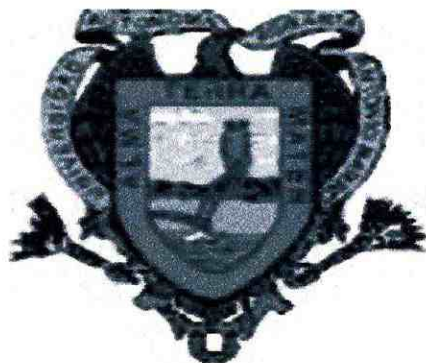


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
UNIDAD LAGUNA.**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.



**ESTIMACION DE VALORES CUANTITATIVOS DE LOS
COMPONENTES DE PRODUCCION DE FORRAJE EN
HIBRIDOS DE MAIZ**

ELABORADO POR:

VICTOR MANUEL ARMENTA ROMAN

TESIS.

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE: INGENIERO AGRÓNOMO.**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DEL 2007

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.

TESIS DEL C. VICTOR MANUEL ARMENTA ROMAN.

**TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ
PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO.

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



DR. EMILIANO GUTIERREZ DEL RÍO.

ASESOR:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA.

ASESOR:

MC. RAUL WONG ROMERO.

ASESOR:



DR. SALVADOR GODOY AVILA.

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS.**



MC. JAVIER ARAIZA CHAVEZ


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DEL 2007

00091

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

00091

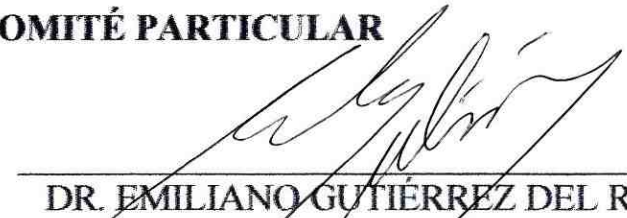
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.

TESIS DEL C. VICTOR MANUEL ARMENTA ROMANELABORADA
BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORIA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO.

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RÍO.

ASESOR:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA.

ASESOR:

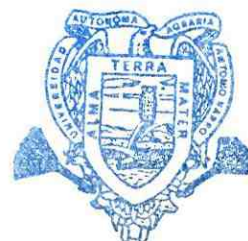
MC. RAUL WONG ROMERO.

ASESOR:


DR. SALVADOR GODOY AVILA.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS.


MC. JAVIER ARAIZA CHÁVEZ



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MEXICO

FEBRERO DEL 2007

00091

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Señor tu qué me has permitido terminar esta etapa de mi vida, guía mis pasos por los nuevos senderos que caminera para alcanzar el éxito y la felicidad: libérame del egoísmo, y lo que he aprendido este siempre al servicio de los demás; concede gratitud para no olvidar a mis padre y a los que me apoyaron durante mis estudios; permíteme triunfar en todo lo que logre hacer.

A mi "Alma Mater" por abrirme las puertas y brindarme las facilidades de alcanzar una meta trazada en la vida

A MIS ASESORES

DR. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RIO.

M.C. RAUL WONG ROMERO.

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA.

DR. SALVADOR GODOY ÀVILA.

A todos ellos por brindarme su apoyo, asesoría y darme la oportunidad de adquirir conocimientos que me sirven para toda mi vida.

A MIS COMPAÑEROS DE CLASES

Por su amistad, apoyo y por todo el tiempo que pase conviviendo con ellos en los salones de clases, en las practicas, gracias por todas las alegrías

A MIS MAESTROS

A los profesores Dr. Emiliano Gutiérrez del Río MC Raúl Wong Romero, Dr. Armando Espinoza Banda, Dr. Salvador Godoy Ávila... y a todos aquellos catedráticos que de manera directa e indirectamente me brindaron incondicionalmente su confianza y amistad durante la carrera

A MIS PADRES

Sr. Reyes Armenta Castro

Sra. Blanca Celida Román Zavala

Quienes con su amor y consejos y su gran apoyo incondicional formaron en mí un hombre de bien y me brindaron la oportunidad de concluir una carrera, mil gracias queridos padres

A MIS HERMANOS

Rey David, Alma Carmina, Dalia Guadalupe, Blanca Imelda

Por su gran apoyo que me brindaron durante mis estudios y por su confianza, amistad, unión y comprensión, cuyos apoyos e inspiración fueron importantes para alcanzar esta meta en mi vida gracias queridos hermanos.

A todos y cada uno de mis tíos, primos y sobrinos que siempre conviven y forman un núcleo familiar sólido y confortador que siempre han sabido salir adelante antes las adversidades de la vida y por su apoyo que me brindaron durante mis estudios mil gracias

A todos y cada uno de los compañeros y mis amigos (a); que me permitieron convivir durante mi estancia en la Universidad y en esta ciudad.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Sr. Reyes Armenta Castro

Sra. Blanca Celida Román Zavala

Con mucho cariño, aprecio y amor por tenerme paciencia y confianza, haberme educado por un camino recto, pero sobre todo por que me dieron la vida y el sustento para que hoy llegara a unas de las metas trazadas en la vida. A ellos siempre mis respetos y agradeciemento para toda la vida

A una persona muy especial en mi vida a mi abuela **María Dolores Zavala Higuera**

Quien fuera una gran persona que admire mucho en la vida, que se nos adelanto inevitablemente por el camino sin retorno, en recuerdo a su memoria y asu inolvidable cariño con lo que siempre me distinguió. Pero se que en el lugar donde se encuentra comparte la misma alegría con migo por este momento tan inolvidable.

| | |
|---|---------------|
| INDICE | Página |
| INDICE DE CUADROS | IX |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| LITERATURA REVISADA | 4 |
| 2.1. Maíz como cultivo forrajero | 4 |
| 2.2 . aptitud combinatoria | 7 |
| 2.2.1. Aptitud combinatoria general..... | 8 |
| 2.2.2. Aptitud combinatoria especifica | 9 |
| 2.3. Líneas puras..... | 10 |
| 2.4. Híbridos..... | 10 |
| 2.4.1. Híbrido Simple..... | 11 |
| 2.4.2. Híbrido Doble..... | 11 |
| 2.4.3. Híbrido Triple..... | 11 |
| 2.5. Cruzas Dialelicas..... | 12 |
| 2.6. Diseño dialelico de griffin..... | 13 |
| 2.7. Heredabilidad..... | 15 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 18 |
| 3.1 Materia Genético..... | 19 |
| 3.2 Ubicación Geográfica..... | 19 |
| 3.3 Diseño y parcela experimental..... | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4 Siembra..... | 20 |
| 3.5, Fertilización..... | 20 |
| 3.6. Riego..... | 21 |
| 3.7. Control de plagas..... | 21 |
| 3.8. Control de maleza..... | 21 |
| 3.9. Cosecha..... | 21 |
| 3.10. Evaluación de cruzas..... | 22 |
| 3.10.1 Variables evaluadas | 22 |
| 3.11. Análisis estadístico..... | 22 |
| 3.12. Análisis genético..... | 23 |
| 3.12.1. Estimación de componentes de varianza..... | 23 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 26 |
| 4.1 Análisis genético..... | 26 |
| 4.2 Promedio de nueve características evualadas..... | 28 |
| 4.3 Comparación múltiple de medias..... | 30 |
| 4.4 Aptitud combinatoria general (ACG)..... | 32 |
| 4.5 Efectos de aptitud combinatoria especifica (ACE)..... | 33 |
| 4.6 Correlacione..... | 35 |
| 4.7 Componentes de varianza..... | 36 |
| 4.8 Correlación de los componentes de varianza..... | 37 |
| V. Conclusiones..... | 39 |
| RESUMEN..... | 40 |

| | |
|---------------|----|
| APENDICE..... | 42 |
|---------------|----|

| | |
|-----------------------|----|
| VI. BIBLIOGRAFIA..... | 46 |
|-----------------------|----|

INDICE DE CUADROS

| Número de cuadro..... | Página. |
|--|---------|
| 3.1 Descripción del material genético utilizado..... | 19 |
| 4.1.1 Cuadrados medios del análisis de varianza dialélico método 4 (Griffing 1956) de seis características evaluadas de maíz. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila.2004..... | 28 |
| 4.2.1 Comportamiento promedio de nueve características evaluadas de las líneas de maíz forrajero. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004..... | 29 |
| 4.3.1 Comparación múltiple de medias de rendimiento de forraje verde y Seco y características agronómicas evaluadas de cruzas de maíz Forrajero. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila 2004..... | 31 |
| 4.4.1 Efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) estimados en líneas de maíz para forraje, de seis características evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004..... | 33 |

| | |
|---|----|
| 4.5.1 Efectos de Aptitud Combinatoria Especifica (ACE) estimados en líneas de maíz. Para forraje, de seis características evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004..... | 33 |
| 4.6.1 Coeficientes de correlación fenotípica de nueve variables agronómicas evaluadas..... | 35 |
| 4.7.1 Componentes de varianza de las nueve variables agronómicas de maíz evaluadas en la UAAAN-UL Torreón, Coahuila. 2004..... | 37 |
| 4.8.1 Coeficientes de correlaciones de varianzas..... | 38 |

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays L*), representa a nivel mundial un alimento de vital importancia para el consumo humano y para la producción de forraje, tiene su centro de origen en México. El maíz forrajero es cultivado para alimentación de ganado, se cosecha y ensila para suministro en épocas de escasez de pasto o para alimentar ganado estabulado. La densidad de plantas por hectárea que se utiliza en la siembra, es de 80 mil a 120 mil pl ha⁻¹.

El valor nutritivo del ensilaje destaca por su contenido energético así como la cantidad de proteínas y sales minerales que aporta. El mayor contenido en materia seca del maíz ensilado se consigue con un buen manejo del cultivo, la realización del ensilado en el momento oportuno y la buena conservación del silo; con el aumento en la demanda de producción de forraje en las cuencas lecheras del país, se plantea la necesidad de definir estrategias que ayuden a aprovechar el potencial genético existente a través del desarrollo de programas de mejoramiento genético. Hasta hoy, ninguno de los híbridos de maíz usados para forraje en México ha sido desarrollado en programas de mejoramiento genético para aumentar producción y calidad forrajera, solo fueron seleccionados para rendimiento de grano.

La Comarca Lagunera, a nivel nacional, es una de las cuencas lecheras más importantes, donde se siembran anualmente un promedio de 15,000 ha de maíz

forrajero, del cual el 90 % de los híbridos comerciales que se siembran son desarrollados para otras regiones del país y de compañías multinacionales. En los últimos 10 años de evaluación, se han incluido 152 híbridos de maíz diferentes, identificándose materiales con buenas características de rendimiento y calidad forrajera, ensilado de alta calidad y producciones de 52 t ha⁻¹ de forraje fresco y 15 t ha⁻¹ de forraje seco.

