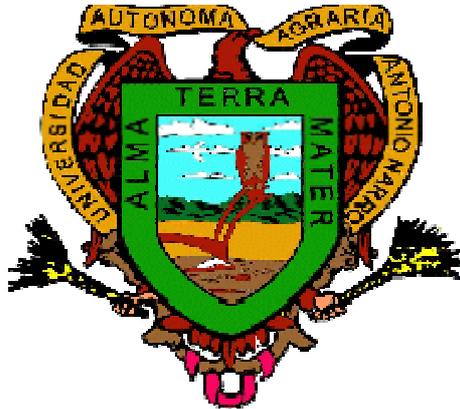


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS Y APTITUD
COMBINATORIA EN HÍBRIDOS SIMPLES DE MAIZ FORRAJERO
PARA EL NORTE DE MEXICO.**

POR:

JAVIER SANCHEZ PEREZ

TESIS

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

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

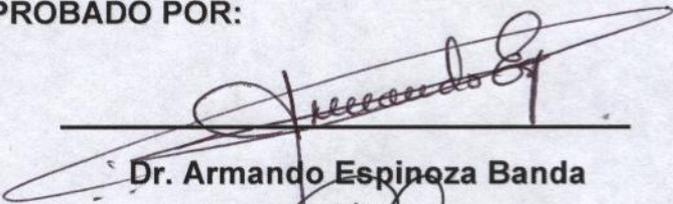
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JAVIER SANCHEZ PEREZ ELABORADA BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

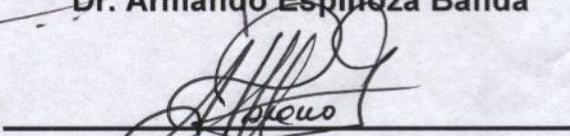
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

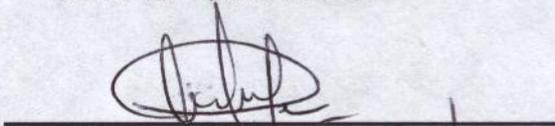
Asesor
Principal:


Dr. Armando Espinoza Banda

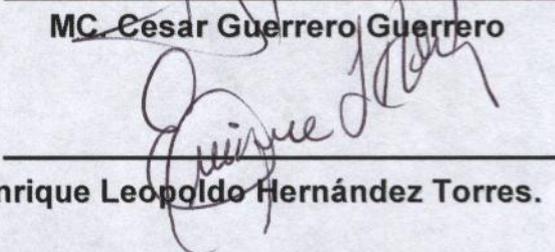
Asesor:


Dr. Arturo Palomo Gil

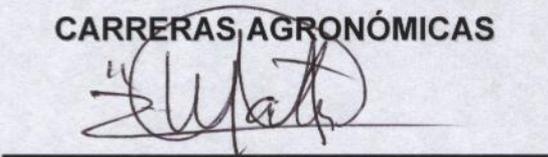
Asesor:

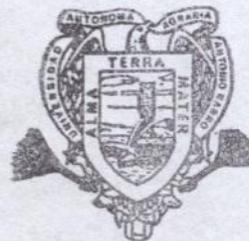

MC César Guerrero Guerrero

Asesor:


Ing. Enrique Leopoldo Hernández Torres.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS


MC. Víctor Martínez Cueto.



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

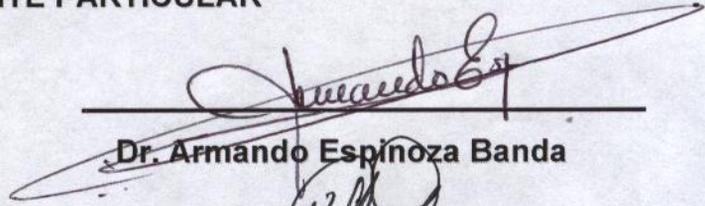
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JAVIER SANCHEZ PEREZ QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DE H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

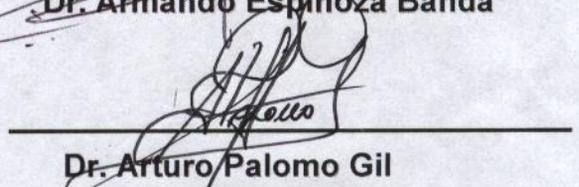
COMITÉ PARTICULAR

Presidente:



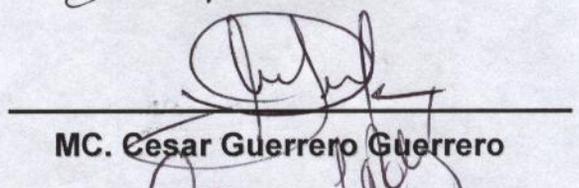
Dr. Armando Espinoza Banda

Vocal:



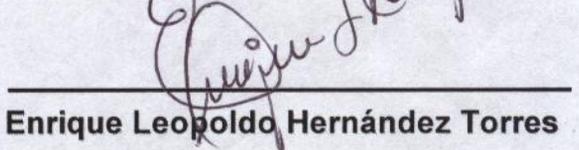
Dr. Arturo Palomo Gil

Vocal:



MC. Cesar Guerrero Guerrero

Vocal:

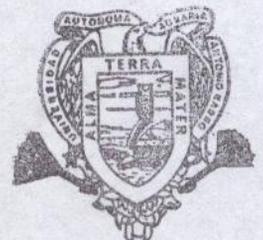


Ing. Enrique Leopoldo Hernández Torres

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS



MC. Victor Martínez Cueto



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTO

Primero que nada quiero darle gracias a dios por darme la vida y permitir que yo terminara satisfactoriamente mis estudios de licenciatura.

A esta gran institución por permitirme formar parte de ella.

A mis asesores:

Dr. Armando Espinoza Banda

Dr. Arturo Palomo Gil

MC. Cesar Guerrero Guerrero

Ing. Enrique Leopoldo Hernández Torres.

A todos y cada uno de ellos por su gran empeño que pusieron durante el proceso de elaboración de mi tesis pues, sin su apoyo esta no hubiese sido posible.

A todos mis compañeros de grupo: Elmi, Idhai, Matus, Osviel, Cesar, Rafael, Jorge, Juan, Felipe, Hugo por compartir con ellos tantos momentos felices que pasamos durante la carrera.

A todos los profesores de esta institución por haber compartido sus grandes conocimientos conmigo.

DEDICATORIAS

A mis padres

Sr. Sebastián Sánchez Hernández.

Sra. Martha Pérez López.

Por haber depositado su confianza en mí

Y por el gran esfuerzo que hicieron para

que terminara mi carrera. Gracias por

Apoyarme en todo momento.

A mi hijo Leonardo

Por ser el motor que me mueve a diario

para salir adelante y darle lo mejor.

A mis hermanitos (as):

Marcos, Agustín, Elizabeth, Esther,

Magdalena, y mis cuñados Gonzalo, José

Leocadio y Alfonso por estar ahí cuando

los necesite.

A mi esposa Adriana

Por comprenderme siempre y aceptarme

tal y como soy. Gracias por los momentos

hermosos que me ha regalado, siempre

estaré agradecido con ella.

I INDICE DECONTENIDO	Pagina
INDICE DE CUADROS	VIII
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 El maíz como cultivo forrajero.....	4
2.2 Materia seca.....	5
3.3 Hibrido	6
2.3.1Hibrido simple.....	6
2.3.2 Hibrido triple.....	6
2.3.3 Hibrido doble.....	6
2.4 Cruzas dialelicas.....	7
2.5 Diseños dialelicos.....	7
2.6 Aptitud combinatoria.....	8
2.6.1 Aptitud combinatoria general.....	9
2.6.2 Aptitud combinatoria especifica.....	10
2.3 Heredabilidad.....	10
III. MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Localización geográfica de Torreón Coahuila y el Ejido el Niágara Aguascalientes.....	13
3.2 Material genético.....	13
3.3Manejo agronómico.....	14
3.3.1Siembra.....	14
3.3.2 Fertilización.....	15
3.3.3Riego.....	15
3.3.4Control de plagas.....	15
3.4Variables agronómicas evaluadas.....	15
3.5Análisis estadístico.....	16
3.6 Análisis genético.....	16
3.7Aptitudcombinatoria.....	17
3.8 Componente de varianza.....	17

IV. RESULTADOS Y DISCUSION	20
4.1 Análisis estadístico.....	20
4.2 Efectos de aptitud combinatoria general y específica.....	25
4.8 Correlaciones.....	35
V. CONCLUSIONES	33
VI. RESUMEN	34
VII. BIBLIOGRAFIA	35

