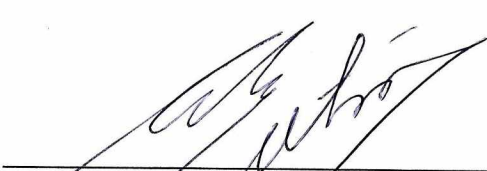
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. ESTEBAN DÍAZ ANTONIO ELABORADA BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero Agrónomo

Aprobada por:

Asesor Principal:




DR. EMILIANO GUTIRREZ DEL RIO

Asesor:




M.C. Armando Espinoza Banda

Asesor:



PhD. Arturo Palomo Gil

Asesor:

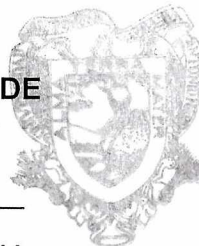


M.C. Raul Wong Romero

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**



MC. JOSE JAIME LOZANO GARCIA



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE 2004

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
Unidad Laguna**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. ESTEBAN DÍAZ ANTONIO ELABORADA BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero Agrónomo


COMITÉ PARTICULAR

Presidente:



Dr. Emiliano Gutiérrez Del Río

Vocal:



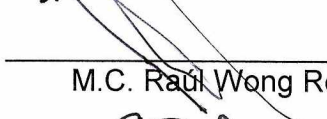
Ph.D. Arturo Palomares Gil

Vocal:



M.C. Armando Espinoza Banda

Vocal suplente:

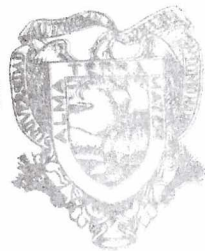


M.C. Raúl Wong Romero

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**



MC. JOSE JAIME LOZANO GARCIA



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE 2004

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Este trabajo fue posible realizarlo con la colaboración y apoyo del consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT) del Estado con sede en el Tecnológico de la Laguna en Torreón Coahuila, mediante el otorgamiento de una beca tesis para el desarrollo de este proyecto y formación personal.

Un agradecimiento especial a la Lic. Ma. de Lourdes Castillo y al Lic. Andrés Farias Cortes, por su importante colaboración en el desarrollo del programa de apoyo beca tesis, ya que es un apoyo importante para que los alumnos que estén por terminar sus estudios de diferentes Universidades tengamos un poco más de facilidad en el desarrollo y terminación del título de licenciatura.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS PADRE el creador de todo el universo por abrirme las puertas para poder llegar a esta: Alma, Terra, Mater y, por fin se llego el momento mas feliz y esperado de mi vida.

A mi `` **Alma, Terra, Mater**” por brindarme la oportunidad de ser todo un buitre de corazón y concluir el nivel superior (Licenciatura).

A MIS PADRES:

SR. Anatolio Díaz Flores.

SRA. Luisa Antonio Del Ángel.

Quienes con su apoyo y esfuerzo supieron guiarme por el camino correcto y formar en mi un hombre de buenos propósitos.

A MIS HERMANOS:

Anatolio, Xochitl, Calixto, Luisa, y Ma. Dolores. por brindarme siempre su cariño, apoyo y motivarme para que concluyera con mis estudios.

A UNA AMIGA ESPECIAL:

Rosa Guadalupe Preciado Villalobos, Cd. Delicias Chihuahua por motivarme a terminar la tesis, por estar conmigo en las buenas y en las malas y saber comprenderme en los momentos mas difíciles de mi vida.

A MIS AMIGOS:

Oscar González Flores, Aniceto Mejía Ramírez y Lino García Gutiérrez por permitirme su amistad durante cuatro años y medio durante los cuales fuimos compañeros de cuarto.

A MIS ASESORES :

DR: Emiliano Gutiérrez Del Río.

DR: Arturo Palomo Gil.

MC: Armando Espinosa Banda.

MC: Raúl Wong

MC: Oralia Antuna Grijalva.

Por transmitirme sus conocimientos y llevarlos a la practica de esta manera es como e concluido mis estudios de licenciatura.

A MI MAESTRO:

Dr. Salvador Godoy A. por impartirme la materia de **Seminario de Tesis**, que gracias a él, he logrado la realización de dicho documento y por transmitirme sus conocimientos, de esa manera e llegado a la meta final.

A MIS COMPAÑEROS DE CLASES:

En especial a: Samuel, Heriberto, Saúl, Bonifacio, Wilber y José De Jesús. por permitirme su amistad que nunca olvidare.

ÍNDICE

| | Página |
|---|---------------|
| INDICE DE CUADROS----- | x |
| I INTRODUCCIÓN ----- | 1 |
| II REVISIÓN DE LITERATURA ----- | 4 |
| Forraje----- | 4 |
| Híbridos ----- | 5 |
| Aptitud combinatoria----- | 7 |
| Aptitud combinatoria general----- | 8 |
| Aptitud combinatoria especifica----- | 8 |
| Heredabilidad ----- | 9 |
| Interacción genotipo ambiente ----- | 9 |
| Diseño de Carolina del Norte----- | 10 |
| III MATERIALES Y METODOS ----- | 12 |
| Material genético----- | 12 |
| Manejo agronómico----- | 13 |
| Siembra ----- | 13 |
| Riegos ----- | 14 |
| Fertilización----- | 14 |
| Control de plagas ----- | 14 |
| Control de malezas ----- | 15 |
| Diseño y parcela experimental----- | 15 |
| Variables evaluadas----- | 15 |
| Días a floración ----- | 15 |
| Rendimiento de forraje verde ----- | 16 |
| Materia seca ----- | 16 |
| Peso del elote----- | 16 |
| Análisis estadístico ----- | 17 |
| Análisis genético ----- | 17 |
| Estimación de componentes de varianza ----- | 20 |
| Estimación de correlación fenotípica ----- | 21 |

| | | |
|-----|--|----|
| IV | RESULTADOS Y DISCUSIONES----- | 22 |
| | Análisis genético ----- | 22 |
| | Comparación de medias----- | 23 |
| | Efectos genéticos de aptitud combinatoria general ----- | 25 |
| | Efectos genéticos de aptitud combinatoria especifica ----- | 27 |
| | Componentes de varianza ----- | 29 |
| | Análisis correlación fenotípica ----- | 30 |
| V | CONCLUSIONES----- | 31 |
| VI | RESUMEN----- | 32 |
| VII | BIBLIOGRAFÍA----- | 34 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro No. | Páginas |
|--|----------------|
| 3.1 Descripción del material genético utilizado como progenitores..... | 12 |
| 3.2 Se presenta el numero de riegos aplicados al cultivo | 14 |
| 3.3 Análisis de varianza bajo el diseño II de Carolina del Norte..... | 18 |
| 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza bajo el diseño II de Carolina del Norte..... | 22 |
| 4.2 Valores promedios de los materiales evaluados para las características agronómicas | 23 |
| 4.3 Efectos de aptitud combinatoria general para los progenitores en cinco características agronómicas en cuanto a machos | 26 |
| 4.4 Efectos de aptitud combinatoria general para los progenitores en cinco características agronómicas en cuanto a hembras | 27 |
| 4.5 Efectos de ACE para las 10 mejores cruzas | 28 |
| 4.6 Estimación de los componentes de cinco características agronómicas..... | 30 |
| 4.7 Correlación fenotípica para cinco características ... | 30 |

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los forrajes de mayor uso para la alimentación de los rumiantes en los países de Europa del Norte, Estados Unidos y Canadá su uso se ha extendido hacia el sur de Chile posee un alto potencial de rendimiento por superficie sembrada, se usa principalmente como ensilaje debido a su alto contenido energético.