Se han realizado investigaciones para conocer la diversidad y heterosis entre híbridos comerciales para grano y para forraje así como de híbridos comerciales y poblaciones exóticas. La variabilidad genética es esencial para un programa de mejoramiento genético, una fuente importante de variabilidad es el uso de material exótico o inadaptado introducido a el programa de mejoramiento local, al trabajar con poblaciones del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México y poblaciones de la faja maicera de EE UU, vemos que las poblaciones mejoradas de la faja maicera tienen mayor potencial genético que las poblaciones mejoradas mexicanas. Conociendo la importancia del maíz como forraje y existiendo genotipos locales adaptados a la región, es necesario implementar programas agresivos de formación y producción de materiales híbridos de maíz a corto plazo que cumplan con las expectativas de calidad, producción y adaptación.

1.1. Objetivos

1.1.1 Caracterización de los genotipos formados del cultivo de maíz de acuerdo a los efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) de los padres y la Aptitud Combinatoria Específica (ACE) de las mejores cruza simples, considerando la estimación de los componentes genéticos de algunos rasgos agronómicos.

1.1.2. Identificar los mejores híbridos simples de maíz forrajero a partir de las líneas elite del programa de mejoramiento genético de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), considerando la producción de forraje verde y de materia seca como características sobresalientes.

1.2. Hipótesis

Ho₁: Las cruza simples evaluadas, presentan igual comportamiento para rendimiento de forraje verde y materia seca, y sus características agronómicas.

$$Ho_1 = t_1 = t_2 = t_3 = \dots = t_n$$

Ho₂: Las líneas y las cruza simples de maíz evaluadas, presentan efectos diferentes de aptitud combinatoria general ACG y aptitud combinatoria especifica ACE.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El maíz como cultivo forrajero

Peña *et al.*, (2004), el creciente aumento en la demanda de maíz forrajero en las cuencas lecheras del país, plantea la necesidad de definir estrategias que identifiquen fuentes de germoplasma y aprovechen el potencial genético existente a través del desarrollo de programas de mejoramiento genético. A la fecha, ninguno de los híbridos de maíz usados para forraje en México ha sido desarrollado en programas de mejoramiento genético para mayor producción y calidad forrajera, sino que fueron seleccionados para rendimiento de grano.

Vergara, (2002) dice que 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.

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

Peña *et al.*, (2003), un alto porcentaje de mazorca o un alto índice de cosecha favorecen los incrementos en la calidad nutritiva del forraje, sin embargo, en algunos casos también se relacionan negativamente con la digestibilidad de la planta sin elote.

Peña *et al.*, (2002), con algunas excepciones, la porción de mazorcas correlacionan de manera alta y significativa con la digestibilidad de la planta total, esto significa que la selección de los materiales con alta proporción de mazorca podría favorecer una mayor calidad de forraje.

⟨Pinter *et al.*, (1994), la densidad de plantas necesarias para el máximo rendimiento de forraje es mayor que para la producción de grano⟩ No se conoce con precisión la respuesta de los maíces a las altas densidades y su efecto sobre el rendimiento y el valor nutricional.

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

Amador Boschini (2000), Wang-yeong *et al.*, (1995), el maíz para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, que va desde 40 a 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 encuentre el cultivo al momento de la cosecha.

Núñez *et al.*, (2003), define al forraje como aquellos alimentos voluminosos lo contrario de los concentrados, los forrajes tienen gran cantidad de fibra y su valor nutritivo es bajo, pero proporcionan un alto valor energético al ganado. Como representante de este grupo están el ensilado, henificado, pastos y rastrojos.

Jugenheimer., (1985); señala que al llevar acabo una evaluación de variedades de maíz, ésta se debe de enfocar hacia el incremento en la producción de materia seca y considerar características importantes como resistencia al acame, estabilidad en la producción a través de diferentes ambientes, niveles mínimos de pérdida de materia seca durante el ensilaje, vigor inicial, densidad de siembra, así como la facilidad de recolección.

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

Reta *et al.*, (2002), comenta que debido a la alta disponibilidad de radiación solar en la Región Lagunera durante el periodo libre de heladas, la productividad del maíz es alta y resultados de su investigación indican que es posible obtener un potencial de hasta 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 a 50 por ciento.

Rodríguez *et al.*, (2000), la altura de la planta de maíz influye en la producción de materia seca, pero debe tener el tamaño adecuado a fin de contribuir con aproximadamente el 50% del peso total para no incrementar el contenido de fibras.

2.2. Aptitud Combinatoria

Márquez., (1988), define el término de aptitud combinatoria como la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad medida por medio de su progenie. Sin embargo, la aptitud combinatoria debe determinarse no en un solo individuo de la población sino en varios, a fin de poder realizar selección en aquellos que exhiban los valores más altos.

Gutiérrez *et al.*, (2002), comenta que la aptitud combinatoria 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.

2.2.1. Aptitud combinatoria general

Jungenheimer., (1985), nos menciona que los probadores deben seleccionarse por su capacidad para combinar las líneas con otras. La aptitud combinatoria general (ACG) es el desempeño promedio de una línea en algunas combinaciones híbridas. La aptitud combinatoria general proporciona información sobre que líneas deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas. Pueden usarse probadores adecuados para determinar que líneas pueden sustituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedores.

Sprage y Tatum. (1942), menciona que aptitud combinatoria general (ACG) es el componente promedio de una línea en una serie de cruzas con otras líneas.

2.2.2. Aptitud combinatoria específica

Poehlman., (1987), menciona que se pueden obtener información sobre la aptitud combinatoria específica (ACE) de los clones, mediante el ensayo comparativo de las cruzas simples entre ellos. Se cruzan 10 o más de los clones originales con progenies de policruzas sobresalientes, para formar cruzas simples en todas las combinaciones posibles (también se llama a este cruzamiento dialelo). Se compara el comportamiento de las progenies de las cruzas simples, para determinar la aptitud combinatoria específica (ACE) de los clones.

Martínez., (1983), dice que la aptitud combinatoria específica es un termino que 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 del comportamientos de las líneas involucradas.

Sprage y Tatum., (1942), señalan que la aptitud combinatoria específica es el resultado 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 las cruzas.

2.3. Líneas puras

Chávez y López., (1995), mencionan que una línea autofecundada es aquella que es originada generalmente por autopolinizaciones sucesivas y selección hasta obtener plantas aparentemente homocigotas esto requiere de cinco a siete generaciones sucesivas y se pueden 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.

2.4. Híbridos

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

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

Chávez y López., (1995), mencionan que el maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas. La obtención de líneas

autofecundadas es por autopolinización controlada, la utilización de estas líneas autofecundadas puede ser en cruzas positivas y para la producción de semilla híbrida.

Estos mismos autores, presentan la siguiente clasificación de híbridos:

2.4.1. Híbrido Simple. Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla de híbridos F_1 es la que se vende a los agricultores para la siembra, por lo común los híbridos simples son más uniformes y tienden a presentar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables.

2.4.2. Híbrido Doble. El híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir es la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruces simples, los híbridos dobles no son tan uniformes como las cruces simples, por lo que presentan mayor variabilidad; es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez más que una doble.

2.4.3. Híbrido Triple. Se forma con tres líneas autofecundadas, es decir son el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una línea autofecundada. La cruce simple como hembra y la línea como un macho. Con frecuencia se puede obtener mayores rendimientos con una cruce triple que con una doble, aunque las plantas de una cruce triple no son tan uniformes como las de una cruce simple.

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

Márquez., (1988), define a la hibridación como un método genotécnico en las plantas, que es el aprovechamiento de la generación F_1 proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones P_1 y P_2 (poblaciones paternas). Las poblaciones P_1 y P_2 son dos poblaciones de la misma especie y por lo tanto, pueden tener la estructura genotípica a los objetivos que se persigan en la utilización comercial de la generación F_1 , o bien para su aprovechamiento como paso inicial o intermedio en la relación de algún otro método genotécnico.

2.5. Cruzas dialélicas

Martínez., (1983), dice que las cruzas dialélicas, se componen de las cruzas simples que pueden lograrse entre los elementos de un conjunto básico de líneas progenitoras, constituye un procedimiento estándar de investigación en la genética de plantas y animales. Las cruzas dialélicas se emplean para estimar los componentes genéticos de variación entre los rendimientos de las propias cruzas, así como su capacidad productiva, su empleo actual tiene su origen en el desarrollo en los

conceptos de aptitud combinatoria general y específica. Las cruzas dialélicas permiten estimar el tipo de acción génica involucrado en el material de estudio. Se denominan aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE), a los tipos de acción génica, donde la ACG permite aprovechar la varianza de tipo aditivo, para realizar selección recurrente y la ACE nos indica la factibilidad de explotar el fenómeno de vigor híbrido en la producción de híbridos.

2.6. Diseños dialélicos de Griffing.

Griffing (1956), abordó los conceptos y la teoría estadística relacionada con los diseños dialélicos, de acuerdo a si participan o no progenitores y las cruzas recíprocas de la F_1 , y las clasificó en cuatro métodos.

1. Participan todas las cruzas posibles y comprende a los progenitores, las cruzas directas F_1 y la craza recíproca F_1 . Habrán P^2 familias, donde P es el número de progenitores.
2. Incluye sólo progenitores y cruzas directas F_1 esto es, tendremos $p(p+1)/2$ número de familias.
3. Incluye cruzas directas y recíprocas, tendríamos $p(p-1)$ número de familias.
4. Solo participan las cruzas directas o sea $p(p-1)/2$ número de familias.

Los diseños de apareamiento llamados dialélicos se han utilizado frecuentemente para estimar efectos maternos, recíprocos, de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica, y componentes de la varianza genética de poblaciones de diferente naturaleza. Christie y Shattuck, (1992). El análisis dialélico como una forma para determinar los efectos aditivos principales de los progenitores y sus interacciones en los cruzamientos individuales, denominado componente genético aditivo a la aptitud combinatoria general y componente genético no aditivo a la aptitud combinatoria específica. La interacción en este caso es usada como indicador de desviación de actividad.

Existen muchos métodos para analizar datos provenientes de un grupo de padres y sus $p(p-1)/2$ cruzas simples. Sin embargo el análisis propuesto por Gardner *et al.*, (1986), provee la máxima información debido a que el modelo asume frecuencia de genes arbitrarios en todos los *loci*, son posible a un grupo fijo de padres ya sean estas líneas endogámicas o variedades de polinización libre en equilibrio, otra característica que hace que el modelo sea de mucha utilidad es el hecho que las variedades y las cruzas pueden ser predichas y cuando los efectos específicos y los aspectos heteróticos son de poca importancia, los valores predichos para las cruzas tienen errores estándar menores que los errores correspondientes a los medios de los valores observados, además los estímulos de los aspectos genéticos son definidos en función de frecuencia de genes.

