

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**“ANTONIO NARRO”**  
**UNIDAD LAGUNA**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECÍFICA**  
**EN DOS GRUPOS DE LÍNEAS DE MAÍZ Y SUS**  
**CRUZAS PARA FORRAJE**

**POR:**

**LUIS ANTONIO ROSALES SERRANO**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

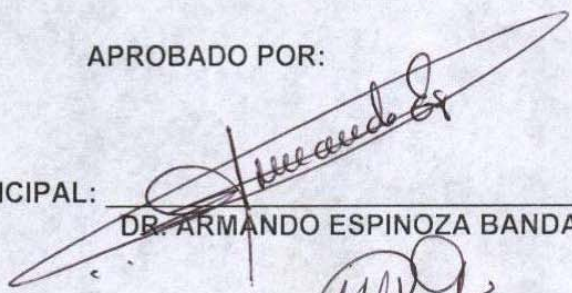
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. LUIS ANTONIO ROSALES SERRANO ELABORADO BAJO  
LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y  
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:


INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

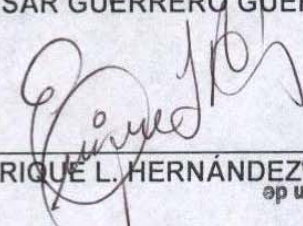
ASESOR:

  
DR. ARTURO PALOMO GIL

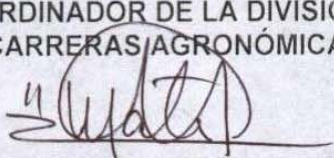
ASESOR:

  
DR. CESAR GUERRERO GUERRERO

ASESOR:

  
ING. ENRIQUE L. HERNÁNDEZ TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS

  
MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

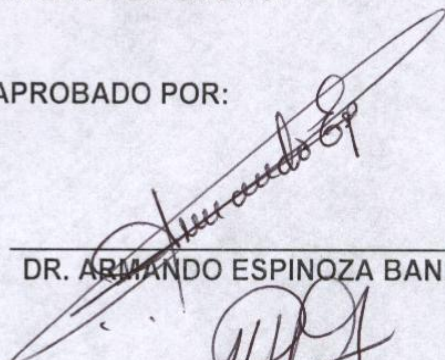
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. LUIS ANTONIO ROSALES SERRANO SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR Y APROBADA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

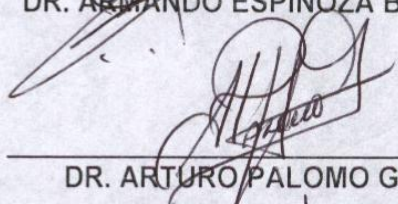
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

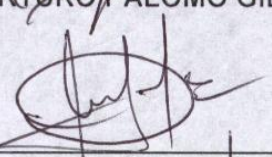
PRESIDENTE:

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

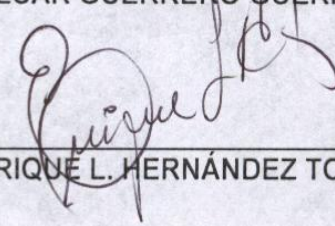
VOCAL:

  
DR. ARTURO PALOMO GIL

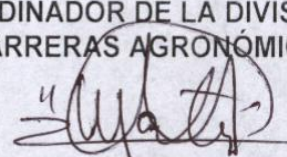
VOCAL:

  
DR. CÉSAR GUERRERO GUERRERO

VOCAL SUPLENTE:

  
ING. ENRIQUE L. HERNÁNDEZ TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS

  
MC. VÍCTOR MARTINEZ CUETO



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

## *AGRADECIMIENTOS*

### *A DIOS*

*Por darme la oportunidad de vivir y prepararme en una etapa más de mi vida; por cuidarme día y noche en todos los momentos y por darme la fuerza necesaria para salir adelante ante toda situación que se me presento tanto en mi carrera como en mi vida y por brindarme una estupenda familia que me apoyo en todo momento.*

### *A MI ALMA TERRA MATER*

*Que me abrigo con sabiduría y conocimientos durante mi estancia en esta institución, permitiendo la oportunidad de realizarme como profesionista y persona.*