INDICE DE CUADROS

NUMERO DE CUADROS	Pagina
3.1 Análisis de varianza, cuadrados medios y esperanza de los cuadrados medios bajo el diseño Carolina del Norte II combinados de dos localidades 2007	18
4.1.1 Cuadrados medios del análisis de varianza para 14 características evaluadas para rendimiento de forraje verde combinado 2007.....	21
4.1.2. Rendimiento y sus componentes de las líneas machos y hembras utilizadas en el presente trabajo.....	23
4.1.3 Rendimiento promedio de las 15 mejores cruzas en 14 características evaluadas combinado de dos localidades 2007.....	25
4.2.1 Aptitud combinatoria general (ACG) para los machos y hembras utilizadas para evaluar las 14 características de maíz en dos localidades combinado 2007.....	26
4.2.2 Determinación de aptitud combinatoria específica (ACE) para 15 cruzas formadas combinado de dos localidades 2007.....	28
4.2.3 Correlaciones de las 14 variables evaluadas para rendimiento en forraje verde combinado 2007	29
4.2.4. Componentes genéticos de varianza de las 14 variables agronómicas de maíz de dos localidades Torreón Coahuila y Aguascalientes 2007.....	31
4.2.5 Coeficiente de correlación entre parámetros genéticos.....	32

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz en México tiene una importancia de tipo ancestral y social ya que es un cultivo de origen mexicano, y por ende el 80 por ciento de sus pobladores basan su dieta alimenticia en este cereal, de tal manera que los agricultores siembran el maíz con el propósito de asegurar el complemento alimenticio de su familia, además es uno de los cereales mas importantes del mundo, ya que se suministra elementos nutritivos importantes a seres humanos y animales (FAO, 1993).

El maíz a nivel mundial, especialmente en los países industrializados, es empleado básicamente como materia prima en muchos procesos industriales, obteniéndose de este no solo productos comestibles sino también una amplia gama de subproductos que van desde almidones hasta ácidos químicos y combustibles.

En los últimos años se a incrementado el uso de forraje de maíz para la alimentación animal, principalmente en aquellas regiones consideradas como cuencas lecheras y de engorda. La disponibilidad de forraje es la fuente más económica para la alimentación del ganado. Para elegir un cereal destinado a la producción de forraje, debe basarse en su capacidad de adaptación al medio local, productividad, beneficio para el ganado y su valor nutritivo. De ahí que el maíz forrajero sea uno de los materiales vegetativos de fácil acceso con los que se alimenta el ganado, pues este material incluye heno o ensilado.

En la Comarca Lagunera se siembran aproximadamente 60,000 hectáreas de maíz para grano y forraje, el maíz forrajero ocupa un lugar importante dentro del patrón de cultivos por el alto rendimiento energético que aporta en las raciones del ganado bovino lechero.

El maíz se ha seleccionado como un forraje de importancia, pues se considera una planta de alta producción, energético y palatable. Estudios indican

que el maíz es viable cuando en promedio produce 6 t ha^{-1} de grano y superen las 45 t ha^{-1} de forraje verde con manejo óptimo (FIRA 1993), sin embargo, el potencial productivo del maíz en esta región es superior debido a la alta radiación solar durante el período libre de heladas (Núñez et al., 1999) y es posible obtener hasta 80 t ha^{-1} de forraje fresco y 24 t ha^{-1} de forraje seco (30% de materia seca), con un contenido de grano de 45-50% (Reta et al., 2001). La falta de híbridos para la Comarca Lagunera, representa un problema actual, pues no existe un programa de mejoramiento permanente en esta región, donde predominan híbridos introducidos y, en general se utilizan para producción de grano. Los estudios sobre el conocimiento de la acción génica que controla los caracteres de interés económico, es básico en un programa de mejoramiento para lograr avances reales.

Clark et al., (2002), Mencionan que ganado lechero alimentado con híbridos de maíz seleccionados para forraje, rindieron mas leche, con mayor contenido de proteína y que el consumo de materia seca fue mayor que el alimentado con maíz normal, por tanto, es necesario implementar programas de formación y producción de híbridos de maíz forrajero a corto plazo que cumplan con las expectativas de calidad, producción y adaptación para el norte de México en donde se encuentra ubicada La Comarca Lagunera.

En nuestro país actualmente en diferentes instituciones se llevan a cabo programas de mejoramiento, ya que las variedades de híbridos de maíz que se explotan comercialmente presentan un comportamiento muy distinto cuando se siembran en diferentes regiones. Parte del mejoramiento genético se enfoca hacia la generación de materiales mejorados de maíz de amplia adaptabilidad por lo que los híbridos varietales juegan un papel muy importante. El mejoramiento del maíz como en todas las especies cultivadas, es un proceso continuo por lo que surgen nuevos métodos y técnicas para la formación de variedades e híbridos para uso comercial.

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

Objetivos

- Evaluar y seleccionar híbridos simples, con buen rendimiento de forraje a partir de líneas endogámicas sobresalientes.
- Identificar los mejores híbridos simples con base al comportamiento de las cruzas de las líneas.
- Estimar los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de los progenitores y aptitud combinatoria específica (ACE) para cruzas.

Hipótesis

Ho₁: Las cruzas simples formadas con líneas elite de rendimiento de forraje verde y seco presentan igual comportamiento y características agronómicas.

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

Ho₂: Las cruzas de maíz y sus progenitores presentan efectos iguales de ACG y ACE.

Metas

- Seleccionar al menos cuatro Híbridos de maíz con mayor producción de forraje verde y materia seca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El maíz como cultivo forrajero

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.

La investigación en maíz forrajero se ha enfocado a incrementar la producción y el valor energético, además de eficientar la producción de materia seca por m³ de agua. Para lograr lo anterior es fundamental la selección del mejor híbrido (Núñez et al., 1999).

Estudios y/o investigaciones realizadas en la Comarca Lagunera, indican que el maíz es recomendable económicamente, cuando se usan variedades o híbridos que rinden un promedio de 6 ton/ha grano y superior a 45 ton/ha de forraje verde, usando un manejo óptimo, con alta densidad y una fertilización equilibrada, aunado a un control de plagas y malezas (FIRA 1993), sin embargo, de acuerdo a Reta et al., (1999), el maíz tiene un alto potencial de producción.

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

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

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 encuentre el cultivo al momento de la cosecha (Amador Boschini, 2000, Wang-yeong et al., 1995).

Reta *et al* (2001) 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. 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.

Por lo general se considera que los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje (Geiger et al., 1992).

2.2 Materia seca

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 (Rodríguez et al., 2000).

El valor nutritivo de la materia seca del maíz se explica considerando el follaje (hojas y tallos), y granos; la digestibilidad de estos componentes varía de 53 a 65.1 por ciento para follaje y de 88.7 a 93.9 por ciento para grano (Jonson, 1997).

2.3 Híbrido

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

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

El vigor híbrido generalmente se determina para caracteres como tamaño o rendimiento, pero estos son sólo productos finales de los procesos metabólicos, cuyos patrones están en los genes (Crees, 1956).

López y Chávez (1995), presentan la siguiente clasificación de híbridos:

2.3.1 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.

2.3.2 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.

2.3.3 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

cruzas simples, los híbridos dobles no son tan uniformes como las cruzas simples, por lo que presentan mayor viabilidad; es importante señalar que una craza simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez más que una doble.

Stadler (1949) menciona que todas las líneas puras de maíz son inferiores a las variedades de polinización libre tanto en vigor como en rendimiento. Hasta que no se desarrolla en líneas decididamente más productivas, el uso final de las líneas puras es la producción de híbridos. Lo cual especifica las razones para el cruzamiento de las plantas.

2.4 Cruzas Dialélicas

Martínez, (1975), señala 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.

El análisis dialélico es 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.

2.5 Diseños Dialélicos

Griffing (1956), comenta que 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 y, donde ACE, indica la factibilidad de explotar el fenómeno de vigor híbrido en la

producción de híbridos. Este autor propuso cuatro técnicas que son la base para el análisis de cruzas dialélicas.

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

1. Participan todas las cruzas posibles. comprende las autofecundaciones, cruzas directas F_1 y cruzas recíprocas de las F_1 . Habrán P_2 familias, donde P es el número de progenitores.
2. Incluye sólo autofecundaciones 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.