Los Estados Unidos de América encabezan la producción mundial de maíz con el treinta y ocho por ciento, Chile veintiuno por ciento, Brasil siete por ciento, México tres por ciento y Francia dos por ciento, estimándose que para los años de 1999 – 2000 se obtengan 591.84 millones de toneladas (fuentes USDA 1999), el maíz todavía constituye la base de la seguridad alimenticia de muchas comunidades de latino América y África.

El cultivo de maíz en México tiene una importancia social, ya que es un cultivo de origen mexicano, de tal manera que los agricultores siembran el maíz con el propósito de asegurar el complemento de la alimentación de su familia.

Este cereal es el principal cultivo del pueblo mexicano, ya que es uno de los más importantes insumos para la ganadería mexicana, sobretodo de los ejidos de bajos ingresos y pequeñas comunidades (Jaramillo, 1992).

En la Comarca Lagunera se siembran aproximadamente 60 mil has de maíz forrajero y grano, 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 y 15 toneladas de forraje fresco y seco respectivamente.

El objetivo a largo plazo de este proyecto es convencer a los productores para utilizar híbridos varietales de maíz forrajero.

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

OBJETIVOS

- Evaluar el comportamiento agronómico y la producción de forraje y Materia seca de híbridos varietales derivados de materiales comerciales.
- Caracterización del tipo de acción génica a través de la estimación de los efectos de ACG Y ACE, componentes de varianza y de los efectos heteroticos.
- Determinar los parámetros genéticos, considerando los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de los padres y aptitud combinatoria especifica (ACE) para los híbridos.

Hipótesis

Ho = Los híbridos varietales de maíz no presentan cambios entre las características evaluadas. Y a si mismo los componentes de varianza genética no difieren entre si.

Ha = Los híbridos difieren tanto agronómica como genéticamente.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Forraje

Hughes *et al.*, (1976) define el termino forraje como el alimento para los animales domesticados, este termino se refiere sobre pastos, heno, alimento verdes y silos. El silo es el forraje que se ha fermentado.

Por lo general se menciona que los híbridos altamente productores de granos son los mejores en cuestiones de forraje (Geiger *et al.*, 1999, Peña *et al.*, 2003).

Un buen material para forraje debe constar con las siguientes características:

- El rendimiento de forraje debe ser mayor de 50 t ha⁻¹.
- El rendimiento de forraje seco debe superar el 25 por ciento.
- Digestibilidad de materia seca mayor de 65 por ciento (Vergara, 2002).

Reta *et al.*, (2001) menciona que es posible que se logre hasta 80 t ha⁻¹ de forraje verde y 24 t ha⁻¹ de materia seca.

Los maíces forrajeros que actualmente se usan, son seleccionados por su capacidad de producción de materia seca, y poco interés en la calidad nutritiva (Núñez *et al.*, 1999, Peña *et al.*, 2002).

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).

La producción de materia seca por hectárea oscila de 14.5 a 15.4 t ha⁻¹ en híbridos precoces de origen templado, 13.8 a 14.4 t ha⁻¹ en híbridos de intermedio templado y de 14.1 a 14.9 t ha⁻¹ en híbridos intermedios tropicales (Núñez *et al.*, 2001).

El ensilaje de maíz es un complemento importante en las raciones del ganado bovino lechero, ya que es un forraje de alto rendimiento energético (Goodrich y Mieiske, 1985).

El uso de altas densidades de población pueden reducir la calidad de forraje, debido principalmente al menor contenido de grano (Pinter *et al.*, 1994).

Híbridos

De la Loma (1954) menciona que la hibridación es la producción de ejemplares que presentan nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres y generalmente mayor vigor.

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

Shull (1952) menciona que el maíz híbrido es la primera generación de cruza entre líneas que se autofecundan.

Por lo que el fitomejorador como el resultado de los estudios de autofecundación y cruzamiento propuso un plan:

- a) autofecundar para obtener líneas puras.
- b) cruzar líneas puras (autofecundadas) para producir materiales híbridos de producción uniforme.

Jugenheimer (1981) menciona que las cruza de tres elementos proporcionan información para hacer predicciones útiles de desempeño de híbridos de cruza dobles.

Híbridos simples: es un material que se obtiene a través del cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla del híbrido F_1 es la que se vende a los

agricultores para la siembra, los híbridos simples son mas uniformes y tienden a presentar un mayor rendimiento en un ambiente favorable.

Híbridos trilineales: son las que se forman con tres líneas autofecundadas, es decir es el resultado de una crusa simple y una línea autofecundada. Este tipo de crusa no son tan uniformes como las cruzas simples.

Híbridos dobles: es el material que se forma a partir de cuatro líneas, es decir es el resultado de dos cruzas simples, estos híbridos no son tan uniformes como las cruzas simples, es importante señalar que una crusa simple produce mayor rendimiento que una triple y que una doble.

Aptitud combinatoria

Este termino se refiere a la capacidad de un individuo o de una población de combinarse con otras, la capacidad es medida por medio de su progenie y debe determinarse por varios individuos de la población no en uno solo, con el fin de poder seleccionar u obtener los cruzamientos más adecuados para poder sustituir los híbridos comerciales (Gutiérrez, 2002).

Aptitud combinatoria general

Sprage y Tatum (1942), menciona que aptitud combinatoria general (ACG) Es el componente promedio de una línea en una serie de cruzas y la aptitud combinatoria específica (ACE), Como el comportamiento de las combinaciones específicas de líneas, en relación al comportamiento de líneas que las forman.

Aptitud combinatoria específica

Este termino se emplea para mencionar aquellos casos en las cuales ciertas combinaciones lo hacen relativamente mejor o peor de lo que se podría esperarse sobre la base comportamientos de las líneas involucradas (Martínez,1983).

La aptitud combinatoria específica es el resultado de del efecto de dos líneas en particular. Esta medida no es característica de cada línea en particular, si no de una combinación especial de padres de líneas (Sprage y Tatum,1942).

Heredabilidad

Becker (1986) define que la heredabilidad es un parámetro que expresa la proporción de varianza total que es atribuible a los efectos promedios de los genes y esto determina en parte el grado de parecido de los parientes.

De la Loma (1976) define que cuanto mayor sea la heredabilidad de un carácter cuantitativo, mayor será el parecido entre el grupo de individuos y sus descendientes.

Interacción genotipo ambiente

Eberhart y Rusell (1963) menciona que la interacción genotipo ambiente dificulta demostrar la superioridad de las líneas puras, híbridas simples, dobles y triples recomiendan que se reducirá esta interacción si se escogen genotipos estables que interactúen en mejor medida con los ambientes, teniendo que llevar a cabo numerosas evaluaciones.

Cruz (1989) define que la interacción genotipo ambiente como el comportamiento de diferentes grupos de genotipos en diversos ambientes (clima edáfico y tecnológico que actúa sobre el genotipo).