### *A MIS ASESORES*

*Dr. Armando Espinoza Banda, Dr. César Guerrero Guerrero, Dr. Arturo Palomo Gil, Ing. Leopoldo E. Hernández Torres, por brindarme su confianza y contribuir en mi formación profesional y en la culminación de este proyecto.*

### *A MIS MAESTROS*

*Por transmitirme sus conocimientos y ayudar en la preparación académica, atendiendo con paciencia y dedicación a la resolución de mis dudas; por orientarme a realizar las cosas de buena forma para ser una persona de bien.*

### *A MIS AMIGOS*

*Ing. Jesús Granados Escudero, Tlaloc Cruz Toledo, y de mas compañeros que me acompañaron de una u otra forma dentro de la universidad, por brindarme su apoyo y amistad en los momentos buenos y malos, y por aprender de cada uno de ellos en cada situación durante esta estancia.  
¡Gracias!*

## *DEDICATORIAS*

*A Mis Padres:*

*Armando Rosales Castro  
Y  
María Dolores Serrano Herrera*

*Quienes con su apoyo incondicional, confianza, consejos, pero sobre todo por su amor, me dieron la oportunidad de seguir realizando mis estudios y terminar mi carrera sin importarles los esfuerzos y sacrificios que hicieron para poder concluir esta etapa de mi vida.*

*¡MUCHAS GRACIAS!*

# INDICE

|  |            |
|--|------------|
| <b>RESUMEN .....</b>                               | <b>IVV</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                           | <b>1</b>   |
| OBJETIVOS.....                                     | 3          |
| HIPÓTESIS.....                                     | 3          |
| META.....  | 3          |
| <b>REVISION DE LITERATURA.....</b>                 | <b>4</b>   |
| 2.1 EL MAÍZ COMO CULTIVO FORRAJERO .....           | 4          |
| 2.2 HÍBRIDO.....                                   | 5          |
| 2.2.1 <i>Híbrido Simple</i> .....                  | 6          |
| 2.2.2 <i>Híbrido Triple</i> .....                  | 6          |
| 2.2.3 <i>Híbrido Doble</i> .....                   | 6          |
| 2.3 APTITUD COMBINATORIA.....                      | 7          |
| 2.3.1 <i>Aptitud combinatoria general</i> .....    | 8          |
| 2.3.2 <i>Aptitud combinatoria específica</i> ..... | 8          |
| 2.4 HEREDABILIDAD .....                            | 9          |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                | <b>11</b>  |
| <b>4. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>             | <b>15</b>  |
| <b>5. CONCLUSIONES .....</b>                       | <b>21</b>  |
| <b>6. LITERATURA CITADA .....</b>                  | <b>22</b>  |

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es estimar los efectos de aptitud combinatoria general y específica en dos grupos de líneas y sus cruzas. El trabajo se llevó a cabo en el campo experimental de la UAAAN-UL y en el ejido El Niágara, Ags., en el año 2007. Las cruzas se formaron en un diseño II de Carolina Norte generando sus 40 cruzas las cuales se evaluaron en un diseño bloques completos al azar y 2 repeticiones. La parcela experimental se hizo utilizando dos surcos de dos metros de longitud y de 0.75 m de distancia entre surcos. Se cuantificó desde rendimiento de forraje verde (RFV), peso del tallo (PT), peso de las hojas de la planta (PHP), peso del elote con hojas (PECH), diámetro del elote (DE), longitud del elote (LE) y altura de planta (AP). El análisis de varianza mostró diferencias significativas para machos en longitud del elote (LE) y altura de planta (AP) y en hembras mostró diferencias significativas en rendimiento de forraje verde (RFV), peso del tallo (PT), peso de las hojas de la planta (PHP), longitud del elote (LE) y altura de planta (AP) y no significativo para machos por hembra (M\*H). El tipo de acción génica más importante fue la aditiva. Los progenitores con mayor aptitud combinatoria general (ACG) fueron M1 (L-AN 447), H3 (CML-254 Pob21), H1(CML-319) , H5 (CML-273 Pob43) y H6 (CML-247 Pool24) en rendimiento de forraje verde (RFV). Las cruzas con mayor aptitud combinatoria específica (ACE) fueron 1x2 (L-AN 447 x CML-264 Pob21), 3x6 (L-AN 123 x CML-247 Pool24), 1x8 (L-AN 447 x CML-278 Pob43) y 2x2 (L-AN 130 x CML-264 Pob21) en rendimiento de forraje verde (RFV).