En ausencia de epítasis, las tablas dialélicas dan información acerca de las propiedades intrínsecas de la población, dejando ver la importancia que tienen los análisis dialélicos para proporcionar información sobre la población particular.

Gilbert (1958) describe el análisis dialélicos 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.

2.6 Aptitud combinatoria

Gutiérrez et al., (2002), el término aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o de una población de combinarse con otros, dicha capacidad es por medio de su progenie y debe determinarse no sólo en un individuo de la población sino en varios, con el propósito de poder seleccionar los cruzamientos más adecuados para sustituir los híbridos comerciales.

Márquez (1988) señala que generalmente el termino de aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad es medida por medio de su progenie, sin embargo la aptitud combinatoria debe de determinarse no en un solo individuo de la población si no en varios, a fin de poder realizar una selección de aquellos que exhiban la más alta.

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

2.6.1 Aptitud combinatoria general

Strague y Tatum (1942) definieron la aptitud combinatoria general (ACG) como el comportamiento promedio o general de una línea en una serie de cruadas.

Jungenheimer (1985) señala que la aptitud combinatoria general (ACG) es el desempeño promedio de una línea pura en algunas combinaciones híbridas. La aptitud combinatoria general proporciona información sobre que las líneas puras 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.

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

2.6.2 Aptitud combinatoria específica.

Sprague y Tatum (1942) indican el término aptitud combinatoria específica (ACE) como los casos en los cuales ciertas combinaciones lo hacen mejor (o peor) de lo que podía esperarse sobre la base del comportamiento promedio de las líneas involucradas, en resumen, la ACE es el rendimiento relativo de cada cruce específica.

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

2.7 Heredabilidad

El conocimiento de la Heredabilidad es de gran importancia el mejoramiento de las plantas para determinar que mejor método se debe utilizar para alcanzar más rápido el objetivo. La estabilidad de una población en cuanto a la expresión de carácter esta determinado por factores genéticos y ambientales.

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.

Falconer (1985) define heredabilidad 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.

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.

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

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.

$$\text{Heredabilidad} = \frac{\text{Varianza} - \text{genotípica}}{\text{Varianza} - \text{fenotípica}} \times 100$$

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

$$(h^2) \text{ Heredabilidad} = \frac{\text{Varianza } \Sigma \text{ aditiva}}{\text{Varianza } \Sigma \text{ fenotípica}} \times 100$$

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización geográfica de Torreón Coahuila y el Ejido el Niágara Aguascalientes

La Comarca Lagunera se localiza geográficamente entre los 24° 30' y 27° de latitud norte y entre los 102° y 104° 40' de longitud oeste, a una altura de 1, 120 msnm. Su clima se clasifica como muy seco con deficiencia de lluvias en todas sus estaciones, además que cuenta con temperaturas semi-calidas con inviernos benignos, el ejido El Niágara de Aguascalientes se localiza a 1879 msnm, a 22° 10' latitud norte y 102° 20' de longitud oeste, caracterizado por tener clima seco templado con temperatura y precipitación media anual de 17.5 °C y 475mm respectivamente.

3.2 Material genético

Se realizaron las 128 cruzas posibles directas P(P-1)/2 de acuerdo al diseño de apareamiento genético Carolina del Norte II, (Comstock y Robinson, 1948) Cuadro 2, utilizando 10 plantas de cada línea para obtener la semilla de las cruzas y en el verano se llevó a cabo la evaluación en un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. La parcela experimental fue de un surco de 2 metros de largo y 0.75 metros de ancho, con seis plantas por metro, para tener una población aproximada de 85,000 pl ha⁻¹, los materiales utilizados fueron siete líneas sobresalientes del programa de La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL), cuatro líneas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y 13 líneas del programa del Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y trigo (CIMMYT). La descripción de las líneas es la siguiente (Antuna *et al.* 2003, de la Cruz *et al.* 2003):

M1; L-AN 447. Línea de 8 autofecundaciones, derivada de generaciones avanzadas del Híbrido AN-447 con características de amplia adaptabilidad.

M2; L-AN 130. Proviene de la F4 del H-507, cruzada con la población de El Bajío denominada Celaya-2.

M3; L-AN 123. Obtenida de forma divergente y contrastada de var. Criolla de Jal. de hojas pálidas y onduladas.

M4; L-AN 388P. Línea enana, con hojas anchas y suculentas generada a partir de la F3 del híbrido AN-388.

M5; L B-32. La cual esta identificada con la genealogía H-353-245-6-10.

M6; L B-40. Con origen de formación en INIFAP-B40.

M7; CML-316 CIMMYT, Pob500P500c0F114-1-1-B*3.

M8; CML-311 CIMMYT, Pob500S89500 F2-2-2-2-B*5

H1; L-AN 123 R. Línea de alta endogamia formada de variedad Criolla del municipio de Concepción, Jalisco con precocidad y tolerancia a sequía.

H2; L-AN 360 PV. Línea obtenida de la población enana denominada Pancho Villa, vigorosa y con hojas anchas.

H3; L B-39. Cuyo origen proviene de INIFAP-B39.

H4; CML-319 CIMMyT. RecyW89(Cr.Arg/CIM.ShPINPH)6-3-2-4-B-B.

H5; CML-264 Pob21 CIMMYT, POB21C5F219-3-1-B-__ -8-1-3-BBB-f.

H6; CML-254 Pob21 CIMMYT, TUXSEQ-149-2-BBB-__-1-BB-F.

H7; CML-313 CIMMYT, Pob501c0F6-3-3-2-1-B-B.

H8; CML-273 Pob43 CIMMYT, (ACT643*43F7)-2-3-2-1-bb-F.

H9; CML-247 Pool24 CIMMYT, (G24F119*G24F54)-6-4-1-1-BB-f.

H10; CML-271 Pob29 CIMMYT, pob29stec1hc25-6-4-1-_-BBB-F.

H11; CML-278 Pob43 CIMMYT, DMANTES8043-53-1-1-b-__-1-BB-f.

H12; CML-315 CIMMYT, Pob500P500c0F246-4-1-2-2-B*3

3.3 Manejo agronómico

3.3.1 Siembra

La siembra para evaluación se llevo acabo el 23 de marzo en la localidad de la UAAAN-UL y el 12 de mayo en la localidad de Aguascalientes las dos durante el ciclo de primavera. Se realizo de manera manual, en surcos de 2m de largo y 0.75m de ancho depositando una semilla cada 5cm aproximadamente el cual después del cultivo a los 30 días se aclareo a 6 plantas por metro lineal para obtener una población aproximada de 85,000 Plantas por hectárea.

3.3.2 Fertilización

En las dos localidades 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 se incorporo en la escarda, antes del primer riego de auxilio.

3.3.3 Riego

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

3.3.4 Control de plagas y maleza

La principal plaga que se presentó en la etapa de desarrollo del cultivo fue el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) el cual se le aplico Decis con una dosis de 1 L ha⁻¹, además hubo ataque por pulga negra (*Chaetocnema pulicaria*) la cual se combatió con Lorsban en dosis de 1 L ha⁻¹. Estas aplicaciones se realizaron de forma manual. El control de maleza se llevo a cabo con la aplicación de 1 litro de Primagram (S-Metalaclor + atrazina) herbicida preemergente al momento de realizar el riego de nacencia. Se realizó un control fitosanitario completo durante el desarrollo del cultivo.

3.4 Variables agronómicas evaluadas

Las variables evaluadas fueron: Floración masculina (FM), Floración femenina (FF), en días, desde la siembra hasta la aparición del 50% de las espigas con polen y estigmas receptivos, respectivamente, Altura de planta (AP), Altura del elote (AE), en centímetros, midiéndose desde la base del suelo hasta la punta de la espiga y hasta la punta de la espiga y hasta la inserción de la mazorca respectivamente, Rendimiento de forraje verde (RFV), Peso del tallo (PT), Peso de las hojas de la planta (PHP), Peso del elote con hojas (PECH), Peso del elote sin hojas (PESH), Peso de las hojas del elote (PHE), Diámetro del elote (DE), Número de hojas del elote (NHE), Longitud del elote (LE), Número de hojas de la planta (NHP).

3.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico para las variables evaluadas, 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.