Martínez. (1983), menciona que existen fundamentalmente dos clases de experimentos de cruas dialélicas: los experimentos dialélicos completos y los experimentos dialélicos parciales. Los primeros fueron introducidos formalmente por Griffing. (1956), que tiene las limitaciones de tamaño de dichos experimentos y sus desventajas en cuanto a las diferencias en la precisión de las estimaciones han conducido a los investigadores al empleo de experimentos parciales.

2.7 -Heredabilidad

Dudley y Moll., (1969), definieron la heredabilidad en sentido amplio como la relación entre la varianza genética total y la varianza fenotípica, y la heredabilidad en sentido estrecho, como relación entre la varianza aditiva y la varianza fenotípica.

Brauer., (1983), define la heredabilidad como el coeficiente entre la variación hereditaria y la varianza total. También como la estimación de la influencia que tienen los genes aditivos en la determinación de los caracteres cuantitativos.

Silva., (1999), nos dice que la heredabilidad se utiliza para estimar los parámetros genéticos y las correlaciones fenotípicas además para identificar genotipos con altos rendimientos. La heredabilidad en sentido estricto como el cociente de la varianza aditiva sobre la varianza fenotípica y la función más importante de la heredabilidad es su papel predictivo, que expresa la confiabilidad del valor fenotípico como indicador del valor reproductivo que determina su influencia en la siguiente

generación. El éxito en cambiar las características de la población puede predecirse sólo a partir del conocimiento del grado de correspondencia entre los valores genotípicos y los reproductivos que es medido a través de la heredabilidad.

Córdova y Vasal., (1996), comentan que la heredabilidad para rendimiento aumenta conforme cambia de medios hermanos a hermanos completos y a progenies autofecundadas S_1 y S_2 .

Reyes., (1985), cita que la porción heredable del total de variación fenotípica se llama "heredabilidad" la cual se puede evaluar considerando el genotipo en donde se consideran los diferentes tipos de acción génica (que incluye aditividad, dominancia, sobre dominancia y epítasis) o considerando únicamente la acción aditiva.

Heredabilidad es el termino que se ha usado para indicar el grado en que el fenotipo refleja al genotipo para un carácter particular en una población de plantas; pero lo más importante es la porción de la variación fenotípica observada de planta que es reflejada en la descendencia.

La heredabilidad en el sentido más amplio (genotípica, porque incluye los diferentes tipos de acción génica) se define como la relación entre la varianza genotípica y la varianza observada en una población de plantas.

$$(H^2) \text{ Heredabilidad} = \sigma^2_G (\sigma^2_f)^{-1} 100$$

La heredabilidad en el sentido estrecho (genética) es la relación de la varianza genética aditiva, expresada en porcentaje de la variación fenotípica observada.

$$(h^2) \text{ heredabilidad} = \frac{\sigma^2_A}{(\sigma^2_f)^{-1}} 100$$

El conocimiento de la heredabilidad de un carácter permite predecir el grado de progreso que se espera al seleccionar progenitores en una población mendeliana. La heredabilidad de los caracteres cualitativos es usualmente alta porque son relativamente poco afectados por el medio, de tal manera que es posible predecir el comportamiento de un fenotipo en la siguiente generación. Para la mayoría de los caracteres cuantitativos el valor de la heredabilidad es muy bajo.

Chávez., (1995), menciona que la heredabilidad se refiere a la capacidad que tienen los caracteres para transmitirse de generación a generación, es decir, que esta se puede considerar como el grado de parecido entre los individuos de una generación y la siguiente.

Allard (1980), define a la heredabilidad como la proporción de la variabilidad observada debida a los efectos aditivos de los genes.

Dudley y Moll., (1969), definen a la heredabilidad como el cociente de la varianza genética entre la varianza fenotípica. La varianza fenotípica es la varianza total entre los fenotipos cuando se cultivan en un ambiente de interés y la varianza genética es la

parte de la varianza fenotípica que se atribuye a los diferentes genotipos entre los fenotipos.

Brauer (1983), indica que los estudios de heredabilidad son de utilidad para evaluar que parte de variación total observada en un carácter corresponde a factores genéticos ya que parte a factores ambientales. Oyervides (1979), define que en el sentido estricto, la heredabilidad es la proporción de la variación total debido a efectos aditivos.

III. MATERIALES Y METODOS

Los materiales utilizados fueron seis líneas sobresalientes del programa de la UAAAN-UL, Que han sido utilizados por otros autores, (Antuna et al. 2003,), tres líneas de reciente incorporación y una línea del programa del CIMMYT. La descripción de las líneas es la siguiente:

3.1. Cuadro del material genético utilizado como progenitores.

| LINEAS | DESCRIPCION |
|-----------------|--|
| L1 ; L-AN 123 R | Línea de alta endogamia formada de var. Criolla del mpio. De Concepción, Jal. Con precocidad y tolerancia a sequía |
| L2 ; L-AN 447 | Línea de 8 autofecundaciones, derivada de generaciones avanzadas Del Híbrido AN-447 con características de amplia adaptabilidad |
| L3 ; L-AN 360PV | Línea obtenida de la población enana denominada Pancho Villa, vigorosa y con hojas anchas |
| L4 ; L-AN 130 | Proviene de la F4 del H-507, cruzada con la población de El Bajío denominada Celaya-2 |
| L5 ; L-AN 123 | Línea obtenida de forma divergente y contrastada de var. Criolla de Jal. de hojas pálidas y onduladas |
| L6 ; L-AN 388R | Línea enana, con hojas anchas y succulentas generada a partir de la F3 del híbrido AN-388 |
| L7 ; L-AN B-32 | Identificada con la genealogía H-353-245-6-10 |
| L8 ; L-AN B-39 | Su origen proviene de INIFAP-B39. |
| L9 ; L-AN B-40 | Su origen es de formación en INIFAP-B40. |
| L10 ; CML-319 | RecyW89(Cr.Arg/CIM.ShPINPH)6-3-2-4-B-B |

3.2. Ubicación geográfica del experimento

El trabajo se realizó en el campo experimental de la UAAAN-UL en la ciudad de Torreón, en el estado de Coahuila, en La Comarca Lagunera, ubicada en el norte de México y localizada geográficamente entre los paralelos 24° 30' y 27° LN, 102° y 104° 40' LO, con una altura de 1150 msnm y un clima seco y caluroso.

3.3. Diseño y parcela experimental

Se realizaron las 45 cruzas posibles directas $P(P-1)2^{-1}$ de las diez líneas de acuerdo al diseño de apareamiento genético dialélico (Griffing 1956) método 4, utilizando 10 plantas de cada línea para obtener la semilla de las cruzas, y en el verano del año 2004 se llevó a cabo la evaluación de las mismas con un diseño de bloques al azar con dos repeticiones, la parcela experimental fue de un surco de tres metros de largo y 0.70 m de ancho, con 6 plantas por metro, para tener una población aproximada de 85,000 pl ha⁻¹.

3.4. Siembra

La siembra de la evaluación de la crusa se realizó el 21 de agosto de manera manual, en surcos de 3m de largo y 0.70m de ancho depositando 1 semilla cada 5cm aproximadamente el cual después del cultivo a los 30 días se hizo un aclareo dejando 6 plantas por metro para obtener una población aproximada de 85,000 Pl/ha⁻¹.

3.5. Fertilización

Se fertilizó con la formula 180N-100P-00K aplicando el 50% del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el resto del nitrógeno durante las demás etapas del cultivo.

3.6. Riego

La aplicación del riego se realizó con cintilla, procurando mantener un buen nivel de humedad durante el ciclo vegetativo del cultivo.

3.7. Control de Plagas

La principal plaga que se presentó al inicio del estado fenológico del cultivo fue el gusano cogollero (*Spodoptera*). El cual se controló con Decis con una dosis de 1L ha^{-1} , además hubo ataque por pulga negra (*Chaetocnema pulicaria*) que se combatió utilizando Lorsban con dosis de 1L ha^{-1} , las aplicaciones se realizaron de manera manual.

3.8. Control de maleza

El control de malezas se llevó a cabo con la aplicación de 1 litro ha^{-1} de Primagram (atrazina) herbicida preemergente al momento de realizar el riego de nacencia, además se realizó un control fitosanitario completo durante todo el cultivo.

3.9. Cosecha

La cosecha se realizó cuando el grano se encontraba en estado lechoso masoso.

3.10. Evaluación de cruzas.

3.10.1. Variables evaluadas: Las variables evaluadas fueron: producción de forraje verde (PFV) y producción de materia seca (PMS), en $t\ ha^{-1}$, altura de planta (AP), y altura de mazorca (AMZ), en centímetros, midiéndose desde la base del suelo hasta la punta de la espiga y hasta la inserción de la mazorca respectivamente, floración masculina (FM) y femenina (FF), en días, desde la siembra hasta la aparición del 50% de las espigas con polen y estigmas receptivos, respectivamente.

3.11. Análisis Estadístico

El análisis estadístico para las seis variables se realizó con el paquete SAS (SAS Institute, Inc.; SAS. B. 1988). El diseño utilizado en este experimento fue de bloques al azar con dos repeticiones. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$
$$i = 1, 2, \dots, t; j = 1, 2, \dots, r.$$

Donde:

Y_{ij} = La observación del tratamiento i en la repetición j .

μ = media general, τ_i y β_j = los efectos de tratamientos y repeticiones, ε_{ij} = error experimental para cada observación.

3.12. Análisis Genético

El análisis de la aptitud combinatoria del material genético se hizo de acuerdo con el método 4 de los efectos fijos del dialélico de Griffing (1956), en el cual no se incluyen los progenitores ni las cruzas recíprocas y solo se consideran las $P(P-1)2^{-1}$ cruza F_1 ; cuyo modelo estadístico es: $Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + S_{ij} + e_{ijk}$; para $i, j = 1, 2, \dots, p$ y $K = 1, 2, \dots, r$, en donde: Y_{ijk} = valor fenotípico observado de la cruce con los progenitores i, j , en el bloque k ; μ = efecto promedio común de todas las observaciones; g_i, g_j = efecto de la Aptitud Combinatoria General (ACG) de los progenitores i y j ; S_{ij} = efectos de la Aptitud Combinatoria Específica (ACE) de la cruce $i j$; e_{ijk} = efectos ambientales aleatorios correspondiente a una observación i, j, k .

3.12.1. Estimación de componentes de varianza

De los cuadrados medios del análisis de varianza se estimaron los componentes de varianza mediante las siguientes formulas.