Diseño de Carolina Del Norte

Cosmstock y Robinson (1948) ejecutaron tres diseños, conocidos como Diseños de Carolina Del Norte I, II, III cada uno provee estimaciones para los dos mas importantes parámetros, es decir varianza genética aditiva y varianza genética de dominancia.

Los diseños genéticos de Carolina del Norte han sido utilizados para estimar el grado de dominancia y las variaciones genéticas Comstock y Robinson (1984; 1952).

En el caso del maíz el diseño I de Carolina del Norte ha sido frecuentemente para estimar componentes de varianza genética con el fin de contribuir a la determinación del valor genético de diversas poblaciones.

Singh y Choudhary (1976) afirma que el diseño II de Carolina del Norte, n^1 machos y n^2 hembras son seleccionadas al azar y cada macho es cruzada con cada hembra, obteniendo medios hermanos paternos y maternos. Así $n^1 \times n^2$ progenies son producidos por ser analizados en experimentos convenientes.

Hallauer y Miranda (1981) menciona que el diseño III fue desarrollado con el objetivo de estimar el grado de dominancia de los genes que controlan los caracteres de una población en estudio.

Comstock y Robinson (1984) menciona que el diseño II de Carolina del Norte sirve para demostrar el ligamiento entre el loci en la sobre dominancia aparente . Se inicia con el cruzamiento de líneas Homocigotas progenitoras, obteniendo $2n$ cruzaas posibles.

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el año del 2003 en la pequeña propiedad de Providencia municipio de Torreón, Coahuila.

La Comarca Lagunera se encuentra localizado entre los paralelos 24° 30' y 27'' de latitud Norte y entre los 102° y 104° latitud oeste con una altitud de 1200 msnm, contando con una temperatura media de 21°C y con una precipitación media anual de 220 mm.

Material genético

El material genético utilizado en el experimento se origino de las cruzas simples de 17 materiales, en el cuadro 3.1 se presenta su genealogía.

Cuadro 3.1 Descripción del material genético utilizado como progenitores.

| No. de tratamiento | Progenitores | Genealogía Comercial | Origen | Condiciones de Cruza. |
|--------------------|--------------|----------------------|--------|-----------------------|
| 1 | 1 | PX – 34 | Aspros | C. SIMPLE |
| 2 | 2 | PX – 35 | Aspros | C. TRIPLE |
| 3 | 3 | PX – 36 | Aspros | C. TRIPLE |
| 4 | 4 | AS – 900 | Aspros | C. TRIPLE |
| 5 | 5 | AS – 902 | Aspros | C. TRIPLE |
| 6 | 6 | AS – 905 | Aspros | C. TRIPLE |
| 7 | 7 | AN – 447 | Narro | C. TRIPLE |
| 8 | 8 | Elotero GP | Gómez | CRIOLLO |

Continuación.

| | | | | |
|----|----|-----------|------------|-----------|
| 9 | 9 | P – 3203 | Pioneer | C. TRIPLE |
| 10 | 10 | C – 908 | Cargill | C. TRIPLE |
| 11 | 11 | P – 3025W | Pioneer | C. SIMPLE |
| 12 | 14 | A – 7597 | Asgrow | C. TRIPLE |
| 13 | 15 | AN – L3 | Narro – UL | C. SIMPLE |
| 14 | 16 | 7850 | NK | |
| 15 | 17 | N9616 | Novasem | C. TRIPLE |
| 16 | 18 | D – 875 | DeKALB | C. SIMPLE |
| 17 | 19 | AN – L4 | Narro - UL | LINEA |

Los materiales que se utilizaron como progenitores, machos 1,2 ,3 ,4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y las que se usaron como hembras 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19.

Manejo agronómico

Siembra:

Se llevó a cabo el día 6 de Abril del año 2004 en tierra venida, esta se realizó en forma manual depositando de 2 a 3 semillas por golpe, una vez que emergieron las plántulas se realizó el aclareo el día 26 de abril dejando una planta por punto de siembra.

Riegos

Cuadro 3.2 Se presenta el numero de riegos aplicados al cultivo

| Riegos | Aplicaciones (dds) | Etapas de desarrollo del cultivo |
|---------|--------------------|--|
| Primero | 30 –35 | Encañe: inicio de crecimiento del tallo. |
| Segundo | 50 – 55 | Inicio de crecimiento de la mazorca. |
| Tercero | 60 – 65 | Aparición de estigmas |
| Cuarto | 80 - 85 | Grano Lechoso – masozo. |

Fertilización:

Se dividió en dos etapas, la primera aplicación se llevo a cabo el día 6 de abril del 2004, se aplicó de forma directa al suelo al momento de la siembra utilizando la fórmula 46–00–00 (urea) y MAP 11–52–00 son fertilizantes granulados, la segunda aplicación se llevo a cabo el día 31 mayo del 2004, aplicando la fórmula 280–130–00.

Control de plagas:

La plaga que se presento fue el gusano cogollero (*Spodoptera frujiperda*), se realizó la aplicación de Decís 1/ ha⁻¹, esta aplicación se realizó cuando el umbral era de un 10 por ciento de plantas que presentaban daños.

Control de malezas:

Para realizar el control de malezas se llevó a cabo la aplicación de herbicidas en preemergencia (Primagram) 3 / ha^{-1} y a los 25 días después de la siembra se realizó la aplicación de Sansón 3 // ha .

Diseño y parcela experimental

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar con dos repeticiones y 140 tratamientos. La parcela experimental estuvo constituida por 2 surcos de 4 metros de largo y 0.76 m entre surco y surco, con una distancia entre planta y planta de 20 cm teniendo una densidad de población de 66 500 plantas ha^{-1} . La parcela útil experimental estuvo constituida por los surcos centrales que representan una superficie de 0.76 m^2 .

Variables evaluadas**Días a floración:**

Esta variable se expresó como el total de días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas presentaban un 50 por ciento de anthesis (masculina y femenina).

Rendimiento de forraje verde:

Esta variable se obtuvo cortando las plantas de los dos surcos centrales de la parcela, se realizó el conteo de plantas, se pesó la planta completa y se expresó en toneladas por hectárea.

Materia seca:

Esta variable se determinó utilizando 5 plantas, los cuales se trituraron y de la mezcla se tomó una muestra de 400 g, en una bolsa de papel lo cual se introdujo en una estufa de secado a una temperatura de $75^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas, posteriormente se estima el porcentaje de materia seca y se expresó en toneladas por hectárea.

Peso del elote:

Esta variable se obtuvo extrayendo los elotes de las plantas del metro lineal y su peso fue tomado en kilogramos, para posteriormente transformarlo en toneladas por hectárea.

$$\text{PE} = \text{PEC} \times 10\,000 \text{ m}^2 = 0.76 \text{ m}^2$$

donde: PE = Peso del elote, PEC = Peso del elote cosechado, 10 000m² = equivale a la hectárea y 0.76m² = parcela útil.

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 II de Carolina del Norte propuesto por Comstock y Robinson (1948), dividiéndose en grupos de machos y hembras.

La ventaja de utilizar este modelo es que permite incluir mayor número de progenitores, que en los dialélicos y además se permite calcular la varianza aditiva (σ^2_a), varianza de dominancia (σ^2_d) y la varianza genotípica (σ^2_f).