3.6 Análisis genético

El análisis de la aptitud combinatoria del material genético se hizo de acuerdo con el diseño genético Carolina del Norte II (Comstock y Robinson, 1948) los valores estadísticamente superiores de las variables estudiadas fueron los mayores al valor de la media más dos veces su error estándar ($\mu + 2\sigma$), la comparación de medias se realizó mediante la prueba de diferencia mínima significativa (LSD), también llamado diseño factorial, donde un grupo de padres son usados como machos y un grupo diferente de padres son usados como hembras, además las esperanzas de los cuadrados medios de los machos y las hembras equivalen a la ACG y la de interacción machos x hembras equivale a la ACE (Hallauer y Miranda, 1981). Modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + H_j + (MH)_{ij} + E_{ijk}$$

$I = 1, 2, \dots, m$ (machos)

$J = 1, 2, \dots, h$ (hembras)

$K = 1, 2, \dots, n_{ij}$ (individuos dentro de cruzamientos)

μ = media común

M_i = efecto del i -ésimo macho

H_j = efecto de la j -ésima hembra

$(mh)_{ij}$ = efecto de la interacción del i -ésimo macho con la j -ésima hembra

E_{ijk} = efecto ambiental y efecto de las desviaciones genéticas remanentes, Cuadro de análisis de varianza

3.7 Aptitud combinatoria

La aptitud combinatoria se estimó con las siguientes ecuaciones:

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

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

Donde 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 la suma ambas proporcionan el valor de la varianza genética ($\sigma_G^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2$)

3.8 Componentes de varianza

A partir de los cuadrados medios del análisis de varianza se estimaron los componentes de varianza utilizando las siguientes fórmulas Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Análisis de varianza, Cuadrados medios y Esperanzas de los cuadrados medios bajo el Diseño Carolina del Norte I. Combinado de dos localidades 2007.

F.V.*	G.L.	C.M.	E.C.M
L	(l-1)	M ₉	
R /L	(r-1)l	M ₅	
M	(m-1)	M ₄	$\sigma_e^2 + r\sigma_{lxh/m}^2 + l\sigma_{rxh/m}^2 + rl\sigma_{h/m}^2 + hr\sigma_{lxm}^2 + rhl\sigma_m^2$
H/M	(h-1)m	M ₃	$\sigma_e^2 + r\sigma_{lxh/m}^2 + l\sigma_{rxh/m}^2 + rl\sigma_{h/m}^2$
L x M	(l-1)(m-1)	M ₂	$\sigma_e^2 + r\sigma_{lxh/m}^2 + h\sigma_{r/lxm}^2 + rh\sigma_{lxm}^2$
L x H/M	(l-1)(h-1)m	M ₁	$\sigma_e^2 + r\sigma_{lxh/m}^2$
Error	(r-1)l x (h-1)m	M ₀	σ_e^2
Total	rmhl-1		

FV= Fuentes de variación, GL.= Grados de libertad, CM= Cuadrados medios, E.C.M.= Esperanzas de los cuadrados medios, L= localidades, M= machos, H= hembras y R= repeticiones.

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

$$\sigma_{ACG}^2 = \frac{1}{2} \sigma_A^2$$

$$\sigma_A^2 = 2 \sigma_{ACG}^2$$

En donde:

σ_A^2 = varianza aditiva.

σ_{ACG}^2 = varianza de aptitud combinatoria general.

b) Varianza de dominancia: Es el equivalente de la varianza de aptitud combinatoria específica.

$$\sigma_{ACE}^2 = \sigma_D^2$$

En donde:

σ_{ACE}^2 = varianza de aptitud combinatoria específica.

σ_D^2 = varianza de dominancia.

c) Varianza genética.

$$\sigma_G^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2$$

d) Varianza del error.

$$\sigma_e^2 = (\text{CME})$$

e) Varianza fenotípica.

$$\sigma_P^2 = \sigma_e^2 + \sigma_G^2$$

Heredabilidad en sentido estricto (h^2)

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

Heredabilidad en sentido amplio (H^2)

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

Grado de dominancia (d).

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

IV .RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis estadísticos.

En el cuadro 4.1.1 se presentan los cuadrados medios del análisis de Varianza, lo cual muestran diferencias estadística ($P < 0.01$) para las fuentes de variación localidades para (RFV), (PHP), (PECH), (PESH), (PHE),(FM), (FF), (AE),(DE),(LE),(NHP) y (AP). Para el resto de las variables no hubo diferencia significativa la diferencia estadística ($P < 0.05$) fueron las variables.

Para la fuente de variación REP (LOC) diferencias estadística ($P < 0.01$) fue para las variables (FM), (FF) (DE), (LE), (NHP) y (AP) el resto de las variables no tuvieron significancia. Para machos las variables que Resultaron con alta significancia fueron (RFV), (PT), (PHP), (PECH), (PESH), (PHE), (FM), (AE), (DE), (NHE), (LE), (NHP), (AP) excepto para (FF) que tuvo significancia al ($P < 0.05$). Para la fuente de variación H (M) las variables que presentaron diferencia estadísticas ($P < 0.01$) fueron (PT), (PHE), (NHE) y (LE), y al ($P < 0.05$) para (PECH), (PESH) el resto de las variables no presentaron significancia.

Para L (M) las variables (PHP), (PHE), (AE), (LE), (NHP) y (AP) presentaron alta significancia estadística, las variables (FM) y (FF) fueron significativas al ($P < 0.05$) mientras que el resto de las variables no presentaron significancia

.Para la fuente de variación L*M*H ninguna variable tubo significancia estadística. El coeficiente de variación estuvo alto para las variables (PT), (PHP), (PECH) y (PESH) con valores de 30.5 %, 24.2%, 28%, 27.9% respectivamente, para el resto de las variables esta dentro del límite aceptable.

La media de rendimientos fue de 80.4 t ha⁻¹ para la variable (RFV),35.3 t ha⁻¹ Para (PT) ,14.9 t ha⁻¹ en (PHP), 30.1 t ha⁻¹ para (PECH),que son los principales componentes del rendimiento.

Cuadro 4.1.1 Cuadrados medios del análisis de varianza para 14 características evaluadas para rendimiento en forraje verde, combinado 2007.

FV	L	R(L)	M	H(M)	L*M	L*M*H	Error	Media	CV
GL	1	2	7	120	7	120	254		
RFV	56369**	1064	2208*	597	524	423	400	80.4	24
PT	38061	322	794**	168**	70	123	116	35.3	30.5
PHP	226**	32	41**	17	49**	11	13	14.9	24.2
PECH	881**	107	232**	107*	122	88	75	30.1	28
PESH	1505**	77	83**	41*	46	35	29	19.5	27.9
PHE	140**	51	167**	31**	76**	20	19	10	22
FM	53730**	65**	31**	14	23*	13	11	69	28
FF	56091**	139**	34*	16	28*	16	13	71.4	5.1
AE	14**	1.7**	1.03**	0.058	0.339**	0.034	0.05	0.975	22
DE	93**	0.383**	1.37**	0.49	0.67	0.31	0.34	4.5	13.9
NHE	0	1.69	50.23**	12.09**	0	0	6.7	15.2	17.1
LE	279**	18**	55**	7.5**	15**	5.3	4.4	19	10
NHP	730**	66**	26**	2.12	9.6**	1.53	2.03	13	10
AP	58**	2.19**	2.56**	0.14	0.579**	0.093	0.112	2.08	16

GL=Grados de libertad, RFV= Rendimiento de forraje verde, PT=Peso del tallo, PHP= Peso de hoja de planta, PECH= Peso del elote con hoja, PESH= Peso del elote sin hoja, PHE=Peso de la hoja del elote, FM=Floración masculina, FF= Floración femenina, AE= Altura del elote, NHE= Numero de hoja del elote, LE=Longitud del elote, NHP=Numero de hoja de la planta, AP= Altura de la planta, CV= Coeficiente de variación, **=(P< 0.01), *(P<0.05).

En el cuadro 4.1.2 se pueden apreciar los promedios de las 14 características evaluadas de líneas de maíz de acuerdo con el análisis genético y la diferencia mínima significativa (DMS) obtenida, se tiene que las más sobresalientes en cuanto a rendimiento de forraje verde (RFV) fueron: M6, M8, M1, M5 con valores de 88.84, 84.32, 83.26, 82.55 respectivamente. Lo cual nos muestra que fueron los más sobresalientes para ambas localidades mientras que los machos M3 y M2 fueron los que resultaron con valores más bajos.