- 1) Varianza aditiva: Es equivalente de dos veces la varianza de aptitud combinatoria general.

$$\sigma^2_{ACG} = \frac{1}{2} \sigma^2_A$$

$$\sigma^2_A = \sigma^2_{ACG} \times 2$$

En donde:

σ^2_A = varianza aditiva.

σ^2_{ACG} = Varianza de aptitud combinatoria general.

2) Varianza de dominancia: es el equivalente de la varianza de aptitud combinatoria específica.

$$\sigma^2_D = \sigma^2_{ACE}$$

En donde:

σ^2_{ACE} = Varianza de aptitud combinatoria específica.

σ^2_D = Varianza de dominancia.

3) Varianza genética.

$$\sigma^2_G = \sigma^2_A + \sigma^2_D$$

4) Varianza de error.

$$\sigma^2_e = (CME)$$

5) Varianza fenotípica.

$$\sigma^2_f = \sigma^2_e + \sigma^2_G$$

6) Heredabilidad en sentido estricto (h^2).

$$h^2 = \sigma_A^2 / \sigma_f^2 \times 100$$

7) Heredabilidad en sentido amplio. (H^2).

$$H^2 = \sigma_G^2 / \sigma_f^2 \times 100$$

8) Grado de dominancia (d).

$$d = \sqrt{2 \sigma_D^2 / \sigma_A^2}$$

3.12.2. Estimación de ACG Y ACE.

Las aptitudes combinatorias se estimaron:

a) Ecuación de ACG

$$acg = \frac{1}{n+2} \left[\sum (y_i + y_{ii})^2 - \frac{1}{2} y \dots 2 \right]$$

b) Ecuación de ACE

$$ace = Y_{ij} - \frac{1}{n+2} (Y_{i.} + Y_{.i} + Y_{.j} + Y_{j.}) + \frac{2}{(n+1)(n+2)} Y \dots$$

Donde se conoce que el valor de $ACG = 1/2 \sigma_A^2$ y el valor de $ACE = \sigma_D^2$, correspondiente a la varianza aditiva σ_A^2 y varianza de dominancia σ_D^2 respectivamente y que ambas proporcionan el valor de la varianza genética $\sigma_G^2 = (\sigma_A^2 + \sigma_D^2)$.

3.13. Formula para calcular densidad de plantas por hectárea

Para la estimación de densidades de plantas por hectárea se aplicó la siguiente formula.

100m por lado = 1 ha⁻¹

0.70m de ancho x surcos

6 plantas/m²

100/0.70 = 142.8 surcos de 100m de largo = 142.8 x 600 plantas = **85,714 ha⁻¹**

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis genético.

Los resultados del análisis de varianza se presenta en el Cuadro 4.2 en donde se pueden apreciar diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre genotipos, para la

mayoría de las características evaluadas, solo días a floración femenina (FF),(FM),(APL), (PFV) Y (PTO) mostró diferencias altamente significativas.

Para la fuente de variación repeticiones, la producción de forraje verde y la producción de materia seca, se observan diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), peso de elote, (PE) resultado significativo, mientras que floración masculina (FM), floración femenina (FF), altura de planta (APL). Altura de mazorca (AMZ), peso de elote con totomostle (PET), peso de totomostle (PTO) resultaron no significativas (ns).

Para coeficientes de variación se obtuvieron resultados de 1.53% a 40.51%.

Para la Aptitud Combinatoria General (ACG) las características (AMZ Y PFV), resultaron altamente significativas, siendo las demás características no significativas mientras que para al Aptitud Combinatoria específica (ACE), todas las variables, resultaron no significativas (ns).

Cuadro 4.2. Cuadrados medios del análisis de varianza dialélico método 4 (Griffing 1956) de seis características evaluadas de maíz. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila.2004.

| FV | GL | FM(días) | FF(días) | APL(CM) | AMZ(CM) | PFV(T/H) | PMS(th) | PET(T/H) | PE(T/H) | PTO(th) |
|-------|----|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|---------|---------|
| TRAT | 44 | 11.05** | 10.44** | 1123.02** | 737.79* | 536.84** | 51.27* | 60.87* | 25.58* | 17.24** |
| REP | 1 | 0.54ns | 0.27ns | 22.55ns | 69.34ns | 2945.80** | 412.59** | 280.54ns | 141.87* | 23.40ns |
| ERROR | 44 | 1.58 | 1.30 | 291.22 | 393.27 | 108.36 | 16.96 | 22.11 | 10.28 | 5.15 |
| ACG | | 2.33ns | 2.45ns | 163.40ns | 110.76** | 177.73** | 4.40ns | 6.21ns | 1.86ns | 2.50ns |
| ACE | | 0.90ns | 0.55ns | 90.67ns | 16.82ns | 68.82ns | 9.93ns | 9.19ns | 4.60ns | 1.94ns |
| TOTAL | 89 | | | | | | | | | |
| CV % | | 1.72 | 1.53 | 6.90 | 18.62 | 14.84 | 19.89 | 18.07 | 15.70 | 40.51 |
| MEDIA | | 72.94 | 74.30 | 247.12 | 106.50 | 70.12 | 20.70 | 26.01 | 20.41 | 5.60 |

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05 > 0.01$) y ($p \leq 0.01$) respectivamente, ns = no significativo. FM = Floración masculina, FF= Floración femenina, (AP). Altura de planta, (Amz)= Altura de mazorca, (PFV)= producción de forraje verde, (PMS) = producción de materia seca, (PET)= peso elote con totomostle, (PE)= peso de elote, (PTO)= peso de totomostle

4.3 promedio de nueve características evaluadas

Se pueden apreciar los promedios de las nueve características evaluadas de cruza de maíz, de acuerdo con el análisis genético y la diferencia mínima significativa (Dms) obtenida, se tiene que las mas sobresalientes en cuanto a floración masculina (FM), son el P7 con un valor de 75.55 días y el P8 con 74.72 días, mientras que el P1 y el P15 fueron los que resultaron con los valores mas bajos.

En la floración femenina (FF) tenemos al P7 con 76.88 días indicando que es el valor mas alto en días, en altura de planta (APL) el que presento el mayor valor es el 7, seguido por los P9 y P2, mientras peso de elote (PE) y peso de elote con totomostle fue el P20 fue el que obtuvo los valores mas elevados.

Para peso de totomostle (PTO) y altura de mazorca (AMZ) el P17 fue el que el presento el valor mas alto. El P10 fue la línea que obtuvo la mayor producción de forraje verde (PFV) y (PMS).

Cuadro 4.3. Comportamiento promedio de nueve características evaluadas de las líneas de maíz forrajero. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004

| | FM | FF | APL | PE | PET | PTO | AMZ | PFV | PMS |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|--------|--------|
| PADRE | MEDIA | MEDIA | MEDIA | MEDIA | MEDIA | MEDIA | MEDIA | MEDIA | MEDIA |
| P1 | 70.83* | 71.83* | 233.16 | 19.67* | 23.33 | 3.66* | 96.00* | 58.79* | 18.90* |
| P2 | 73.27* | 74.50* | 258.94 | 21.62* | 26.40 | 4.78* | 120.16* | 72.56* | 21.51* |
| P3 | 72.61* | 73.77* | 242.50 | 21.35* | 26.44 | 5.09* | 100.27* | 66.88* | 20.42* |
| P4 | 72.44* | 74.00* | 251.38 | 20.61* | 25.70 | 5.09* | 105.38* | 70.81* | 20.71* |
| P5 | 71.66* | 73.11* | 234.11 | 19.98* | 24.57 | 4.58* | 101.77* | 63.03* | 20.70* |
| P6 | 72.27* | 73.77* | 235.33 | 17.64* | 21.70 | 4.05* | 92.88* | 55.93* | 16.20* |
| P7 | 75.55* | 76.88* | 263.16 | 20.96 | 29.36 | 8.40* | 122.94* | 81.21* | 21.54* |
| P8 | 74.72* | 76.05* | 256.66 | 18.18* | 24.69 | 6.51* | 111.94* | 70.15* | 19.77* |
| P9 | 72.27* | 74.05* | 260.72 | 21.54* | 27.65 | 6.10* | 108.05* | 74.00* | 22.21* |
| P1 | 73.77* | 75.00* | 257.44 | 22.55* | 30.29 | 7.73* | 115.55* | 84.85* | 25.12* |
| DMS | 0.024 | 0.016 | 848.09 | 1.056 | 4.888 | 0.265 | 2.123 | 6.854 | 2.876 |

(FM) = Floración masculina, (FF)= Floración femenina, (AP). Altura de planta, (AMZ)= Altura de mazorca, (PFV)= producción de forraje verde, (PMS) = producción de materia seca, (PET)= peso elote con totomostle, (PE)= peso de elote, (PTO)= peso de totomostle
Dms = Diferencia mínima significativa. *

4.4. Comparación múltiple de medias

De acuerdo al análisis estadístico realizado con el paquete SAS (SAS Institute, Inc.; SAS. B. 1988). Se presentan los promedios de producción de forraje verde (PFV) y materia seca (PMS) y características agronómicas de las 45 cruza de maíz evaluadas, observándose que para PMS, se tienen valores que oscilan de 32.35 t ha¹ y 22.30 t ha¹, la mas rendidora es la cruza 9x10 seguida de la 5x10, todas forman parte del grupo mas sobresaliente siendo iguales estadísticamente entre si. En cuanto a la producción de forraje verde (PFV) encontramos valores desde 97.30 t ha¹ a 75.60 t ha¹, la mas sobresaliente es la cruza 2x10 seguida de la 9x10, en esta característica son solo siete cruza las que forman el grupo mas sobresaliente e iguales estadísticamente. Con lo que se puede afirmar que debido a la alta disponibilidad de radiación solar en la Región Lagunera durante el periodo libre de heladas, la productividad es alta. Resultados de investigación indican que es posible obtener un potencial de 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 a 50 por ciento. (Reta *et al.*, 2001). Para el peso de elote el valor mas alto fue 26.25 t ha¹ y para el peso de elote con totmostle el valor mas alto fue de 37.45 t ha¹ y para el peso de totmostle el valor mas alto fue de 11.90 t ha⁻¹. En relación a la altura de mazorca (AMZ) y altura de planta (APL) se observan valores de 145 cm. a 90 cm. Y 270cm. a 228.5 cm. y por ultimo tenemos la floración femenina (FF) y la floración masculina (FM) con valores desde 76.5 a 77.5 días en ambas características.