El modelo lineal del Diseño II de Carolina del Norte es el siguiente:

$$y_{ijkl} = \mu + M_i + H_j + (MH)_{ij} + Rk + W_{ijkl}$$

$i = 1, 2 \dots \dots \dots M$ (machos)

$j = 1, 2 \dots \dots \dots H$ (hembras)

$Rk = 1, 2 \dots \dots \dots r$ (repeticiones)

donde: Y_{ijkl} = observaciones del K – ésimo individuo del cruzamiento del i –ésimo macho con la j –ésimo hembra, μ =media general, M_i = efectos del i –ésimo macho, H_j = efectos de la j –ésima hembra, $(MH)_{ij}$ = efecto de la interacción i –ésimo macho con la j - ésima hembra, Rk = efecto de la k –ésima repetición y W_{ijk} = efecto ambiental de las desviaciones genéticas.

Cuadro 3.3 Análisis de varianza bajo el diseño II de Carolina del Norte

| FV | gl | CM | ECM |
|---------|-------------------------|-------|---|
| Machos | $(m - 1)$ | M_4 | $\sigma_e + r\sigma^2_{mxh} + rh\sigma^2_m$ |
| Hembras | $(h - 1)$ | M_3 | $\sigma^2 + r\sigma^2_{mxh} + rm\sigma^2_h$ |
| MxH | $(l - 1)(m - 1)(h - 1)$ | M_2 | $\sigma^2_e + r\sigma^2_{mxh}$ |
| RxMxH | $R(L)(r-1)(m-1)(h-1)$ | M_1 | σ^2_e |
| Total | $rmhl-1$ | | |

Se estimaron los efectos de ACG y ACE para el grupo de machos, hembras y cruzas para cada una de las variables de acuerdo con lo que propone Sprague y Tatum (1942).

$$ACG (M) = g_i = Y_i - Y_{..} \text{ medias de machos } (\sigma).$$

$$ACG (H) = g_j = Y_{.j} - Y_{..} \text{ medias de hembras } (\sigma).$$

$$ACG (MG) = S_{ij} = Y_{ij} - g_i - g_j + Y_{..} \text{ media general.}$$

donde: g_i, g_j , y S_{ij} = ACG y ACE para las i -machos, j -hembras y sus cruzas, $Y_i - Y_j$ medias de machos y hembras, Y_{ij} = valor observado para cada crusa $i \times j$ $Y_{..}$ es la media de todas las $i \times j$ cruzas.

La significancia estadística de la diferencia entre la ACG de los híbridos varietales que se evaluaron mediante la diferencia mínima significativa, Chadhary (1979).

$$DMS \alpha = EE \times t (\alpha/2, glee)$$

donde: $DMS \alpha$ = diferencia mínima significativa, EE = error estándar para la comparación de machos, hembras y repeticiones equivale a los siguiente:

$$EE = \sqrt{\frac{2CMEE}{lrm}}$$

para ACG de machos.

para ACG de hembras

$$EE = \sqrt{\frac{2CMEE}{lrh}}$$

$t = (\alpha/2, glee)$ = valor de tablas, a los grados de libertad del error experimental.

De esta manera se estimaron y probaron los efectos de aptitud combinatoria para las variables calculadas.

Estimación de los componentes de varianza

Estos componentes se estimaron a partir de los cuadrados medios del análisis de varianza usando el diseño II de Carolina del Norte propuesto por Comstock y Robinson (1948).

1. Varianza del error (σ_e^2)

$$M1 = \sigma_e^2$$

2. Varianza genética aditiva (σ_a^2)

$$\sigma_A^2 = 2 (\sigma_m^2 + \sigma_h^2)$$

3. Varianza genética de dominancia (σ_d^2)

$$\sigma_d^2 = 4 \sigma_m h^2$$

4. Varianza fenotípica (σ_f^2)

$$\sigma_f^2 = \sigma_a^2 + \sigma_d^2 + \sigma_e^2$$

5. Grado de dominancia (d)

$$d = \sqrt{\frac{2\sigma_d^2}{\sigma_a^2}}$$

6. heredabilidad en sentido estricto (h^2)

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_f^2} \times 100$$

donde : σ^2_m = Varianza de machos, σ^2_h = Varianza de hembras y σ^2_{mh} = Varianza de machos por hembras.

Estimación de correlación fenotípica

Para la estimación de coeficientes de correlación genotípica se utilizó la fórmula propuesta por Márquez (1988).

$$(rf) = \frac{\sigma_{f1..2}}{\sqrt{(\sigma_{f1}^2 \cdot \sigma_{f2}^2)}}$$

donde: $\sigma_{f1..2}$ = covarianza fenotípica de las medias varietales entre los dos caracteres y σ^2_{f1} y σ^2_{f2} = varianza fenotípica de las medias varietales para cada carácter.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis genético

Los resultados obtenidos en análisis de varianza se presentaron en el Cuadro 4.1 donde nos indica los machos, presentan diferencia estadística ($P \leq 0.01$) para las variables MS y FF, y diferencia estadística ($p \leq 0.01$) para FM las hembras mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para todas las variables excepto para PE cuya diferencia fue significativa ($p \leq 0.05$). No se encontró diferencia estadística para FV y PE en la interacción MxH, y lo contrario sucedió en MS, FM y FF.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza bajo el diseño II de Carolina del Norte.

| FV | gl | FV (t ha ⁻¹) | PE (t ha ⁻¹) | MS (t ha ⁻¹) | FM (Días) | FF (Días) |
|--------------|-----|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|
| Repeticiones | 1 | 377.2ns | 12.1ns | 14.3ns | 5.2* | 0 ns |
| Machos | 9 | 416.8ns | 58.7ns | 16.4** | 1.8* | 3.4** |
| Hembras | 6 | 933.5** | 85.7* | 17.7** | 3.8** | 8.7** |
| MxH | 54 | 222.4ns | 29.2ns | 17.1** | 1.9** | 1.6* |
| Error | 64 | 233.3 | 32.1 | 3.9 | 0.8 | 0.7 |
| Total | 139 | | | | | |
| CV% | | 17.36 | 18.76 | 10.47 | 1.44 | 1.36 |

* = Significancia al 0.05, ** Altamente significativa 0.01, ns = No significativo, REND = Rendimiento de Forraje Verde, MS = Materia Seca, PE = Peso del Elote, FM = Floración Masculina, FF = Floración Femenina.

Comparación de medias

En el Cuadro 4.2 se presentan los materiales evaluados a un cuando no existe diferencia significativa para FV y MS la cual permitió detectar las cruza mas sobresalientes para su capacidad rendidora donde las cruza 3x14, 8x16 y 8x16, para FM las cruza 2x15, 4x17, 5x18, 6x15, 8x11 y 8x16 resultaron ser precoses. Para FF las cruza 2x17, 6x15, 8x15 y 8x16 resultaron ser precoses.

Respecto al PE, se observa que las cruza 8x16 fue la que mas más PE presento con 42 t ha⁻¹ estadísticamente igual a 2x14, 3x14 9x18 y al P16, con 40, 39, 38 y 38 respectivamente.