En relación al peso del tallo (PT) tenemos al M6 con un valor de 39.73t ha⁻¹ indicando que tiene alta capacidad de rendimiento ,seguido de los machos M1 y M8 con valores de 38.02 y 37.98t ha⁻¹ , los que presentan valores más bajos son M3 y M2 con 29.2 y 31.83 t ha⁻¹ Para la variable peso de las hojas de la planta (PHP), también se puede observar que los machos M6, M1 y M8 con valores de 16.43, 15.36 y 15.27 t ha⁻¹ presentan los valores más sobresalientes, en cuanto a los que presentan valores más bajos son el M3, M2 con valores de

13.95 y 14.03 t ha⁻¹. Para la variable peso del elote con hoja (PECH) los progenitores M6, M4, M8 y M7 con valores de 32.47 t ha⁻¹, 31.82 t ha⁻¹, 31.07 t ha⁻¹ los que presentaron los valores más bajos fueron M3, M2 y M1. Para peso del elote sin hoja (PESH) los machos de mayor producción fueron M4, M5 y M1 22 t ha⁻¹, 20.2 t ha⁻¹, 19.71 t ha⁻¹ el resto de los machos presentaron valores muy bajos.

Para la variable peso de la hoja del elote (PHE) los machos con mayor valor fueron M6, M8 y M7, mientras que los más bajos fueron M3, M2 y M4. Para la floración masculina (FM) el M6 resultó más precoz y el más tardío fue M3. En floración femenina (FF) el más precoz fue M5, mientras que el más tardío fue el M6. El M4 fue el que tuvo mayor diámetro del elote (DE) y también las más sobresalientes en número de hoja del elote (NHE).

En la variable longitud del elote (LE) el mejor fue el M6 y también lo fue para número de hoja de planta (NHP), de igual forma la de mayor altura de la planta (AP) y altura del elote (AE). Características que están muy correlacionadas aún cuando estas correlaciones ya se han estado rompiendo al manejar genotipos más bajos con mayor resistencia al acame y a las densidades de población y más precoces, como lo reporta Reta et al. (2002).

Cuadro 4.1.2. Rendimientos y sus componentes de las líneas machos y hembras utilizadas en el presente trabajo.

P	RFV	PT	PHP	PECH	PESH	PHE	FM	FF	DE	NHE	LE	NHP	AP	AE
M1	83	38	15	29.8	19.7	10	70	72	4.6	14	20	13.8	2.2	1.1
M2	75	31.8	14	28.9	19.1	9.9	70	71	4.6	14	19	13.5	2	0.9
M3	70	29.2	14	26.4	18.4	8.2	71	72	4.2	15	19	12.7	1.9	0.8
M4	81	34.6	15	31.8	22	9.8	70	72	4.6	17	20	13.4	1.8	0.8
M5	83	36.7	15	30.9	20.2	11	69	71	4.6	15	19	13.1	2.1	1
M6	89	39.7	16	32.5	19.3	13	69	70	4.4	15	21	14.9	2.4	1.2
M7	79	34.3	14	30.1	19	11	70	71	4.5	16	18	13.6	2.1	1
M8	84	38	15	31.1	18.5	13	70	72	4.5	15	19	14	2.2	1
H1	70	29.6	13	26.8	19.8	7	67	68	4.7	16	20	13.4	2	0.9
H2	71	31.4	13	26.5	17.8	9	69	72	4.6	16	18	13.5	2	0.9
H3	84	36.3	15	32.1	19.9	12	70	72	4.4	16	20	14.2	2.1	0.9
H4	84	35.6	16	33.4	21.8	12	74	72	4.5	14	21	13.9	2.1	0.9
H5	88	40	15	32.7	20.9	12	70	72	4.3	15	19	13.5	2.1	1
H6	93	42.4	17	33.5	18.7	15	72	74	4.4	16	19	13.3	2.1	1
H7	79	36.3	14	28.4	18.3	11	69	70	4.5	15	19	13.3	2.1	1
H8	84	38.5	16	30	19.8	10	70	71	4.5	15	20	13.7	2.1	1

RFV= Rendimiento de forraje verde, PT=Peso del tallo, PHP= Peso de la hoja de la planta, PECH= Peso del elote con hoja, PESH= Peso del elote sin hoja, PHE= Peso de la hoja del elote, FM= Floración masculina, FF=Floración femenina, DE= Diámetro del elote, NHE=Numero de hoja del elote, LE=Longitud del elote, NHP=Numero de hoja de la planta, AP=Altura de la planta, AE=Altura del elote, Dms =Diferencia minima significativa. P = Padres.

También Rodríguez et al (2000) comenta que la altura de la planta influye en la producción de forraje verde y seco, y que se deberá buscar el tamaño adecuado a fin de mantener un equilibrio entre la producción de grano y el resto de la planta para no incrementar el contenido de fibras del forraje verde.

En el cuadro 4.1.3 de acuerdo al análisis estadístico realizado con el paquete SAS (SAS Institute, Inc.; SAS 1988) se presentan los promedios de de rendimiento en forraje verde (RFV) y de las 14 características agronómicas evaluadas en 128 cruzas de maíz, observándose que para rendimiento en forraje verde (RFV) se tienen valores que oscilan de de 110.32 t ha⁻¹ a 95.7 t ha⁻¹, la mas rendidora es la cruz 6x5 seguida de la 6x6 y 8x6 con valores de 110.32 t ha⁻¹, 107.95t ha⁻¹ y 105.86 t ha⁻¹ respectivamente, que son las que forman parte del grupo mas sobresaliente siendo iguales estadísticamente entres si.

En cuanto al peso del tallo (PT) encontramos valores de 51.78 t ha⁻¹ hasta 41.27 t ha⁻¹, las mas sobresalientes son las cruzas 6x6 6x5 y 1x8 con valores de 51.78, 51.0 y 49.15 t ha⁻¹. Para el peso de las hojas de las plantas (PHP) los valores observados de 21.28 t ha⁻¹ a 14.3 t ha⁻¹ y las mejores cruzas fueron 6x6 y 1x12. En la variable peso del elote con hoja (PECH) los valores que se presentan son de 40.88 t ha⁻¹ a 26.61 t ha⁻¹ siendo las mas sobresalientes 6x5, 1x6. En peso del elote sin hoja (PESH) las de mayor rendimiento fue 8x4 y 7x13, y en peso de hoja del elote (PHE) el valor mas alto es para 8x6 en tanto que la de valor mas bajo es 1x12.

En cuanto a floración masculina (FM) y la floración femenina con valores de 73 a 67 días siendo este el mas precoz. En diámetro del elote (DE) se tiene la cruz 1x16 que la de mayor valor, y en numero de hoja de elote (NHE) es 6x5, en tanto que para longitud del elote (LE), altura de la planta (AP) y altura del elote es 6x6. Para la variable (NHP) la mejor fue 6x3.

Cuadro 4.1.3. Rendimiento promedio de las 15 mejores cruzas en 14 características evaluadas, combinados de dos localidades, 2007.

F	RFV	PT	PHP	PECH	PESH	PHE	FM	FF	DE	NHE	LE	NHP	AP	AE
6x5	110.32	51	18.45	40.88	24.59	16.28	67.75	69.25	4.52	16.8	19.55	13.92	2.17	1
6x6	107.95	51.78	21.28	34.88	16.53	18.35	66.5	68.5	4.22	13.5	29.95	15.35	2.6	1.26
8x6	105.86	49.06	18.45	38.34	18.35	19.99	72.5	74.75	4.27	11.7	16.97	13.5	2.2	1.01
8x4	104.66	43.11	16.99	44.56	27.54	17.01	70.25	72.75	4.72	14	22.75	14.82	2.29	0.95
6x11	104.65	48.02	14.24	26.61	19.99	17.12	71.25	72.25	4.52	14.35	19.72	14.25	2.38	1.22
1x6	104.5	47.08	18.2	39.22	21.44	17.77	73.5	75	4.4	13.85	19.82	12.42	1.93	0.85
6x3	99.66	44.5	17.46	37.69	19.04	18.64	70.25	72.75	4.32	14.15	21.42	15.6	2.54	1.17
1x5	99.36	47.28	16.54	35.54	22.71	12.83	67.5	68.5	4.15	16.7	20.37	14.65	2.46	1.15
1x16	99.18	44.69	19.58	34.9	24.28	10.63	72	74	5.27	14.5	21.52	14.57	2.33	1.24
7x13	99.03	40.97	16.54	41.58	26.84	14.74	67.5	68.5	4.75	16.5	18.77	13.62	2.2	1.11
6x4	97.4	41.72	17.37	38.34	22.73	15.61	69.75	72	4.6	14.15	23.47	15.07	2.44	1.13
6x9	97.15	45.88	18.54	32.72	20.11	12.61	65.5	67.25	4.1	41.5	20.07	14.77	2.37	1.2
1x12	97.01	47.03	19.11	30.86	21.22	9.64	72	73.25	4.45	14.65	20.02	14.4	2.38	1.27
8x5	96.03	43.63	14.3	38.09	23.97	14.13	70.5	71.75	4.25	15.85	20.35	14.57	2.36	1
1x8	95.7	49.15	15.07	31.47	21.55	9.92	69.5	71.5	4.57	14.5	22.92	13.32	2.07	0.94

F= Final, RFV=Rendimiento de forraje verde, PT=Peso del tallo, PHP=Peso de la hoja de la planta, PHP=Peso de la hoja de la planta, PECH=Peso de elote con hoja, PESH=Peso del elote sin hoja, PHE=Peso de la hoja del elote, FM=Floración masculina, FF=Floración femenina, DE=Diámetro del elote, NHE=Numero de hoja del elote, LE=Longitud del elote, NHP=Numero de hoja de planta, AP=Altura de planta, AE=Altura del elote.