**Palabras Clave:** acción génica, aditiva, rendimiento de forraje verde, machos, diseño genético.

## 1. INTRODUCCIÓN

El maíz se cultiva en aproximadamente 140 millones de hectáreas en todo el mundo: 97 millones de hectáreas en los países en desarrollo, 34 en los países industrializados, y 9 en Europa oriental y en la ex Unión Soviética. Constituye el alimento básico de varios cientos de millones de personas en el mundo en desarrollo, en el este y el sur de África, el habitante promedio consume 80 kg de maíz cada año; en México, América Central y el Caribe, es de 170 kg, asimismo, en el este de Asia la utilización anual de maíz per cápita es de 100 kg en promedio (Rodríguez y De León 2008).

Las variedades de polinización libre ocupan un lugar importante en la cultura del maíz en los países en desarrollo, en cambio, en los países industrializados, casi el 100% de la superficie dedicada al maíz se siembra con híbridos (Paliwal 2001).

El mejoramiento genético es un proceso continuo en la formación de nuevas variedades e híbridos comerciales; el conocimiento de los diversos tipos de acción génica y la importancia de estos en la determinación de caracteres de interés, es básico para lograr avances rápidos en un programa destinado a la obtención de híbridos (De la Cruz *et al.* 2003, Gutiérrez *et al.* 2002).

Cuando se está interesado en el mejoramiento de los híbridos resultantes del cruzamiento entre individuos de dos poblaciones, se recomienda conocer el comportamiento genético de las características de importancia económica de cada población, para elegir la estrategia de selección que permita obtener híbridos con mayores ventajas agronómicas. Con la idea central de identificar una alternativa que mejore el comportamiento de los híbridos derivados del cruzamiento entre líneas pertenecientes a los grupos tropical



húmedo y del trópico seco de México, en este trabajo, se planeó hacer un diseño genético de apareamiento entre líneas endogámicos de cada grupo, con el objeto de obtener información teórica de los efectos genéticos y estar en posibilidad de elegir los mejores híbridos (Chávez 1995).

La decisión de qué diseño genético se deba emplear para conocer algunas propiedades genéticas de la población de interés estará en función de los objetivos de la investigación. Por norma se debe optar por elegir el más práctico y sencillo, asegurando que proporcione la información requerida (Hallauer y Miranda, 1988). Al respecto existen varias propuestas, entre las que destacan los diseños I, II y III de Carolina del Norte, generados por (Comstock y Robinson 1948) citados por (Márquez 1991). Para este trabajo, se decidió utilizar el diseño II de Carolina del Norte con efectos fijos, por hacer cruzamientos entre dos poblaciones diferentes propuesto por (Comstock y Robinson 1948), y se ha utilizado con éxito en la estimación de los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de los individuos empleados como progenitores, y los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de la progenie evaluada. El objetivo principal fue estimar los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) de las líneas y sus cruzas, así como su caracterización para rendimiento y sus componentes, que nos permitan identificar híbridos simples de maíz para producción de forraje verde en el norte de México.

## **Objetivos**

- Estimar los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de los progenitores y aptitud combinatoria específica (ACE) para cruzas.
- Identificar los mejores híbridos simples con base al comportamiento de las cruzas de las líneas.

## **Hipótesis**

Ho1: Las cruzas simples formadas con líneas elite de rendimiento de forraje verde presentan igual ACE y rendimiento en las diferentes características agronómicas evaluadas.

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

Ho2: Las cruzas simples formadas con líneas elite de rendimiento de forraje verde presentan diferente ACE y rendimiento en las diferentes características agronómicas evaluadas.

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

## **Meta**

- Seleccionar al menos tres híbridos de maíz con mayor producción de forraje verde.

## **2. REVISION 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 m<sup>3</sup> 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 (Anónimo 2007), sin embargo, de acuerdo a Reta et al., (2001), 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., 2003.)

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<sup>-1</sup> 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, García 2004).