Cuadro 4.2 Valores promedios de los materiales evaluados para las características agronómicas.

| Cruza | RFV (t ha ⁻¹) | Cruza | MS (t ha ⁻¹) | Cruza | PE (t ha ⁻¹) | Cruza | FM (días) | Cruza | FF (días) |
|-------|------------------------------|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|--------------|-------|--------------|
| 1x11 | 80 | 1x11 | 17 | 1x11 | 25 | 1x11 | 64 | 1x11 | 65 |
| 1x14 | 90 | 1x14 | 16 | 1x14 | 28 | 1x14 | 65 | 1x14 | 67 |
| 1x15 | 99 | 1x15 | 22 | 1x15 | 32 | 1x15 | 63 | 1x15 | 64 |
| 1x16 | 86 | 1x16 | 19 | 1x16 | 28 | 1x16 | 65 | 1x16 | 65 |
| 1x17 | 85 | 1x17 | 18 | 1x17 | 26 | 1x17 | 65 | 1x17 | 66 |
| 1x18 | 85 | 1x18 | 15 | 1x18 | 31 | 1x18 | 64 | 1x18 | 66 |
| 1x19 | 89 | 1x19 | 18 | 1x19 | 27 | 1x19 | 64 | 1x19 | 65 |
| 2x11 | 96 | 2x11 | 20 | 2x11 | 32 | 2x11 | 64 | 2x11 | 67 |
| 2x14 | 113 | 2x14 | 20 | 2x14 | 40 | 2x14 | 66 | 2x14 | 67 |
| 2x15 | 91 | 2x15 | 22 | 2x15 | 31 | 2x15 | 62 | 2x15 | 63 |
| 2x16 | 99 | 2x16 | 21 | 2x16 | 34 | 2x16 | 64 | 2x16 | 65 |
| 2x17 | 94 | 2x17 | 24 | 2x17 | 35 | 2x17 | 64 | 2x17 | 65 |
| 2x18 | 100 | 2x18 | 19 | 2x18 | 36 | 2x18 | 66 | 2x18 | 67 |
| 2x19 | 95 | 2x19 | 21 | 2x19 | 32 | 2x19 | 65 | 2x19 | 67 |
| 3x11 | 97 | 3x11 | 22 | 3x11 | 33 | 3x11 | 64 | 3x11 | 65 |
| 3x14 | 115 | 3x14 | 24 | 3x14 | 39 | 3x14 | 64 | 3x14 | 66 |
| 3x15 | 81 | 3x15 | 19 | 3x15 | 32 | 3x15 | 64 | 3x15 | 64 |
| 3x16 | 78 | 3x16 | 17 | 3x16 | 26 | 3x16 | 64 | 3x16 | 65 |
| 3x17 | 78 | 3x17 | 16 | 3x17 | 22 | 3x17 | 65 | 3x17 | 66 |
| 3x18 | 95 | 3x18 | 19 | 3x18 | 29 | 3x18 | 66 | 3x18 | 67 |
| 3x19 | 84 | 3x19 | 19 | 3x19 | 27 | 3x19 | 65 | 3x19 | 66 |

Continuación.....

| | | | | | | | | | |
|-------|-----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
| 4x11 | 75 | 4x11 | 19 | 4x11 | 25 | 4x11 | 64 | 4x11 | 65 |
| 4x14 | 97 | 4x14 | 20 | 4x14 | 34 | 4x14 | 64 | 4x14 | 66 |
| 4x15 | 68 | 4x15 | 15 | 4x15 | 23 | 4x15 | 65 | 4x15 | 66 |
| 4x16 | 80 | 4x16 | 18 | 4x16 | 30 | 4x16 | 65 | 4x16 | 65 |
| 4x17 | 81 | 4x17 | 18 | 4x17 | 32 | 4x17 | 63 | 4x17 | 65 |
| 4x18 | 90 | 4x18 | 18 | 4x18 | 28 | 4x18 | 65 | 4x18 | 65 |
| 4x19 | 72 | 4x19 | 17 | 4x19 | 29 | 4x19 | 64 | 4x19 | 65 |
| 5x11 | 91 | 5x11 | 20 | 5x11 | 31 | 5x11 | 65 | 5x11 | 66 |
| 5x14 | 85 | 5x14 | 20 | 5x14 | 28 | 5x14 | 64 | 5x14 | 64 |
| 5x15 | 65 | 5x15 | 13 | 5x15 | 23 | 5x15 | 66 | 5x15 | 66 |
| 5x16 | 83 | 5x16 | 20 | 5x16 | 27 | 5x16 | 63 | 5x16 | 64 |
| 5x17 | 55 | 5x17 | 13 | 5x17 | 22 | 5x17 | 62 | 5x17 | 63 |
| 5x18 | 107 | 5x18 | 22 | 5x18 | 34 | 5x18 | 62 | 5x18 | 64 |
| 5x19 | 70 | 5x19 | 15 | 5x19 | 25 | 5x19 | 64 | 5x19 | 64 |
| 6x11 | 97 | 6x11 | 21 | 6x11 | 31 | 6x11 | 65 | 6x11 | 65 |
| 6x14 | 98 | 6x14 | 21 | 6x14 | 36 | 6x14 | 64 | 6x14 | 66 |
| 6x15 | 76 | 6x15 | 19 | 6x15 | 26 | 6x15 | 62 | 6x15 | 63 |
| 6x16 | 96 | 6x16 | 22 | 6x16 | 32 | 6x16 | 64 | 6x16 | 65 |
| 6x17 | 78 | 6x17 | 14 | 6x17 | 27 | 6x17 | 65 | 6x17 | 66 |
| 6x18 | 98 | 6x18 | 20 | 6x18 | 30 | 6x18 | 65 | 6x18 | 67 |
| 6x19 | 101 | 6x19 | 19 | 6x19 | 32 | 6x19 | 64 | 6x19 | 66 |
| 7x11 | 79 | 7x11 | 20 | 7x11 | 28 | 7x11 | 64 | 7x11 | 65 |
| 7x14 | 100 | 7x14 | 20 | 7x14 | 34 | 7x14 | 65 | 7x14 | 66 |
| 7x15 | 62 | 7x15 | 12 | 7x15 | 19 | 7x15 | 65 | 7x15 | 64 |
| 7x16 | 106 | 7x16 | 21 | 7x16 | 35 | 7x16 | 64 | 7x16 | 66 |
| 7x17 | 92 | 7x17 | 21 | 7x17 | 29 | 7x17 | 66 | 7x17 | 67 |
| 7x18 | 99 | 7x18 | 22 | 7x18 | 30 | 7x18 | 66 | 7x18 | 66 |
| 7x19 | 98 | 7x19 | 24 | 7x19 | 30 | 7x19 | 65 | 7x19 | 66 |
| 8x11 | 86 | 8x11 | 16 | 8x11 | 32 | 8x11 | 62 | 8x11 | 64 |
| 8x14 | 92 | 8x14 | 20 | 8x14 | 32 | 8x14 | 65 | 8x14 | 66 |
| 8x15 | 71 | 8x15 | 17 | 8x15 | 27 | 8x15 | 64 | 8x15 | 63 |
| 8x16 | 116 | 8x16 | 26 | 8x16 | 42 | 8x16 | 62 | 8x16 | 63 |
| 8x17 | 82 | 8x17 | 18 | 8x17 | 27 | 8x17 | 64 | 8x17 | 65 |
| 8x18 | 85 | 8x18 | 17 | 8x18 | 29 | 8x18 | 65 | 8x18 | 65 |
| 8x19 | 93 | 8x19 | 13 | 8x19 | 32 | 8x19 | 65 | 8x19 | 66 |
| 9x11 | 71 | 9x11 | 12 | 9x11 | 27 | 9x11 | 64 | 9x11 | 64 |
| 9x14 | 95 | 9x14 | 21 | 9x14 | 33 | 9x14 | 65 | 9x14 | 66 |
| 9x15 | 76 | 9x15 | 17 | 9x15 | 29 | 9x15 | 64 | 9x15 | 65 |
| 9x16 | 84 | 9x16 | 20 | 9x16 | 29 | 9x16 | 64 | 9x16 | 65 |
| 9x17 | 86 | 9x17 | 19 | 9x17 | 33 | 9x17 | 64 | 9x17 | 64 |
| 9x18 | 101 | 9x18 | 22 | 9x18 | 38 | 9x18 | 65 | 9x18 | 66 |
| 9x19 | 100 | 9x19 | 15 | 9x19 | 33 | 9x19 | 65 | 9x19 | 66 |
| 10x11 | 86 | 10x11 | 22 | 10x11 | 32 | 10x11 | 65 | 10x11 | 65 |
| 10x14 | 88 | 10x14 | 22 | 10x14 | 31 | 10x14 | 65 | 10x14 | 67 |
| 10x15 | 92 | 10x15 | 21 | 10x15 | 33 | 10x15 | 65 | 10x15 | 65 |
| 10x16 | 90 | 10x16 | 16 | 10x16 | 34 | 10x16 | 65 | 10x16 | 66 |