4.2. Efectos de aptitud combinatoria general y específica.

En el cuadro 4.2.1. encontramos las estimaciones de ACG de los padres machos y hembras para las variables estudiadas observándose que para rendimiento de de forraje verde (RFV), peso del tallo (PT) y peso de la hoja de planta (PHP) los progenitores machos M6, M8 y M1, fueron los que obtuvieron los valores de ACG mas elevados, en peso de del elote con hoja (PECH) fue M4, M6 y M8, estos progenitores fueron los que tuvieron mayor valor en los principales componentes de rendimiento.

En peso del elote sin hoja (PESH) es M4, M5 y M1. En tanto que en peso de hoja del elote (PHE) son M6, M8 y M7. Para floración masculina (FM) y floración femenina (FF) los machos que obtuvieron mayor valor de ACG fueron M3 M8 y

M1. La variable diámetro del elote (DE) el valor mas alto fue para M5, M1 y M7, y en número de hoja del elote (NHE) se presentaron el M4 y M7. Las variables longitud del elote (LE), numero de hoja de la planta (NHP), altura de planta (AP) y altura del elote (AE) los machos de mayor valor son M6 y M1. Generalmente los materiales mas tardíos y los mas altos 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 4.2.1. Aptitud Combinatoria General (ACG) para los machos y hembras utilizadas para evaluar las 14 características de maíz en dos localidades, combinado 2007.

P	RFV	PT	PHP	PECH	PESH	PHE	FM	FF	DE	NHE	LE	NHP	AP	AE
M1	2.77	2.72	0.46	-0.37	0.18	-0.47	0.49	0.61	0.06	-0.77	0.94	0.16	0.15	0.1
M2	-5.55	-3.47	-0.87	-1.3	-0.39	-0.89	-0.19	-0.37	0.1	-0.8	-0.31	-0.11	-0.12	-0.09
M3	-10.54	-6.1	-0.95	-3.79	-1.09	-2.54	0.77	0.52	-0.32	-0.56	-0.12	-0.93	-0.23	-0.17
M4	0.74	-0.68	-0.12	1.64	2.47	-0.96	0.27	0.46	0.14	1.79	0.64	-0.22	-0.25	-0.14
M5	2.06	1.41	0.02	0.73	0.67	0.14	-0.78	-0.96	0.08	0	-0.58	-0.49	0.01	0.07
M6	8.35	4.43	1.53	2.29	-0.18	2.54	-1.23	-1.21	-0.06	-0.32	1.33	1.28	0.34	0.2
M7	-1.66	-0.99	-0.46	-0.12	-0.55	0.31	0.06	-0.09	0.04	0.58	-1.56	-0.06	0.01	0.02
M8	3.83	2.68	0.37	0.89	-1.08	1.84	0.61	0.66	-0.03	-0.59	-0.31	0.35	0.11	0.03
H1	-11.04	-5.66	-2.01	-3.41	0.25	-3.78	-3.17	-3.71	0.15	0.68	0.52	-0.2	-0.07	-0.06
H2	-9.46	-3.88	-2.2	-3.68	-1.72	-1.75	-0.39	0.19	0.1	0.75	-0.88	-0.15	-0.11	-0.03
H3	3.18	0.96	0.38	1.95	0.36	1.46	0.2	0.38	-0.07	0.4	0.29	0.52	-0.01	-0.03
H4	3.95	0.25	0.57	3.23	2.23	0.88	4.67	0.79	-0.05	-1	1.77	0.27	0.04	0.04
H5	7.29	4.7	0.22	2.48	1.37	0.98	-0.01	0	-0.24	0.04	-0.57	-0.12	0.05	.007
H6	12.51	7.07	2.19	3.35	-0.86	4.09	2.02	2.32	-0.08	0.43	-0.73	-0.29	0	-0.01
H7	-1.18	0.95	-0.62	-1.81	-1.24	-0.02	-1.26	-1.34	-0.01	-0.62	-0.11	-0.33	0	-0.01
H8	3.62	3.23	0.64	-0.15	0.27	-0.54	0.33	-0.03	0	0	0.5	0.05	-0.01	0.06
H9	-1.9	-1.15	0.51	-1.15	-0.43	-42	0.11	-0.12	0.06	-0.06	-0.11	0.29	-0.03	0.02
H10	-2.51	-0.97	-0.24	-1.19	-0.27	-1.04	0.8	0.82	0.12	0.09	-0.97	0.24	0.06	0.08
H11	4.28	2.41	0.57	1.41	0.01	1.28	1.02	0.57	-0.1	-0.64	-0.54	0.29	0.18	0.09
H12	-4	-1.85	0.24	-2.28	-1.18	-1.22	1.49	1.41	-0.05	-0.1	0.22	0.02	0.04	0.1
H13	-2.54	-3.64	-0.29	1.1	1.14	0.12	-1.3	-1.4	0.05	0.27	0.57	-0.19	0.03	-.008
H14	-0.46	-0.19	-0.15	-0.03	-0.13	-0.02	0.3	0.07	0.08	-0.82	0.71	-0.06	0.05	0.04
H15	-0.6	-1.81	0.01	0.9	0.34	0.71	0.89	-0.87	-0.25	-0.99	-0.65	-0.01	-0.03	.007
H16	-1.17	-0.45	0.15	-0.77	-0.12	-0.77	0.08	0.16	0.33	0.24	0.07	-0.36	-0.15	0.03

P= Progenitores, RFV = Rendimiento de forraje verde, PT= Peso del tallo, PHP= Peso de la hoja de la planta, PECH= Peso del elote con hoja, PESH=Peso del elote sin hoja, PHE=Peso de la hoja del elote, FM=Floración masculina, FF= Floración femenina, DE= Diámetro del elote, NHE=Numero de hoja del elote, LE=Longitud del elote, NHP=Numero de hoja de la planta, AP= Altura de la planta, AE=Altura del elote. P= progenitores.

En el cuadro 4.2.2 se presentan los valores de la aptitud combinatoria específica (ACE), observándose que para rendimiento en forraje verde (RFV) las mejores cruzas son 7x13, 1x12 y 1x16 con valores de 22.74, 17.75 y 17.09, respectivamente; par peso del tallo (PT) se observa que las cruzas 1x12, 1x16 y 7x8, presentaron los mayores valores con 10.86, 7.12 y 7.9 respectivamente.

En cuanto a peso de hoja de la planta (PHP) las mejores fueron 1x16, 1x12 y 6x6 con valores de 4.07, 3.51y 1.8, en peso de del elote con hoja (PECH) las más sobresalientes fueron 7x13, 1x6, y 1x16. Para peso del elote sin hoja (PESH) tenemos 8x4 y 7x13, La variable peso de la hoja del elote (PHE) estas presentaron los valores más altos 7x13, 6x11 y 8x4. La floración masculina (FM) y floración femenina (FF) la cruz 6x3 fue la que tuvo el valor más elevados para ambas.