Cuadro 4.4. Comparación múltiple de medias de rendimiento de forraje verde y seco y características agronómicas evaluadas de cruza de maíz forrajero. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004.

| CRUZA S | FF | FM | APL | AMZ | PFV | PMS | PE | PET | PTO |
|---------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 9X10 | 71.50 | 73.00 | 268.50 | 120.00 | 97.30 | 32.35 | 23.45 | 35.35 | 11.90 |
| | | | | | | * | * | * | * |
| 5X10 | 72.50 | 74.00 | 246.00 | 100.00 | 91.00 | 31.10 | 25.90 | 33.60 | 7.70 |
| | | | | | | * | * | * | |
| 2X10 | 75.50 | 76.00 | 267.50 | 122.50 | 111.30 | 31.00 | 25.55 | 36.05 | 10.50 |
| | | | | | * | * | * | * | |
| 1X7 | 72.50 | 73.50 | 237.50 | 117.50 | 82.95 | 29.05 | 26.25 | 35.35 | 9.10 |
| | | | | | | * | * | * | |
| 3X10 | 75.00 | 76.50 | 241.00 | 102.50 | 95.20 | 28.60 | 25.55 | 37.45 | 11.90 |
| | | | | | | * | * | * | * |
| 5X8 | 72.50 | 74.00 | 245.00 | 120.00 | 73.14 | 25.70 | 21.00 | 29.40 | 8.40 |
| | | | | | | | | * | |
| 2X7 | 72.50 | 76.50 | 270.00 | 145.00 | 75.95 | 25.50 | 21.70 | 27.65 | 5.95 |
| | | | * | | | | | * | |
| 3X8 | 75.50 | 75.50 | 270.00 | 110.00 | 85.05 | 25.35 | 21.35 | 28.00 | 6.65 |
| | | | | | | | | * | |
| 5X7 | 74.00 | 76.00 | 252.50 | 127.50 | 90.65 | 25.10 | 24.15 | 32.20 | 8.05 |
| | | | | | | | | * | |
| 4X9 | 71.00 | 75.00 | 271.00 | 102.50 | 77.35 | 24.65 | 23.10 | 28.00 | 4.90 |
| | | | | | | | | * | |
| 5X9 | 71.50 | 72.50 | 247.50 | 107.50 | 65.80 | 24.45 | 23.10 | 28.00 | 4.90 |
| | | | | | | | | * | |
| 4X10 | 72.50 | 73.50 | 265.00 | 107.50 | 73.50 | 24.00 | 21.70 | 27.30 | 5.60 |
| | | | | | | | | * | |
| 1X10 | 69.50 | 71.00 | 256.50 | 145.00 | 70.70 | 23.70 | 23.80 | 27.65 | 3.85 |
| | | | | * | | | | * | |
| 3X7 | 76.50 | 77.50 | 267.50 | 121.50 | 91.70 | 23.35 | 22.40 | 29.75 | 7.35 |
| | * | * | | | | | | * | |
| 1X4 | 70.50 | 71.50 | 228.50 | 90.00 | 75.60 | 22.30 | 20.65 | 23.80 | 3.15 |
| DMS | 76.46 | 77.45 | 1426.1 | 140.75 | 97.59 | 26.59 | 24.14 | 26.28 | 11.37 |

8

(FM) = Floración masculina, (FF)= Floración femenina, (AP). Altura de planta, (AMZ)= Altura de mazorca, (PFV)= producción de forraje verde, (PMS) = producción de materia seca, (PET)= peso elote con totomostle, (PE)= peso de elote, (PTO)= peso de totomostle.
Dms = Diferencia mínima significativa. *

4.5. Efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG)

Encontramos las estimaciones de ACG de los padres para las variables estudiadas observándose que para rendimiento de forraje verde (PFV) y seco (PMS), los progenitores P20 respectivamente, fueron los que obtuvieron los valores de ACG más elevados. Para floración, el P1 fue la más precoz (59 días) y por lo tanto mostró el más alto valor negativo de ACG mientras que las líneas P7 y P10 fueron las más tardías para peso de elote el progenitor con el valor mas alto fue el P10y para el peso de elote con totomostle fue el progenitor con el valor mas alto fue P10y para el peso de totomostle fue el progenitor con el valor mas alto P7 tanto para (FM), como (FF), con (64 días) encontrándose ambos progenitores como los que obtuvieron los valores mas altos de ACG para este carácter. Para altura de planta (AP) los progenitores P7 y P9 obtienen los valores de ACG más altos y para altura de mazorca (AMZ) los valores más altos se obtuvieron con P7, en tanto que P1, P4, P5, P6 fue la que presentó los valores negativos mas altos pues es una línea con el gen de enanismo Br2. Generalmente los materiales mas tardíos y los mas altos son los de mayor rendimiento, aunque esto puede ser modificado al utilizar genotipos que soporten mayores densidades de población (Reta, et al. 1999).

Cuadro 4.5. Efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) estimados en líneas de maíz para forraje, de seis características evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004

| Padres | FM(DI AS) | FF(DI AS) | AP(C M) | AMZ(CM) | PE(T/H) | PET(T/H) | PTO(T/H) | PFV(T/H) | PMS(T/H) |
|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| P1 | -3.37 | -2.77 | -18.20 | -12.93 | -0.83 | -3.01 | -2.18 | -12.74 | -2.03 |
| P2 | 0.37 | 0.22** | 10.8** | 14.25 | 1.36 | 0.43 | -0.92 | 2.74 | 0.90 |
| P3 | -0.37 | -0.58 | -7.70 | -8.12 | 1.05 | 0.48 | -0.57 | -0.27 | -0.32 |
| P4 | -0.56 | -0.33 | 2.30** | -2.37 | 0.22 | -0.35 | -0.57 | 0.77 | 0.00 |
| P5 | -1.43 | -1.33 | -17.13 | -6.43 | -0.47 | -1.61 | -1.14 | -7.97 | -0.01 |
| P6 | -0.75 | -0.58 | -15.76 | -16.43 | -3.11 | -4.85 | -1.74 | -15.96 | -5.07 |
| P7 | 2.93** | 2.91* | 15.5** | 17.3** | 0.61 | 3.76 | 3.14** | 12.47 | 0.93 |
| P8 | 2.00* | 1.97* | 8.23** | 5.00* | -2.50 | -1.48 | 1.02** | 0.03 | -1.05 |
| P9 | -0.75 | -0.27 | 12.8** | 0.62 | 1.27 | 1.83 | 0.56 | 4.36 | 1.69 |
| P10 | 0.93** | 0.78** | 9.11** | 9.06** | 2.41* | 4.81 | 2.40** | 16.56* | 4.96 |
| Dms | | | | | | | | | |
| 0.05 | 0.054 | 0.036 | 1918.37 | 4.80 | 2.38 | 11.03 | 0.59 | 15.50 | 6.50 |
| 0.01 | 0.078 | 0.052 | 2756.29 | 6.89 | 3.43 | 15.86 | 0.86 | 22.27 | 9.34 |

(FM) = Floración masculina, (FF)= Floración femenina, (AP). Altura de planta, (AMZ)= Altura de mazorca, (PFV)= producción de forraje verde, (PMS) = producción de materia seca, (PET)= peso elote con totomostle, (PE)= peso de elote, (PTO)= peso de totomostle

Dms = Diferencia mínima significativa. *, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05$) y ($p \leq 0.01$).

4.6. Efectos de Aptitud Combinatoria Específica (ACE)

Se presentan los valores de la aptitud combinatoria específica (ACE), observándose que para la producción de materia seca (PMS) la mejores cruza son 1x7, 5x8 y 3x9 con valores de 9.44, 6.05y 6.00 respectivamente; para producción de forraje verde (PFV) se observa que las cruza 2X10 y 1x4, tuvieron los mayores valores con 21.85 y 17.44 respectivamente.

En cuanto a la altura de mazorca (AMZ), los mayores efectos de ACE los encontramos en la cruza 6x10, con un valor de 10.59. En relación con la altura de planta (APL) tenemos a la cruza 1x4, fue la que obtuvo el valor mas elevado con 41.37, en cuanto a

la floración femenina (FF) y floración masculina (FM) las cruzas 3X10 y 3X10 son las que obtuvieron los valores mas elevados con 2.00 y 1.49 respectivamente. En tanto (PET), para peso de elote con totomostle la cruz a mas sobresaliente fue 1X7 con un valor de 8.58, y para (PE), el peso de elote la cruz a mas sobresaliente fue 1x7 con un valor de 6.05 y para (PTO) peso de totomostle la cruz a mas sobresaliente fue la 3x10 con un valor de 4.48

Cuadro 4.6. Efectos de Aptitud Combinatoria Especifica (ACE) estimados en líneas de maíz. Para forraje, de seis características evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004

| CRUZAS | FF | FM | APL | AMZ | PFV | PMS | PE | PET | PTO |
|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|-------|--------|
| 9X10 | -1.81 | -1.63 | -2.75 | 2.81 | 6.24 | 4.98 | -0.64 | 2.68 | 3.32** |
| 5X10 | 0.25** | 0.05* | 4.68 | -10.12 | 12.27 | 5.44 | 3.55** | 4.38 | 0.83** |
| 2X10 | 0.68** | 1.24** | -1.75 | -8.31 | 21.85** | 4.42 | 1.36 | 4.78 | 3.41** |
| 1X7 | -0.93 | -1.00 | -9.19 | 5.56 | 13.09 | 9.44** | 6.05** | 8.58 | 2.53** |
| 3X10 | 2.00** | 1.49** | -9.75 | -5.93 | 8.77 | 3.24 | 1.67 | 6.13 | 4.46** |
| 5X8 | -0.93 | -1.00 | 4.55 | 13.93** | 10.96 | 6.05* | 3.57** | 6.48 | 2.91** |
| 2X7 | 0.87** | 0.99** | 10.30 | 4.75 | 9.37 | 2.02 | 0.31 | -0.51 | -0.82 |
| 3X8 | -0.18 | 0.93** | 20.11 | 5.62 | 15.16 | 6.00* | 2.39* | 2.98 | 0.59* |
| 5X7 | 0.12** | -0.44 | 4.74 | 9.06** | 16.02* | 3.46 | 3.59** | 4.03 | 0.44 |
| 4X9 | 1.31** | -0.63 | 6.55 | -3.25 | 2.08 | 2.24 | 1.19 | 0.49 | -0.69 |
| 5X9 | -0.18 | 0.74** | 2.49 | 5.81 | -0.71 | 2.05 | 1.89 | 1.76 | -0.12 |
| 4X10 | -1.25 | -0.81 | 4.24 | -6.68 | -13.97 | -1.67 | -1.34 | -3.17 | -1.83 |
| 1X10 | -1.31 | -2.00 | 16.24 | 41.37** | -3.25 | 0.06 | 1.81 | -0.16 | -1.97 |
| 3X7 | 0.87** | 0.99** | 10.30 | 4.75 | 9.37 | 2.02 | 0.31 | -0.51 | -0.82 |
| 1X4 | 0.31** | 0.49** | -4.94 | -2.18 | 17.44* | 3.62 | 0.84 | 1.15 | 0.30 |
| DMS | | | | | | | | | |
| 0.05 | 0.03 | 0.04 | 1723.31 | 4.31 | 13.92 | 5.84 | 2.14 | 9.91 | 0.53 |
| 0.01 | 0.04 | 0.06 | 2312.74 | 5.78 | 18.69 | 7.84 | 2.87 | 13.30 | 0.72 |

(FM) = Floración masculina, (FF)= Floración femenina, (AP). Altura de planta, (AMZ)= Altura de mazorca, (PFV)= producción de forraje verde, (PMS) = producción de materia seca, (PET)= peso elote con totomostle, (PE)= peso de elote, (PTO)= peso de totomostle. Dms = Diferencia mínima significativa. *, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05$) y ($p \leq 0.01$).