Continuación.....

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10x17 | 86 | 10x17 | 20 | 10x17 | 34 | 10x17 | 64 | 10x17 | 65 |
| 10x18 | 60 | 10x18 | 12 | 10x18 | 22 | 10x18 | 65 | 10x18 | 66 |
| 10x19 | 93 | 10x19 | 21 | 10x19 | 33 | 10x19 | 65 | 10x19 | 66 |
| P1 | 90 | P1 | 19 | P1 | 33 | P1 | 15 | P1 | 66 |
| P2 | 94 | P2 | 20 | P2 | 33 | P2 | 65 | P2 | 66 |
| P3 | 87 | P3 | 19 | P3 | 29 | P3 | 64 | P3 | 66 |
| P4 | 87 | P4 | 20 | P4 | 29 | P4 | 64 | P4 | 65 |
| P5 | 85 | P5 | 19 | P5 | 28 | P5 | 64 | P5 | 65 |
| P6 | 91 | P6 | 19 | P6 | 30 | P6 | 65 | P6 | 66 |
| P7 | 93 | P7 | 20 | P7 | 32 | P7 | 65 | P7 | 66 |
| P8 | 88 | P8 | 19 | P8 | 31 | P8 | 63 | P8 | 65 |
| P9 | 85 | P9 | 19 | P9 | 30 | P9 | 62 | P9 | 63 |
| P10 | 87 | P10 | 18 | P10 | 30 | P10 | 64 | P10 | 66 |
| P11 | 82 | P11 | 17 | P11 | 30 | P11 | 75 | P11 | 76 |
| P14 | 97 | P14 | 20 | P14 | 36 | P14 | 76 | P14 | 76 |
| P15 | 93 | P15 | 20 | P15 | 32 | P15 | 75 | P15 | 75 |
| P16 | 102 | P16 | 23 | P16 | 38 | P16 | 73 | P16 | 74 |
| P17 | 89 | P17 | 20 | P17 | 30 | P17 | 72 | P17 | 74 |
| P18 | 98 | P18 | 18 | P18 | 29 | P18 | 76 | P18 | 77 |
| P19 | 90 | P19 | 19 | P19 | 33 | P19 | 73 | P19 | 74 |
| MEDIA | 87.98 | | 18.85 | | 30.23 | | 64.26 | | 65.22 |
| DMS | 11.51 | | 1.24 | | 4.27 | | 0.69 | | 0.67 |

DMS= Diferencia mínima significativa al 5por ciento de probabilidad, REND=Rendimiento de forraje verde, MS = Materia seca, PE = Peso del elote, FM = Floración femenina, FF= Floración femenina.

Efectos genéticos de aptitud combinatoria general

En el Cuadro 4.3 se presentan los efectos de ACG para machos. En cuanto a las características de rendimiento de forraje verde (RFV) los que presentan mayores efectos de ACG son 2, 6 y 6. de los cuales solo el P2 fue significativo Los efectos más bajo y no significativos fueron 4, 5 y 10. Para el caso de materia seca los que presentaron valores mas altos en cuanto a ACG son 2, 3 y 7 donde solo P2 fue y los mas bajos no significativos fueron 1, 4 y 5. Para peso del elote (PE) los que presentan mayores efectos de ACG son 2, 8 y

9 de los cuales P8 y P9 fueron no significativos y los más bajos no significativos en cuanto ACG son 1, 4 y 5. Para la variable floración masculina los valores más altos corresponden a los machos 3, 7 y 10 a un cuando estos fueron no significativos. Solo se detectó significancia en el macho 8. La variable floración femenina los que presentan valores más altos y no significativos son 2, 7 y 10 y los más bajos 5, 8 y 10, de los cuales de los dos primeros (5 y 8) fueron significativos.

Cuadro 4.3 Efecto de aptitud combinatoria general para los progenitores en cinco características agronómicas.

| Machos | RFV(t ha ⁻¹) | MS(t ha ⁻¹) | PE(t ha ⁻¹) | FM(días) | FF(días) |
|--------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|----------|
| 1 | -0.52 | -1.05 | -2.09 | -0.06 | 0.2 |
| 2 | 10.15 | 2.12 | 3.96 | 0.15 | 0.48 |
| 3 | 1.52 | 0.614 | -0.52 | 0.22 | 0.27 |
| 4 | -7.48 | -0.87 | -1.51 | 0.15 | -0.08 |
| 5 | -8.56 | -1.206 | -3.04 | -0.49 | -0.79 |
| 6 | 3.96 | 0.427 | 0.51 | -0.2 | 0.2 |
| 7 | 2.82 | 1.017 | 0.99 | 0.36 | 0.34 |
| 8 | 1.19 | -0.65 | 1.23 | -0.63 | -0.87 |
| 9 | -0.36 | -0.73 | 1.36 | 0 | -0.22 |
| 10 | -2.74 | 0.33 | 1.09 | 0.5 | 0.48 |

REND = Rendimiento de forraje verde, MS = Materia seca, PE = Peso de elote, FM = Floración masculina, FF = Floración femenina.

Los mayores efectos para ACG hembras en la variable de rendimiento de forraje verde, correspondieron a las hembras 14, 16 y 18 a un cuando fueron no significativos ($P \leq 0.05$) contrario a los demás valores que se mostraron negativos y no significativos. En materia seca (MS) las hembras que tuvieron mayor efecto de ACG fueron la 11, 14 y 16 y no significativos contrario 9, 15, 17

y 18 cuyos valores son negativos. En la variable peso de elote (PE) los mayores efectos de ACG lo presentaron las hembras siguientes 14, 16 y 18 los demás se mostraron como valores negativos.