En diámetro de elote (DE) es 1x16, 6x5 y 6x4, y para número de hoja del elote (NHE) estas fueron las mejores 6x9 y 1x5. En cuanto a longitud del elote (LE) fueron las cruzas 6x6, 8x4 y para numero de hoja de planta (NHP) fue 1x5, 6x6 y 8x5. Con respecto a la altura de planta (AP) y altura del elote (AE) fue 1x16. Las líneas M6, M8 y H5, H4 son las que más intervienen en las cruzas sobresalientes, correspondiendo a las líneas con valores más alto de ACG concuerda con lo reportado por Altuna (2003) y de la cruz (2003).

Cuadro 4.2.2. Determinación de la aptitud combinatoria específicas ACE para 15 cruzas formadas. Combinado de dos localidades, 2007.

C	RFV	PT	PHP	PECH	PESH	PHE	FM	FF	DE	NHE	LE	NHP	AP	AE
6X5	14.9	6.57	1.8	5.39	3.89	1.99	-0.8	-1	0.32	1.88	-0.49	-0.87	-0.3	-0.2
6X6	6.6	4.98	2.66	-0.94	-1.94	0.95	-4.1	-4.1	-0.1	-1.81	10.1	0.73	0.18	0.11
8X6	9.03	4.01	0.99	3.92	0.76	3.29	0.11	0.31	-0.1	-3.34	-1.27	-0.19	0.01	0.03
8X4	16.4	4.88	1.15	10.26	6.86	3.52	-4.8	-0.2	0.3	0.39	2.01	0.57	0.06	0
6X11	11.5	5.88	-2.8	-7.27	0.65	2.53	1.7	1.43	0.18	0.11	-0.35	-0.95	-0.2	-0.1
1X6	8.73	1.99	0.65	6.06	2.59	3.38	1.23	0.61	-0.1	-1.01	0.33	-1.08	-0.3	-0.2
6X3	7.64	3.81	0.65	3.27	-0.65	3.87	1.52	2.12	-0.1	-1.13	0.52	0.17	0.13	0.03
1X5	8.81	4.65	0.96	3.25	1.63	1.55	-2.5	-3.6	-0.2	2.23	0.72	0.98	0.18	0.07
1X16	17.1	7.12	4.07	5.86	4.69	1.1	1.67	1.77	0.38	-0.17	1.23	-16.9	0.25	0.2
7X13	22.7	-36	2.39	10.42	6.72	3.54	-1	-1.5	0.16	0.45	0.48	0.24	0.08	0.13
6X4	4.61	1.74	0.37	2.64	1.17	1.42	-3.5	0.96	0.21	0.27	1.09	-0.11	-0	0.01
6X9	10.2	7.3	1.6	1.4	1.21	-0.3	-3.1	-2.9	-0.4	26.7	-0.43	-0.43	-0	0.01
1X12	17.8	10.86	3.51	3.33	2.69	0.56	0.26	-0.2	-0.1	0.32	-0.42	0.59	0.11	0.09
8X5	4.42	0.95	-1.2	4.54	4.15	0.54	0.14	-0.4	0.02	1.2	1.95	0.71	0.12	-0
1X8	8.82	7.9	-0.9	1.81	1.57	0.16	-1.1	-0.5	0.01	0.07	2.2	-0.52	-0.2	-0.2

RFV = Rendimiento de forraje verde, PT= Peso del tallo, PHP= Peso de la hoja de la planta, PECH= Peso del elote con hoja, PESH=Peso del elote sin hoja, PHE=Peso de la hoja del elote, FM=Floración masculina, FF= Floración femenina, DE= Diámetro del elote, NHE=Numero de hoja del elote, LE=Longitud del elote, NHP=Numero de hoja de la planta, AP= Altura de la planta, AE=Altura del elote. C = Cruzas

Las correlaciones entre rendimiento en forraje verde (FRV) y los principales componentes de rendimiento PT, PHP, PECH, PESH y PHE las correlaciones son altamente significativas por estar ampliamente relacionadas con el rendimiento, y en proporción significativa ($P < 0.05$), en NHP solo hubo correlación con el peso del tallo (PT) y con el numero de hojas del elote (NHE). Para altura de planta (AP) y AE la correlación fue altamente significativa al ($P < 0.01$), Lo que indica que la alta relación entre estas variables y el rendimiento. Para floración masculina (FM) tiene una correlación altamente significativa ($P < 0.01$) con floración femenina (FF) esto es debido a que regularmente la aparición de los estigmas receptivos se originan a la par con la aparición del polen en las espigas.

Cuadro 4.6 correlaciones de las 14 variables evaluadas para rendimiento en forraje verde combinado 2007.

	RFV	PT	PHP	PECH	PESH	PHE	FM	FF	DE	NHE	LE	NHP	AP	AE
RFV	1	0.92	0.81	0.82	0.7	0.62	0.39	0.39	0.39	0	0.37	0.47	0.49	0.43
PT		1	0.69	0.56	0.49	0.41	0.55	0.54	0.45	0	0.35	0.53	0.58	0.51
PHP			1	0.62	0.47	0.55	0.13	0.13	0.25	0	0.31	0.38	0.38	0.35
PECH				1	0.85	0.76	0.12	0.11	0.23	0	0.31	0.24	0.25	0.19
PESH					1	0.34	0.24	0.23	0.28	0	0.3	0.28	0.25	0.19
PHE						1	-0.08	-0.08	0.03	-0	0.16	0.08	0.11	0.08
FM							1	0.99	0.52	0	0.27	0.52	0.56	0.45
FF								1	0.52	0	0.26	0.51	0.55	0.44
DE									1	0	0.51	0.49	0.54	0.46
NHE										1	0.04	-0.01	-0.06	-0.04
LE											1	0.41	0.43	0.32
NHP												1	0.81	0.76
AP													1	0.87
AE														1

RFV = Rendimiento de forraje verde, PT= Peso del tallo, PHP= Peso de la hoja de la planta, PECH= Peso del elote con hoja, PESH=Peso del elote sin hoja, PHE=Peso de la hoja del elote, FM=Floración masculina, FF= Floración femenina, DE= Diámetro del elote, NHE=Numero de hoja del elote, LE=Longitud del elote, NHP=Numero de hoja de la planta, AP= Altura de la planta, AE=Altura del elote.

En el cuadro 4.2.4. Se presentan los componentes genéticos para cada una de las características evaluadas. La acción genética que predominó en las líneas progenitoras y su progenie fue la varianza de tipo aditivo sobre la varianza de dominancia con valores bastante altos, de acuerdo a lo establecido por 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 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 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 se pueden considerar como altos y el grado de dominancia muestra valores desde 0 hasta 2.38 lo que indica sobre dominancia para algunas de las variables principalmente para rendimiento en forraje verde (RFV) y la mayoría de sus componentes.

Existe una fuerte relación entre la varianza genética total y la varianza genotípica y también entre la varianza aditiva y la varianza fenotípica.

Cuadro 4.2.4. Componentes genéticos de varianza de las 14 variables agronómicas de maíz de 2 localidades Torreón Coahuila y Aguascalientes 2007.

	σ^2_P	σ^2_A	σ^2_D	σ^2_G	h^2	H^2	D
RFV	387.4	111.6	62.52	174.1	28.8	44.9	1.1
PT	115.9	41.94	3.77	45.72	36.2	32.4	0.4
PHP	11.52	1.9	3.85	5.76	16.5	50	2
PECH	46.76	8.97	9.33	18.31	19.2	39.2	1.4
PESH	15.72	3.08	1.34	4.43	19.6	28.2	0.9
PHE	26.17	9.22	1.85	11.08	35.2	42.3	0.6
FM	4.88	1.11	-0.39	0.72	22.8	14.7	0
FF	5.5	1.17	-0.48	0.69	21.4	12.5	0
DE	0.332	0.065	0.109	0.175	19.8	52.7	1.8
NHE	16.91	3.13	8.95	12.09	18.6	71.5	2.4
LE	6.56	3.11	-0.94	2.18	47.5	33.2	0
NHP	2.82	1.6	-1.01	0.59	56.7	20.9	0
AP	0.23	0.15	-0.1	0.05	64.5	20.9	0
AE	0.09	0.06	-0.04	0.02	62.7	20.1	0

σ^2_P = Varianza fenotípica, σ^2_A =Varianza aditiva, σ^2_D =Varianza de dominancia, σ^2_G =Varianza genotípica = Heredabilidad en sentido estricto H^2 = Heredabilidad en sentido amplio, d = Grado de dominancia, RFV=Rendimiento de forraje verde, PT=Peso del tallo, PHP=Peso de la hoja de la planta, PECH=Peso del elote con hoja, PESH=Peso del elote sin hoja, PHE=Peso de la hoja del elote, FM=Floración masculina, FF=Floración femenina, DE=Diámetro del elote, NHE=Numero de hoja del elote, LE=Longitud del elote, NHP=Numero de hoja de la planta, AP=Altura de la planta, AE=Altura del elote.