4.7.1. Coeficientes de correlación genotípica

Se presentan las correlaciones entre las variables estudiadas encontrando que entre floración masculina (FM), floración femenina (FF), altura de planta (APL), altura de mazorca (AMZ), peso de forraje verde (PFV), peso de materia seca (PMS), peso de elote con totomostle (PET), peso de totomostle (PTO), tienen una correlación altamente significativa entre ambas variables, mientras que peso de elote (PE), hay valores altamente significativos y sin significancia

4.7. Análisis de correlación.

Cuadro 4.7.1. Coeficientes de correlación fenotípica de nueve variables agronómicas evaluadas

| | FM | FF | APL | AMZ | PFV | PMS | PET | PE | PTO |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FM | 1.00000 | 0.905** | 0.479** | 0.332** | 0.417** | 0.098ns | 0.269* | 0.027ns | 0.494** |
| FF | | 1.00000 | 0.504** | 0.343** | 0.412** | 0.100ns | 0.262* | 0.005ns | 0.511** |
| APL | | | 1.00000 | 0.687** | 0.580** | 0.417** | 0.462** | 0.343** | 0.463** |
| AMZ | | | | 1.00000 | 0.419** | 0.392** | 0.342** | 0.294** | 0.298** |
| PFV | | | | | 1.00000 | 0.830** | 0.899** | 0.762** | 0.779** |
| PMS | | | | | | 1.00000 | 0.829** | 0.819** | 0.566** |
| PET | | | | | | | 1.00000 | 0.892** | 0.808** |
| PE | | | | | | | | 1.00000 | 0.456** |
| PTO | | | | | | | | | 1.00000 |

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05$) y ($p \leq 0.01$) respectivamente, ns = no significativo. FM = Floración masculina, FF= Floración femenina, (AP). Altura de planta, (Amz)= Altura de mazorca, (PFV)= producción de forraje verde, (PMS) = producción de materia seca. (PET)=peso de elote con totomostle (PE)= peso de elote, (PTO)= peso de totomostle

4.8.1 Componentes de varianza

Se presentan los componentes de varianza de las características evaluadas. La acción genética que predominó en las líneas progenitoras y su progenie fue la varianza de tipo aditiva sobre la varianza de dominancia con valores bastante altos, de acuerdo a lo establecido por Márquez (1998). Define el término de aptitud combinatoria como la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad 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 selección de aquellos que exhiban la más alta.

En cuanto a la varianza genotípica y fenotípica encontramos valores altos que son debidos a la varianza aditiva. De acuerdo con Chávez (1995). Los valores obtenidos tanto para heredabilidad en sentido estricto y sentido amplio son altos, el grado de dominancia muestra valores entre 10.46 y 2775.44 lo que nos indica dominancia parcial que es la clasificación presentada por Falconer (1985). Por tanto existe una fuerte relación entre la varianza genética total y la varianza fenotípica, y entre la varianza aditiva y la varianza fenotípica.

Cuadro 4.8.1 Componentes de varianza de las nueve variables agronómicas de maíz evaluadas en la UAAAN-UL Torreón, Coahuila. 2004

| | σ^2_A | σ^2_D | σ^2_G | σ^2_e | σ^2_f | h^2 | H^2 | D^2 |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|--------|---------|
| FF | 8.18 | 0.558 | 8.73 | 1.3 | 10.03 | 1133 | 1876 | 859.6 |
| FM | 9.342 | 0.908 | 10.25 | 1.58 | 11.83 | 1341 | 2208 | 423.41 |
| APL | 653.6 | 90.67 | 744.27 | 291.22 | 1035.49 | 132671 | 177976 | 207.85 |
| AMZ | 443.06 | 16.82 | 459.88 | 329.27 | 789.15 | 111842 | 124903 | 2775.44 |
| PE | 7.44 | 4.6 | 12.04 | 10.28 | 22.32 | 3260 | 3436 | 10.46 |
| PTE | 24.86 | 9.19 | 34.05 | 22.11 | 56.16 | 7827 | 9021 | 29.27 |
| PTO | 10.02 | 1.94 | 11.96 | 5.15 | 17.11 | 2226 | 2907 | 106.7 |
| PMS | 17.61 | 9.93 | 27.54 | 16.96 | 44.5 | 6146 | 7204 | 12.57 |
| PFV | 355.46 | 68.82 | 424.28 | 108.36 | 532.64 | 64100 | 95692 | 106.71 |

σ^2_A = Varianza aditiva, σ^2_D = Varianza de dominancia, σ^2_G = Varianza genética, σ^2_e = varianza de error, σ^2_f = Varianza fenotípica, h^2 = Heredabilidad en sentido estricto, H^2 = Heredabilidad en sentido amplio, d^2 = Grado de dominancia. FM = Floración masculina, FF= Floración femenina, (AP). Altura de planta, (Amz)= Altura de mazorca, (PFV)= producción de forraje verde, (PMS) = producción de materia seca. (PTO)= peso de totomostle. (PE)= peso de elote, (PET)= peso de elote con totomostle

4.9. Coeficientes de correlaciones de varianzas

Se aprecian las correlaciones entre los coeficientes de correlación de varianza, observamos que la más importante es la varianza aditiva relacionándose de manera altamente significativa con la varianza genética y fenotípica y que estas representan casi el 100% de la varianza aditiva. Tenemos también una correlación altamente significativa entre la heredabilidad en sentido amplio y estricto los cuales representan también el 100% de las varianzas genética y fenotípica., enseguida tenemos una relación significativa entre varianza de dominancia y grado de dominancia en todas las demás fueron no significativas.

Cuadro 4.9. Coeficientes de correlaciones de varianzas.

| σ^2 | A | σ^2D | σ^2G | Σ^2e | σ^2f | h^2 | H^2 | d^2 |
|-------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|-----------|
| σ^2A | 1 | 0.86564* | 0.99819* | 0.93275** | 0.99691* | 0.98885* | 0.99967* | 0.36438n |
| σ^2D | | 1 | 0.89417* | 0.63304n | 0.82671* | 0.78510* | 0.85623* | -0.1178ns |
| σ^2G | | | 1 | 0.91013** | 0.99076* | 0.97855* | 0.99677* | 0.31171n |
| σ^2e | | | | 1 | 0.95793* | 0.97596* | 0.94447* | 0.63291n |
| σ^2f | | | | | 1 | 0.99745* | 0.99845* | 0.42317n |
| h^2 | | | | | | 1 | 0.99194* | 0.47866n |
| H^2 | | | | | | | 1 | 0.37840n |
| d^2 | | | | | | | | 1 |

σ^2A = varianza aditiva, σ^2D = Varianza de dominancia, σ^2G = Varianza genética, σ^2e = Varianza, σ^2f = Varianza fenotípica, h^2 = Heredabilidad en sentido estricto, H^2 = Heredabilidad en sentido amplio, d^2 = Grado de dominancia.

V. CONCLUSIONES

- Las cruzas y/o genotipos fueron diferentes para las características evaluadas.
- La máxima producción de PFV y PMS fue de valores desde 97.30 t ha¹ a 75.60 t ha¹ respectivamente.
- Los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para la producción de materia seca (PMS) se localizaron en los padres 19,20 y 17 siendo el mas sobresaliente fue el padre 20 con un valor (4.96)
- Para los efectos de aptitud combinatoria especifica (ACE) las mejores cruzas son 1X7 con un valor de (9.44) y 5x8 con un valor de (6.05) y 3x8 con un valor de (6.00)
- En producción de Forraje verde (PFV) los padres 17 con un valor (12.47) y el padre 20 con un valor de (16.56), mostraron los mas altos valores de ACG.
- Las cruzas 3x8 con valor (20.11), y la cruz 2x10 con un valor (21.85), fueron las mas sobresalientes en ACE.

- Las líneas progenitoras y su progenie híbrida en varianza aditiva mostró un valor mucho más alto de (7.44 a 443.06) sobre varianza de dominancia en las nueve características evaluadas, expresando dominancia parcial.
- Se encontró una correlación altamente significativa entre la varianza aditiva genética (0.99819**), lo mismo fue encontrado entre heredabilidad en sentido amplio con heredabilidad en sentido estricto (0.99194**)

RESUMÉN

En este experimento se evaluó el comportamiento agronómico de 45 cruzas originadas de 10 líneas de maíz seis de las cuales provienen del programa de mejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, 3 son de reciente incorporación y una de CIMMYT. Esto con la finalidad de seleccionar aquellos genotipos más sobresalientes en cuanto a Producción de forraje para la región de la comarca lagunera y que además contengan las características requeridas por la demanda de los productores.

El desarrollo del experimento se llevo a cabo en el campo experimental de la UAAAN-UL, en el cual se estableció la parcela de bloques al azar con dos repeticiones en surcos de 3m y 0.70m de ancho se realizo la siembra con distanciamiento entre planta de 16-17cm. Una vez que las plantas estaban listas para la polinización se llevaron a cabo las cruzas entre líneas.

Las variables que se evaluaron son; Producción de forraje verde (PFV), Producción de materia seca (PMS), Floración femenina (FF), Floración Masculina (FM), Altura de planta (AP), Altura de mazorca (Amz), peso de elote (PE), peso de elote con totomostle (PET), peso de totomostle (PTO), posteriormente se realizó un análisis estadístico para las seis variables con el paquete SAS (SAS Institute, Inc.; SAS. B. 1988). Y luego un análisis genético se hizo de acuerdo con el método 4 de los efectos fijos del dialélico de Griffing (1956), para estimar los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE).