La variable floración masculina las hembras que presentaron efectos positivos de ACG fueron 14, 18 y 19 mientras que la 14, 15 y 16 presentaron valores bajos.

Cuadro 4.4 Efectos de aptitud combinatoria general para los progenitores en cinco características agronómicas.

| Hembras | RFV (t ha ⁻¹) | MS (t ha ⁻¹) | PE (t ha ⁻¹) | FF (t ha ⁻¹) | FM (t ha ⁻¹) |
|---------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 11 | -1.58 | 0.39 | -0.48 | -0.17 | -0.17 |
| 14 | 10.1 | 0.8 | 3.47 | 0.52 | 0.87 |
| 15 | -10.21 | -1.44 | -2.81 | -0.57 | -0.97 |
| 16 | 3.74 | 1.3 | 1.53 | -0.37 | -0.57 |
| 17 | -6.42 | -0.83 | -1.56 | -0.12 | -0.07 |
| 18 | 3.94 | -0.21 | 0.53 | 0.57 | 0.67 |
| 19 | 0.44 | -0.01 | -0.67 | 0.17 | 0.27 |

RFV = Rendimiento de forraje verde, MS = materia seca, PE = peso del elote, FM = floración masculina, FF = floración femenina.

Efectos de aptitud combinatoria específica

Al realizar el análisis de aptitud combinatoria específica (ACE) de las cruza se determino que las siguientes presentaron mayor efecto en cuanto a forraje verde (RFV): 5 x18, 8x16 y 1x15. Donde se observa que en las dos

primeras interviene un progenitor con ACG positiva, y en el caso de 1x15, ambos progenitores presentan ACG negativo. No se observó la participación del macho 2 (progenitor 2) que fue el que presentó un valor de ACG alto y significativo.,* lo anterior coincide parcialmente con lo expresado por Hayes y Jonson (1939), Gutiérrez y Ortiz (1998), Gutiérrez *et al.*, (2002) y Gonzáles (1993) quienes mencionan la posibilidad de que los materiales que tienen buena aptitud combinatoria general pueden generar cruzas superiores.

Para la variable peso de elote (PE) los valores de ACE mayores se observa para las mismas cruzas observadas en RFV, y lo mismos se observan para la variable MS. En el caso de MS, se observa la craza 2x17 con un valor de 3.95 en la cual participa el macho 2, el cual fue el único que presentó un valor alto positivo y significativo de ACG.

Para la variable floración femenina (FF) las cruzas más tardías en cuanto aptitud combinatoria específica son 2x11, 4x15 y 5x15 las más precoces son: 1x14, 3x18 y 6x18.

Cuadro 4.5 Efectos de ACE para las 10 mejores cruzas

| Cruza | FV (t ha ⁻¹) | Cruza | MS (t ha ⁻¹) | Cruza | PE (t ha ⁻¹) | Cruza | FM (días) | Cruza | FF (días) |
|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|--------------|-------|--------------|
| 1X15 | 22.05 | 1X15 | 5.44 | 1X15 | 6.27 | 1X11 | 2.96 | 1X14 | 0.7 |
| 2X14 | 5.04 | 2X17 | 3.95 | 2X17 | 2.26 | 2X11 | 3.75 | 2X11 | 1.46 |
| 3X14 | 15.08 | 3X14 | 3.74 | 3X14 | 5.41 | 3X11 | 2.67 | 3X18 | 0.82 |
| 4X17 | 6.82 | 4X14 | 1.52 | 4X17 | 5.14 | 4X11 | 2.75 | 4X15 | 1.83 |

Continuación.....

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 5X18 | 23.53 | 5X18 | 4.77 | 5X18 | 6.57 | 5X11 | 5.39 | 5X15 | 2.55 |
| 6X19 | 8.5 | 6X16 | 1.21 | 6X19 | 2.21 | 6X11 | 4.1 | 6X18 | 0.9 |
| 7X16 | 11.34 | 7X19 | 4.14 | 7X16 | 4.52 | 7X11 | 2.53 | 7X16 | 1 |
| 8X16 | 22.67 | 8X16 | 12.49 | 8X16 | 8.89 | 8X19 | 2.18 | 8X19 | 1.37 |
| 9X19 | 11.72 | 9X18 | 4.19 | 9X18 | 5.76 | 9X11 | 2.89 | 9X15 | 0.97 |
| 10X15 | 17.27 | 10X15 | 3.36 | 10X15 | 4.77 | 10X11 | 3.39 | 10X16 | 0.86 |

FV = Forraje verde, MS = Materia seca, PE = Peso de elote, FM = Floración masculina, FF= Floración femenina.

Componentes de varianza

El cuadro 4.6 se presentan los componentes de varianza para cada una de las variables evaluadas, donde se observa que la varianza aditiva (σ^2_A) predomina en las características, rendimiento de forraje (FV), peso de elote (PE), por contrario en materia seca (MS), floración masculina (FM) y floración femenina (FF). predomina la varianza no aditiva.

En cuanto al grado de dominancia para la variable floración femenina (FF) y floración masculina (FM) presentan valores de 1.92 y 5 el cual se considera como sobre dominancia de acuerdo con la calificación de Falconer (1985). Para los efectos de heredabilidad y dominancia los valores negativos de la varianza se toman como cero, como la señala Márquez (1988).

La heredabilidad en sentido estricto se presentaron valores bajos en las características materia seca (MS) y floración masculina (FM), contrario a

rendimiento de forraje verde (FV) Presentó un valor alto de 31.85 concordando con Chávez (1995).

Cuadro 4.6 Estimación de los componentes genéticos de cinco características agronómicas

| Variables | σ^2_A | σ^2_D | σ^2_D (%) | σ^2_F | d | h^2 (%) | σ^2_A (%) |
|-----------|--------------|--------------|---------------------|--------------|-------|--------------|---------------------|
| RFV | 98.88 | 0.0 | 0.0 | 332.18 | 0.142 | 31.85 | 29.8 |
| MS | 0 | 27.6 | 87.17 | 31.66 | 0.00 | 0.50 | 0.0 |
| PE | 9.864 | 0.00 | 0.00 | 41.96 | 0.450 | 27.27 | 23.5 |
| FM | 0.176 | 2.2 | 69.26 | 3.176 | 5.00 | 5.54 | 5.54 |
| FF | 0.967 | 1.8 | 51.9 | 3.467 | 1.92 | 27.81 | 27.9 |

σ^2_A = Varianza aditiva, σ^2_D = Varianza de dominancia, $\sigma^2_D\%$ = por ciento de dominancia, σ^2_F = Varianza fenotípica, d = grado de dominancia, $h^2(\%)$ = heredabilidad, % varianza fenotípica.

Análisis de correlación fenotípica.

En este Cuadro 4.7 se muestran los análisis de correlación fenotípica de las cinco características agronómicas evaluadas. Al respecto resultó correlación estadística significativa entre forraje verde (FV) con materia seca (MS), forraje verde (FV) con peso de elote (PE), materia seca (MS) con peso de elote (PE) y floración masculina (FM) con floración femenina (FF).