4.2.5 Correlación

En el cuadro 4.8 se presentan los valores de las correlaciones entre los diversos parámetro genéticos, observando que la mas importante es la varianza aditiva relacionándose de manera altamente significativa con la varianza genética y fenotípica ya que estas representan casi el 100% de la varianza aditiva. También existe una alta correlación entre la varianza de dominancia y la varianza genética ya que la primera forma parte de la segunda, la Heredabilidad en sentido amplio y estricto no correlacionan significativamente con ninguna otra y para las demás no hubo correlación entre ellas.

Cuadro 4.2.5. Coeficientes de correlación entre parámetros genéticos.

σ^2P	σ^2A	σ^2D	σ^2G	h^2	H^2	d
σ^2P 1	0.96	0.96	0.99	-0.12	0.21	0.11
σ^2A	1	0.94	0.99	-0.09	0.19	0.07
σ^2D		1	0.97	-0.18	0.31	0.24
σ^2G			1	-0.12	0.24	0.14
h^2				1	-0.47	-0.68
H^2					1	0.90
d						1

σ^2P =Varianza fenotípica, σ^2A =Varianza aditiva σ^2D =Varianza de dominancia σ^2G =Varianza genética, h = Heredabilidad en sentido estricto, H^2 = Heredabilidad en sentido amplio y d = grado de dominancia.

V .CONCLUSIONES

Las líneas más sobresalientes fueron M6 LB-40. Con origen de formación en INIFAP-B40, M8; CML-311 CIMMYT, Pob500S89500 F2-2-2-2-B*5, M5; L B-32. La cual esta identificada con la genealogía H-353-245-6-10, M4; L-AN 388P. Línea enana, con hojas anchas y suculentas generada a partir de la F3 del híbrido AN-388. Son las que participan más en cuanto a rendimiento de forraje verde.

Para ACG las líneas mas sobresalientes fueron LB-40, CML-311 y L-AN-447 fueron las que resultaron con alta significancia en comparación con todas las demás líneas y no significativo en todas las demás características.

Para los efectos de Aptitud combinatoria especifica (ACE) las mejores cruzas fueron la 7x13, 1x12 y 1x16 el resto tuvieron valores diferentes contrario a la hipótesis nula por lo que es rechazada.

Las mejores cruzas por su alto rendimiento de forraje son la LB-40 X CML-264, la LB-40 X CML-254 y CML-311 X CML-254, con rendimientos de 110.3 t ha⁻¹, 107.9t ha⁻¹ y 105.8 t ha⁻¹ respectivamente en forraje verde.

Las líneas progenitoras y su progenie hibrida en varianza aditiva mostró un valor mas alto de (111.59 y 41.94) sobre la varianza de dominancia para RFV y PT. En las variables PHP y PECH la varianza de dominancia tuvo mayor valor que la aditiva y en el resto de las variables la varianza aditiva predomino por lo que se reflejo en el grado de dominancia que fue parcial en la mayoría de las variables excepto para RFV, PHP, PECH, DE y NHE.

VI .RESUMEN

Se evaluaron 128 cruzas de 24 líneas de maíz, siete (7) provienen del programa de mejoramiento de UAAA-UL, 4 líneas del INIFAP y 13 líneas CIMMYT. Con la finalidad de seleccionar los genotipos mas sobresalientes en producción de forraje y con características agronómicas. El experimento se realizo en el campo experimental de la (UAAAN-UL) y en el ejido El Niágara del estado de Aguascalientes bajo un diseño en bloques al azar con dos repeticiones, la parcela experimental fue de 2 surcos de 2 m de largo y 0.75 m entre surco, a seis plantas por metro, para una población aproximada de 85 mil plantas por hectárea. Se evaluaron además de rendimiento de forraje verde (RFV), se cuantifico el rendimiento de tallo (PT), hoja (PHP), elote con hoja (PECH) de elote sin hoja (PESH) y la hoja del elote (PHE), además Floración masculina (FM) y femenina (FF), Diámetro (DE), Numero de hoja (NHE) y Longitud del elote; (LE) Numero de hojas (NHP), Altura de la planta (AP) y del elote (AE). El análisis estadístico se hizo con el paquete SAS (SAS Institute, Inc.; SAS.B. 1988). Los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y especifica (ACE) se determinó con el diseño Carolina del Norte II, (Comstock y Robinson, 1948). Las líneas mas sobresalientes fue M6 con el mayor rendimiento en forraje verde y la mas sobresaliente en peso del tallo (PT), peso de las hojas de la planta (PHP), numero de hoja de elote (NHE), longitud del elote (LE), numero de hoja de la planta (NHP) y altura de de la planta (AP). En las cruzas de mayor rendimiento en forraje verde fueron: la 6x5, 6x6 y 8x6 con 110.32, 107.95 y 105.86 t ha⁻¹ respectivamente. Para peso del tallo (PT) y PHP las cruzas mas sobresalientes fueron 6x6 con 51.18 y 21.28t ha⁻¹. La heredabilidad en sentido estricto y amplio para RFV fue de 28.8 y 44.9 respectivamente. El mayor grado de dominancia se presentó en RFV, PHP, PECH, DE y NHE.

Palabras clave: Maiz, híbridos simples, aptitud combinatoria general (ACG), aptitud combinatoria especifica (ACE), parámetros genéticos

VII BIBLIOGRAFIA

- Allard, RW, (1980). Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.
- Amador RAL, y Boschini FC, (2000). Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. *Agronomía Mesoamericana* 11(1) 171-177.
- Chávez A J L, (1994). Mejoramiento de plantas 2, métodos específicos de plantas alogamas. Editorial trillas, S.A. de CV. 50 p.
- Chávez A J L, López E, (1995). Mejoramiento de plantas 1. UAAAN. México. 158 p.
- Clark PW, Kelm S, Endres M I, (2002). Effect of feeding a corn hybrid selected for leafiness as silage or grain to lactating dairy cattle. *J. dairy Sci.* 85: 607-612
- Dudley JW, RH Moll, (1969). Interpretation and use of Estimates of Heritability and Genetic Variances in plant Breeding. *Crop Science* 257-262 p
- Falconer DS. (1985) Introducción a la Genética Cuantitativa. CECOSA. México. 135 p.
- 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 RE, Palomo GA, Espinoza BA, De La Cruz LE (2002). Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en La Comarca Lagunera, México. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 25 (3) 271-277
- Hallauer AR, JB Miranda F (1981). Quantitative Genetics in Maize Breeding lowastate University Prees, Ames, Iowa PP. 337-402
- Johnson J C R N, Gates G L, Newton J P, Wilson LD, Chandler, P R Utley, (1997). Yield, composition and in vitro digestibility of temperate and tropical corn hybrids grow as silage crops planted in summer. *J Dairy Sci* 80:550-557
- Jungenheimer W R, (1985). Maíz. Variedades mejoradas, método de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA. México. P. 841

- Márquez S F (1988) Genotecnia vegetal. Métodos, teoría, resultados. Tomo II Primera edición. Editorial AGTESA México pp. 563-665
- Martínez G A, (1975). diseño y análisis de los experimentos de cruza dialélicas. CEC-CP-ENA. Chapingo, México. 229 p
- Núñez H G, Contreras G F E, Faz C.R, Herrera S R (1999). Selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje. INIFAP-CIAN-CAELALA, 52 p
- Núñez H G, E F Contreras G. R Faz C (2003) Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. Tec ECU .Mex .41:37- 48 p.
- 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 Mexico. *small Rumin. Res.*, 25:142-148.
- Reta S D G, Carrillo A J S, Gaytan M A, Cueto W J A, (2001). Sistemas de productividad para incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz en la Comarca Lagunera. CELALA- CCIRCO-INIFAP; CENID-RASPA-INIFAP. P 21
- Reyes Castañeda Pedro (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 EM Mendoza, J JG Bolaños (2000). Caracteres de importancia para fitomejoramiento del maíz para ensilaje. Memorias del XVIII Congreso Nacional de fitomejoramiento. 148p
- Sprague G F, And L A Tatum, (1942). General vs specific combining ability in single crosses of corn. *J. Am. Soc. Agron.*