En los promedios de las nueve características evaluadas de cruzas de maíz, se observó que las más sobresalientes en cuanto a producción de forraje verde (PFV), son el P20 con un valor de $84.85t\ ha^{-1}$ y el P17 con $t\ 81.21\ ha^{-1}$. En relación a la producción de materia seca (PMS) tenemos al P20 con un valor de $25.12t\ ha^{-1}$ y seguido de los padres 12, 17 y 18 con valores mayores de $21\ t\ ha^{-1}$ El P20 fue la línea que obtuvo la mayor producción de forraje verde (PFV) y de las mas sobresalientes en producción de materia seca (PMS), también fue la de mayor altura de planta (APL) y de mazorca (AMZ) y la mas tardía en cuanto a (FM) y (FF).

APENDICE

Cuadro 4.2. Cuadrados medios del análisis de varianza dialélico método 4 (Griffing 1956) de seis características evaluadas de maíz. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila.2004.

| FV | G | FM(días) | FF(días) | APL(CM) | AMZ(CM) | PFV(T/H) | PMS(t/h) | PET(T/H) | PE(T/H) | PTO(t/h) |
|------|---|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|---------|----------|
| TRAT | 4 | 11.05* | 10.44 | 1123.0 | 737.79 | 536.84 | 51.27 | 60.87* | 25.58 | 17.24 |
| | 4 | * | ** | 2** | * | ** | * | | * | ** |
| REP | 1 | 0.54n | 0.27n | 22.55n | 69.34n | 2945.8 | 412.5 | 280.54 | 141.8 | 23.40 |
| | | s | s | s | s | 0** | 9** | ns | 7* | ns |
| ERR | 4 | 1.58 | 1.30 | 291.22 | 393.27 | 108.36 | 16.96 | 22.11 | 10.28 | 5.15 |
| OR | 4 | | | | | | | | | |
| ACG | | 2.33n | 2.45n | 163.40 | 110.76 | 177.73 | 4.40n | 6.21ns | 1.86n | 2.50n |
| | | s | s | ns | ** | ** | s | | s | s |
| ACE | | 0.90n | 0.55n | 90.67n | 16.82n | 68.82n | 9.93n | 9.19ns | 4.60n | 1.94n |
| | | s | s | s | s | s | s | | s | s |
| TOT | 8 | | | | | | | | | |
| AL | 9 | | | | | | | | | |
| CV % | | 1.72 | 1.53 | 6.90 | 18.62 | 14.84 | 19.89 | 18.07 | 15.70 | 40.51 |
| MEDI | | 72.94 | 74.30 | 247.12 | 106.50 | 70.12 | 20.70 | 26.01 | 20.41 | 5.60 |
| A | | | | | | | | | | |

Cuadro 4.6. Efectos de Aptitud Combinatoria Específica (ACE) estimados en líneas de maíz. Para forraje, de seis características evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004

| CRUZAS | FF | FM | AP | AMZ | PFV | PMS | PE | PET | PTO |
|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1X2 | 0.75 | 2.05 | 17.05 | 10.18 | 1.12 | -0.27 | 1.11 | 1.06 | -0.04 |
| 1X3 | 1.06 | 2.30 | -8.44 | -6.43 | -4.60 | -2.50 | -1.38 | -1.07 | 0.30 |
| 1X4 | 0.31 | 0.49 | -4.94 | -2.18 | 17.44 | 3.62 | 0.84 | 1.15 | 0.30 |
| 1X5 | 1.31 | 1.36 | 9.99 | -20.62 | -15.10 | -7.75 | -6.85 | -7.72 | -0.87 |
| 1X6 | 0.06 | -1.81 | -25.88 | -18.12 | -0.47 | 0.35 | -0.36 | 0.05 | 0.42 |
| 1X7 | -0.93 | -1.00 | -9.19 | 5.56 | 13.09 | 9.44 | 6.05 | 8.58 | 2.53 |
| 1X8 | -1.50 | -1.56 | 5.61 | 5.43 | -9.11 | -3.42 | -1.37 | -2.61 | -1.23 |
| 1X9 | 0.25 | 0.18 | -0.44 | -15.18 | 0.90 | 0.48 | 0.14 | 0.71 | 0.56 |
| 1X10 | -1.31 | -2.00 | 16.24 | 41.37 | -3.25 | 0.06 | 1.81 | -0.16 | -1.97 |
| 2X3 | 1.06 | 0.05 | -12.44 | 6.37 | -9.59 | -3.29 | -1.82 | -3.13 | -1.30 |
| 2X4 | -1.68 | -1.25 | 5.05 | 3.12 | 3.35 | -1.07 | 0.05 | 1.19 | 1.14 |
| 2X5 | -1.18 | -1.88 | 4.49 | -5.31 | -7.49 | -2.15 | -0.29 | -1.73 | -1.43 |

| | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 2X6 | 0.56 | -0.06 | -1.88 | -2.81 | -1.25 | 0.40 | 0.94 | 0.45 | -0.48 |
| 2X7 | -0.93 | -0.75 | -5.69 | 5.87 | -9.39 | 2.94 | -0.68 | -2.56 | -1.87 |
| 2X8 | 1.00 | 0.68 | -1.88 | -1.75 | 6.19 | 1.23 | 1.73 | 4.08 | 2.34 |
| 2X9 | -0.25 | -0.06 | -2.94 | -7.37 | -4.78 | -2.20 | -2.39 | -4.14 | -1.74 |
| 2X10 | 0.68 | 1.24 | -1.75 | -8.31 | 21.85 | 4.42 | 1.36 | 4.78 | 3.41 |
| 3X4 | -1.87 | -2.00 | -1.44 | 3.00 | -4.12 | 1.40 | 0.36 | -0.24 | -0.60 |
| 3X5 | -0.87 | -1.63 | -18.50 | 0.56 | -17.77 | -6.37 | -5.58 | -6.67 | -1.08 |
| 3X6 | -1.62 | -1.31 | 22.11 | -7.93 | 1.05 | 1.63 | 1.64 | 1.45 | -0.18 |
| 3X7 | 0.87 | 0.99 | 10.30 | 4.75 | 9.37 | 2.02 | 0.31 | -0.51 | -0.82 |
| 3X8 | -0.18 | 0.93 | 20.11 | 5.62 | 15.16 | 6.00 | 2.39 | 2.98 | 0.59 |
| 3X9 | -0.43 | -0.81 | -1.94 | 0.00 | 1.73 | -2.13 | 2.41 | 1.06 | -1.34 |
| 3X10 | 2.00 | 1.49 | -9.75 | -5.93 | 8.77 | 3.24 | 1.67 | 6.13 | 4.46 |
| 4X5 | 1.37 | 2.05 | 4.49 | 6.31 | 0.42 | -2.25 | -0.20 | -0.94 | -0.73 |
| 4X6 | 0.62 | 0.86 | -3.88 | 17.31 | -5.94 | -2.29 | -3.52 | -2.26 | 1.26 |
| 4X7 | 0.62 | 0.68 | 4.80 | -7.50 | 4.47 | -2.60 | 0.44 | 3.12 | 2.67 |
| 4X8 | 0.56 | 0.61 | -14.88 | -10.12 | -3.73 | 2.63 | 2.17 | 0.67 | -1.50 |
| 4X9 | 1.31 | -0.63 | 6.55 | -3.25 | 2.08 | 2.24 | 1.19 | 0.49 | -0.69 |
| 4X10 | -1.25 | -0.81 | 4.24 | -6.68 | -13.97 | -1.67 | -1.34 | -3.17 | -1.83 |
| 5X6 | 0.12 | 0.74 | -16.94 | 0.37 | 1.40 | 1.52 | 0.32 | 0.40 | 0.07 |
| 5X7 | 0.12 | -0.44 | 4.74 | 9.06 | 16.02 | 3.46 | 3.59 | 4.03 | 0.44 |
| 5X8 | -0.93 | -1.00 | 4.55 | 13.93 | 10.96 | 6.05 | 3.57 | 6.48 | 2.91 |
| 5X9 | -0.18 | 0.74 | 2.49 | 5.81 | -0.71 | 2.05 | 1.89 | 1.76 | -0.12 |
| 5X10 | 0.25 | 0.05 | 4.68 | -10.12 | 12.27 | 5.44 | 3.55 | 4.38 | 0.83 |
| 6X7 | -0.12 | 0.36 | 11.36 | 1.56 | 8.05 | 0.62 | 3.43 | 4.12 | 0.69 |
| 6X8 | 0.31 | -0.19 | 8.18 | -6.06 | -4.14 | -2.03 | -5.13 | -5.67 | -0.53 |
| 6X9 | -0.43 | 1.05 | 4.61 | 0.81 | -0.07 | 0.07 | 1.37 | 1.85 | 0.47 |
| 6X10 | 0.50 | 0.36 | 2.30 | 14.87 | 1.36 | -0.29 | 1.29 | -0.42 | -1.71 |
| 7X8 | -0.68 | -0.88 | -9.63 | -7.37 | -9.13 | -2.34 | -2.42 | -2.04 | 0.37 |
| 7X9 | 1.06 | 0.86 | -0.19 | 4.50 | -1.91 | -2.94 | -2.70 | -0.46 | 2.23 |
| 7X10 | 0.00 | 0.18 | -6.50 | -16.43 | -30.57 | -10.60 | -8.03 | -14.29 | -6.25 |
| 8X9 | 0.50 | 0.30 | -5.38 | 11.87 | -3.47 | -2.55 | -1.27 | -3.96 | -2.68 |
| 8X10 | 0.93 | 1.11 | -6.69 | -11.56 | -2.72 | -5.57 | 0.33 | 0.05 | -0.27 |
| 9X10 | -1.81 | -1.63 | -2.75 | 2.81 | 6.24 | 4.98 | -0.64 | 2.68 | 3.32 |

Cuadro 4.4. Comparación múltiple de medias de rendimiento de forraje verde y seco y características agronómicas evaluadas de cruzas de maíz forrajero. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004.