Cuadro 4.7 Correlación fenotípica para cinco características agronómicas

| Variables | FV | MS (t ha ⁻¹) | PE (t ha ⁻¹) | FM (dds) | FF (dds) |
|-----------|----|-----------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| FV | | 0.76** | 0.86** | 0.09 ns | 0.32** |
| MS | | | 0.68** | -0.11 ns | -0.01 ns |
| PE | | | | -0.03 ns | 0.17 ns |
| FM | | | | | 0.77** |
| FF | | | | | |

** = significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, FV = Forraje Verde, MS = Materia Seca, PE = Peso de Elote, FM = Floración Masculina, FF = Floración Femenina.

V. CONCLUSIONES

De las cinco características evaluadas se encontró variabilidad genética para hembras en Rendimiento de Forraje Verde, Materia Seca, Floración Masculina y Floración Femenina, en tanto para machos solo para MS, FM y FF. Las cruzas solo presentan diferencia fenotípica para MS, FM y FF.

1. Para Materia Seca las que mas resaltaron son 8x16, 2x17 y 3x14.
2. El macho 2 mostró los mayores valores positivos significativos para FV, MS y PE en tanto la hembra 14 mostró los mejores valores de ACG aunque no significativos para todas las características evaluadas.
3. Los efectos de (ACE) las mejores cruzas para FV, MS y PE fueron 5x18, 8x16 y 8x16. Para la variable Floración Masculina las que fueron más precoces son 8x19, 3x11 y 4x11. Para la variable floración femenina las mas precoces son 1x14, 3x18, 10x16 y 6x18.
4. La varianza aditiva, fue mas importante en Rendimiento de Forraje y Peso de Elote., y la no aditiva en Materia Seca y Floración Masculina y Floración Femenina.
5. La heredabilidad en sentido estricto presenta valores bajos en Materia Seca y contrario a rendimiento presentan un valor alto de 31.85.
6. El grado de promedio de dominancia (d) se observo en FM y FF.

VI. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la pequeña propiedad de providencia municipio de Torreón Coahuila en el ciclo primavera el cual 2003 consistió en la evaluación de 70 cruzas de maíz derivados de 17 materiales de origen comercial, se obtuvo información de forraje verde (RFV), materia seca (MS), peso de elote (PE), floración masculina (FM) y floración femenina (FF). Se realizó un análisis genético se utilizó el diseño II de Carolina del Norte propuesto por Comstock y Robinson (1948), se estimaron los efectos de aptitud combinatoria general y específica para el grupo de machos y hembras de acuerdo a los principios propuestos por Sprague y Tatum (1942). Con cuadrados medios de análisis de varianza se calcularon las varianzas de machos y hembras lo cual permitieron estimar los componentes genéticos varianza debido a efectos aditivos y no aditivos.

La evaluación se realizó en un ensayo de bloques al azar con dos repeticiones. El objetivo fue caracterizar los mejores híbridos varietales y evaluarlos a partir de híbridos comerciales que tengan buen rendimiento de forraje verde (FV) y características de calidad para el consumo del ganado y determinar los parámetros genéticos, considerando los efectos de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica.

La característica rendimiento forraje verde y peso de elote la varianza aditiva fue mayor que la varianza de dominancia y para la varianza MS, FM, FF la varianza de dominancia fue mayor.

Los análisis de correlación fenotípica muestra que los niveles de asociación solo se presentan en forraje verde con materia seca, forraje verde con floración femenina, forraje verde con peso de elote, materia seca con peso de elote y floración masculina con floración femenina indican una asociación genética.

Los resultados de esta investigación demuestra que hay combinaciones de híbridos que pueden ser recomendados con éxito en un programa de mejoramiento tomando en cuenta las características que se evalúan en nuevos progenitores.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allard R. W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Cuarta Edición. Edición Omega, S.A. Barcelona. p 97.
- Amador R. A. L.; F. C. Boschini 2000. Fonología productiva y nutricional del maíz para la producción de forraje. *Agronomía mesoamericana* . 170 – 175.
- Chaves A.; J. L y López E. 1995. Mejoramiento de las plantas I . UAAAN. México. p157.
- Cheng; Y. C Wang and M. Lee 1995. Effect of plating density and nitrogen application rates on growth characteristics, gras yield and quality of foraje Maize. *J. of Taiwan Livestioch Research*. 123 – 131.
- Comstock; R. E and H.F Robinson 1948. The components of genetic variance in a population of biparental progenies and their use in estimating the average de gree of dominace. *Biometrics* 253 – 265.
- De la Loma J. L 1975 *Genetica General y aplicada*. Editorial UTEHA. México.
- Ebehart, S.A ., and A.R Hllauer1968 Genetic effect for Yield in single, three way and doubles cross maize hybrids. *crop sci* 336 – 374.
- Ebehart, S.A.; and W. A. Rusell. 1963 Genotype environment interactions. symposium on statistical genetics and plnt breeding. NOS. NRC. pub. 163 -195.
- Geiger H. H; G. Seitz, A. E Melchinger, G. A. Schimoldt 1992 Genotipic Correlations in Farage maize I. Relations ps among yind and quality traits in hybrids. *Maydica* 94 – 98.
- Groodrich, R.D and J. C Meiske. 1985. Corn and sorghum silages. in *Forages. The science of grassland Agriculture*. M. E Heath. R.F Barnes, D.S Metcalfe . Fourth Edition Iowa state University press. Ames, Iowa, USA. p 525 – 535.
- Hallauer R. A; and Miranda FO 1981. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. The Iowa State Universisty press Ames, Iowa, 5001. First Edition. p 467.
- Márquez, S, F 1988. *Genotecnia Vegetal*. Tomo II AGTES. México. p 560.
- Martínez G. A 1983 *Diseño y análisis de experimentos de cruzas dialélicas*. segunda edición. colegio de postgraduados. Chapingo, México. p 250.

- Núñez H. G, E. F. Contreras G, R. Faz C y R . Herrera. 1999. selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje. in : componentes tecnológicos para la producción de ensilados de maíz y sorgo SAGARPA – INIFAP – CIRNOC – CELALA. p 2 – 6.
- Núñez G; F. Gonzáles, S. Martín Del campo y A. A De Alba. 1994 efectos de la densidad de plantas en la producción y calidad del maíz híbrido de hojas erectas para ensilaje. AV. en inv. Agropecuaria. p 24 – 31.
- Núñez H. G.; R. Faz C, M. R. Tovar G y A. Zavala G. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de Mexico. Tec. Pec. Mex. p 76 -87.
- Peña R. A, G. H Núñez y C. F Gonzáles 2003 Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. Tec. Mex. p 62 – 73.
- Peña R. A, G. Núñez H y F. Gonzáles C. 2002 Potencial Forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Tec. Pec. Mex. p 214 – 227.
- Pinter, L.; J . Schmidt, S. Jozsa, J. S Zabo and G. Kelemen. 1990. effect of plant density on the value of forage maize. Maydica . p 75 – 78.
- Sprague, G. F.; and L. a. Tatum. 1942 General vs Spesific Combining ability in Single crosses of corn. J. Am Soc. Agron. p922 – 930.
- Torrecillas M. G y L. M. Bertoia 2000 Aptitud Combinatoria para caracteres forrajeros en poblaciones nativas y compuestos racionales de maíz de Argentina. Invest. Agr. Prot. Vege. p 78 – 91.