| CRUZAS | FF | FM | AP | AMZ | PFV | PMS | PE | PET | PTO |
|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 9X10 | 71.50 | 73.00 | 268.50 | 120.00 | 97.30 | 32.35 | 23.45 | 35.35 | 11.90 |
| 5X10 | 72.50 | 74.00 | 246.00 | 100.00 | 91.00 | 31.10 | 25.90 | 33.60 | 7.70 |
| 2X10 | 75.50 | 76.00 | 267.50 | 122.50 | 111.30 | 31.00 | 25.55 | 36.05 | 10.50 |
| 1X7 | 72.50 | 73.50 | 237.50 | 117.50 | 82.95 | 29.05 | 26.25 | 35.35 | 9.10 |
| 3X10 | 75.00 | 76.50 | 241.00 | 102.50 | 95.20 | 28.60 | 25.55 | 37.45 | 11.90 |
| 5X8 | 72.50 | 74.00 | 245.00 | 120.00 | 73.14 | 25.70 | 21.00 | 29.40 | 8.40 |
| 2X7 | 72.50 | 76.50 | 270.00 | 145.00 | 75.95 | 25.50 | 21.70 | 27.65 | 5.95 |
| 3X8 | 75.50 | 75.50 | 270.00 | 110.00 | 85.05 | 25.35 | 21.35 | 28.00 | 6.65 |
| 5X7 | 74.00 | 76.00 | 252.50 | 127.50 | 90.65 | 25.10 | 24.15 | 32.20 | 8.05 |

| | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4X9 | 71.00 | 75.00 | 271.00 | 102.50 | 77.35 | 24.65 | 23.10 | 28.00 | 4.90 |
| 5X9 | 71.50 | 72.50 | 247.50 | 107.50 | 65.80 | 24.45 | 23.10 | 28.00 | 4.90 |
| 4X10 | 72.50 | 73.50 | 265.00 | 107.50 | 73.50 | 24.00 | 21.70 | 27.30 | 5.60 |
| 1X10 | 69.50 | 71.00 | 256.50 | 145.00 | 70.70 | 23.70 | 23.80 | 27.65 | 3.85 |
| 3X7 | 76.50 | 77.50 | 267.50 | 121.50 | 91.70 | 23.35 | 22.40 | 29.75 | 7.35 |
| 1X4 | 70.50 | 71.50 | 228.50 | 90.00 | 75.60 | 22.30 | 20.65 | 23.80 | 3.15 |
| 4X8 | 75.00 | 76.50 | 245.00 | 100.00 | 67.20 | 22.30 | 20.30 | 24.85 | 4.55 |
| 2X8 | 76.00 | 77.50 | 266.50 | 125.00 | 79.10 | 21.80 | 21.00 | 29.05 | 8.05 |
| 3X4 | 70.00 | 71.50 | 242.50 | 100.00 | 66.50 | 21.80 | 22.05 | 25.90 | 3.85 |
| 2X9 | 72.50 | 74.00 | 270.00 | 115.00 | 72.45 | 21.10 | 20.65 | 24.15 | 3.50 |
| 1X9 | 70.00 | 71.50 | 243.50 | 80.00 | 62.65 | 20.85 | 21.00 | 25.55 | 4.55 |
| 2X4 | 71.50 | 72.50 | 267.50 | 122.50 | 77.00 | 20.55 | 22.05 | 27.30 | 5.25 |
| 7X9 | 76.00 | 78.00 | 277.50 | 130.00 | 85.05 | 20.40 | 19.60 | 31.15 | 11.55 |
| 6X10 | 73.50 | 75.00 | 245.00 | 115.00 | 72.10 | 20.30 | 21.00 | 25.55 | 4.55 |
| 3X9 | 71.00 | 73.00 | 252.50 | 100.00 | 75.95 | 19.95 | 25.15 | 29.40 | 4.25 |
| 2X5 | 70.00 | 72.00 | 247.50 | 110.00 | 57.40 | 19.45 | 21.00 | 23.10 | 2.10 |
| 1X2 | 73.00 | 72.50 | 259.00 | 19.00 | 61.25 | 19.30 | 22.05 | 24.50 | 2.45 |
| 4X7 | 76.00 | 77.50 | 272.00 | 115.00 | 87.85 | 19.05 | 21.70 | 23.55 | 10.85 |
| 8X10 | 77.00 | 78.00 | 260.00 | 110.00 | 84.00 | 19.05 | 20.65 | 29.40 | 8.75 |
| 8X9 | 74.50 | 76.50 | 265.00 | 125.00 | 71.05 | 18.80 | 17.90 | 22.40 | 4.50 |
| 4X5 | 73.00 | 74.00 | 239.00 | 105.00 | 63.35 | 18.45 | 19.95 | 23.10 | 3.15 |
| 7X8 | 77.00 | 78.50 | 263.50 | 122.50 | 7350 | 18.25 | 16.10 | 26.25 | 10.15 |
| 2X3 | 73.00 | 75.00 | 240.00 | 120.00 | 63.00 | 18.00 | 21.00 | 23.80 | 2.80 |
| 6X9 | 72.50 | 73.00 | 251.00 | 92.50 | 58.45 | 17.40 | 19.95 | 24.85 | 4.90 |
| 6X7 | 75.50 | 76.50 | 260.50 | 110.00 | 74.70 | 17.20 | 21.35 | 29.05 | 7.70 |
| 5X6 | 71.50 | 72.50 | 199.50 | 85.00 | 47.60 | 17.15 | 17.15 | 19.95 | 2.80 |
| 2X6 | 72.50 | 74.50 | 242.50 | 102.50 | 55.65 | 16.95 | 19.60 | 22.05 | 2.45 |
| 3X6 | 70.50 | 71.50 | 248.00 | 75.00 | 54.95 | 16.95 | 20.00 | 23.10 | 3.10 |
| 7X10 | 77.00 | 78.00 | 267.50 | 117.50 | 68.60 | 16.00 | 15.40 | 20.30 | 4.90 |
| 1X3 | 72.50 | 72.00 | 215.00 | 80.00 | 52.50 | 15.85 | 19.25 | 22.40 | 3.15 |
| 1X8 | 71.00 | 72.00 | 245.00 | 105.00 | 48.30 | 14.20 | 15.70 | 18.90 | 3.20 |
| 3X5 | 69.50 | 71.50 | 206.00 | 93.50 | 44.10 | 14.00 | 15.40 | 18.20 | 2.80 |
| 1X6 | 68.00 | 71.00 | 189.50 | 60.00 | 40.95 | 13.95 | 16.10 | 18.20 | 2.10 |
| 4X6 | 72.50 | 74.00 | 232.00 | 106.00 | 49.00 | 13.35 | 14.00 | 18.55 | 4.55 |
| 6X8 | 74.00 | 76.00 | 250.00 | 90.00 | 50.05 | 12.55 | 9.65 | 14.00 | 4.35 |
| 1X5 | 70.50 | 71.50 | 224.00 | 67.50 | 34.30 | 10.90 | 12.25 | 13.65 | 1.40 |

POSIBLES CRUZAS

| P* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 1 | 1x1* | 1x2 | 1x3 | 1x4 | 1x5 | 1x6 | 1x7 | 1x8 | 1x9 | 1x10 |
| 2 | | 2x2* | 2x3 | 2x4 | 2x5 | 2x6 | 2x7 | 2x8 | 2x9 | 2x10 |
| 3 | | | 3x3* | 3x4 | 3x5 | 3x6 | 3x7 | 3x8 | 3x9 | 3x10 |
| 4 | | | | 4x4* | 4x5 | 4x6 | 4x7 | 4x8 | 4x9 | 4x10 |
| 5 | | | | | 5x5* | 5x6 | 5x7 | 5x8 | 5x9 | 5x10 |
| 6 | | | | | | 6x6* | 6x7 | 6x8 | 6x9 | 6x10 |
| 7 | | | | | | | 7x7* | 7x8 | 7x9 | 7x10 |
| 8 | | | | | | | | 8x8* | 8x9 | 8x10 |
| 9 | | | | | | | | | 9x9* | 9x10 |
| 10 | | | | | | | | | | 10x10* |

VI. BIBLIOGRAFIA

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

Brauer, H. O. 1983. Fitogenética Aplicada. Editorial ELSA. México. 518 p.

Chávez A. J. L. y López E. 1995. Mejoramiento de planta I. Editorial Trillas. México. P. 167.

Córdova, H. S. , S. K. Vasal, 1996. Estrategias en el desarrollo y mejoramiento del germoplasma del maíz orientado a la agricultura sustentable.

Christie, B. R. and V. I. Shattuck. 1992. The diallel cross: Design, analysis, and use for plant breeding. Plant Breeding Reviews 9:9-35.

De la Loma, J. L. 1954. Genética general Aplicada. Segunda Edición, Editorial UTEHA. México. 427p.

Dudley, j.w. and R.H. Moll. 1969. Interpretation and Use of Estimates of Heritability and Genetic Variances in plant Breeding. Crop Science 257 – 262 p.

Gardner C. O. and S. A. Eberhart. 1986. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*. 22: 440-452.

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

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel Crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9: 463-493.

Gutiérrez del R. E., A. Palomo G., A. Espinoza B. E. de la Cruz L. 2002. Aptitud Combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera, México. *Rev. Fitotec. Méx.* 25 (3): 271-277.

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

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

Martínez G. A. 1983. *Diseños y análisis de experimentos de cruas dialélicas*. Segunda edición. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. P 252.

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 para ensilaje, en: componentes tecnológicos para la producción de ensilado para maíz y sorgo. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CELALA. p. 2-6.

Núñez, H. G., E. F. Contreras G., R. Faz C. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. Tec. ECU. Méx. 41:37-48p.

Peña R. A., G. Núñez H. y F. González C. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronomitos con la calidad. Tec. Pecu. Méx. 40:215-228

Peña R.A., G. Núñez H. Y F. González C. 2003. Importancia de la planta y elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. Tec. Pecu. México 41: 63-74 p.

Peña RA. González CF, Núñez HG, Jiménez G.C. 2004. Aptitud combinatoria de líneas de maíz para alta producción y calidad forrajera. Rev. Fitotec. Méx. 27 (Número Especial 1):1-6p

Pinter L. Z. Alfoldi, Z. Burucs, E. Paldi 1994. Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. *Agro. J.* 1997. White tailed deer food habits in northeastern México, *small Rumin. Res.*, 25:142-148.

Poehlman J. M. 1987. *Mejoramiento genético de las cosechas*. Primera edición. Editorial LIMUSA. México. P 453.

Ramírez, R. G., Quintanilla González, J. B. Aranda J. 1997. White-tailed deer food habits in northeastern México. *small Rumin. Res.*, 25:142-148.

Reta, S, D. G., J. S. Carrillo, A. Gaytán M., E. Castro M., J. A. Cueto W. 2002. *Guía Para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos*. INIFAP, CIRNOC, CAELALA. Matamoros, Coahuila, México.

Reyes C. P. 1985. *Diseños de experimentos aplicados*. Cuarta reimpresión. Editorial Trillas. México. P 125.

Rodríguez H. S.A., R. J. Santana, H. Córdova, N. Vergara. A. J. Lozano, E. M. Mendoza y J. J.G. Bolaños 2000. Caracteres de importancia para fitomejoramiento del maíz para ensilaje. *Memorias del XVIII Congreso Nacional de fitomejoramiento*. 148p.

Silva S. R., 1999. Heredabilidad y correlaciones fenotípicas en líneas avanzadas de trigo. XVII Congreso Nacional SOMEFI. Sociedad Mexicana de Fitogenética 2002. 246 p.

Vergara N., A. Ramírez, M. Sierra y H. Córdoba. 2002. Comportamiento de cruzas 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.

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