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<sup>-1</sup> de forraje fresco y 24 t ha<sup>-1</sup> 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 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, 1999).

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 (De La Loma, 1954).

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

**2.2.1 Híbrido Simple.** Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla de híbridos F1 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.

**2.2.2 Híbrido Triple.** Se forma con tres líneas autofecundadas, es decir son el resultado de un cruzamiento entre una crusa simple y una línea autofecundada.

La crusa simple como hembra y la línea como un macho. Con frecuencia se puede obtener mayores rendimientos con una crusa triple que con una doble, aunque las plantas de una crusa triple no son tan uniformes como las de una crusa simple.

**2.2.3 Híbrido Doble.** El híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir es la progenie híbrida obtenida de una crusa entre dos cruza simples, los híbridos dobles no son tan uniformes como las cruza simples, por lo que presentan mayor viabilidad; es importante señalar que una crusa 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.

### **2.3 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 cruce específica.

### **2.3.1 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 cruces.

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 prometedoros.

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

### **2.3.2 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 cruzas simples entre ellos. Se cruzan 10 o más de los clones originales con progenies de cruzas sobresalientes, para formar cruzas simples en todas las combinaciones posibles (también se llama a este cruzamiento dialelo).

Se compara el comportamiento de los progenies de las cruzas simples, para determinar la aptitud combinatoria específica (ACE) de los clones.

## **2.4 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 está 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.

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

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

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

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en dos partes, primero se formaron las cruzas en el ciclo agrícola primavera verano del año 2006, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, (UAAANUL) localizado geográficamente entre los paralelos 24° 30' y 27° LN y los meridianos 102° y 104° 40" LO, con 1,150 msnm y un clima seco, caluroso, con temperatura media anual de 20 - 22 °C, precipitaciones escasas, con deficiencia de lluvias en todas sus estaciones y una precipitación media anual de 300 mm, con régimen de lluvias en los meses de septiembre, octubre y noviembre, los vientos dominantes son alisios en dirección Sur, con velocidades de 27- 44 Km hr<sup>-1</sup>. La evaluación de las cruzas se realizó en el año 2007 en dos localidades, una localidad fue el campo experimental de la UAAANUL durante el ciclo de primavera y durante el ciclo de verano, la segunda localidad fue el ejido El Niágara, Municipio de Aguascalientes, Ags. durante el ciclo de primavera. El Ejido Niágara se ubica en la región occidental de la Altiplanicie Mexicana, en las coordenadas 21° 53" de latitud norte, 102° 18" de longitud oeste con altura de 1,870 metros sobre el nivel del mar, el clima es semiárido, con temperatura media anual de 17 °C, las temperaturas más altas se registran en los meses de abril, mayo y junio, y

las más bajas en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. La precipitación pluvial es de 526 mm al año, con lluvias abundantes en verano y poca intensidad el resto del año. Los vientos dominantes son alisios en dirección Sur Este - Nor Oeste durante el verano y parte del otoño (INEGI 2008).

El material genético estudiado fueron dos grupos de líneas endogámicas: el primero, utilizado como progenitores macho, estuvo formado por cuatro líneas cuyo origen proviene de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), las cuales se caracterizan por su adaptación a los climas del trópico seco, resistencia a plagas y resistencia a altas temperaturas ambientales (IMM 2000). El segundo grupo, lo formaron 10 líneas provenientes del Centro Internacional del Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), las cuales se caracterizan por su adaptación al clima tropical húmedo, tolerancia al estrés de factores bióticos como resistencia a enfermedades y resistencia a la sequía (CIMMYT 1999):

M1; L-AN 447. Línea de 8 autofecundaciones, derivada de generaciones avanzadas del híbrido AN-447, con buena adaptabilidad.

M2; L-AN 130. Se derivó de la cuarta generación de la cruce de H-507 x Celaya 2.

M3; L-AN 123. Formada a partir de una población criolla de la Región de los Altos, Mpio. de Concepción, Jalisco, que posee precocidad y tolerancia a sequía.

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

H1; CML-319 CIMMYT. RecyW89(Cr.Arg/CIM.ShPINPH)6-3-2-4-B-B.

H2; CML-264 Pob21 CIMMYT, POB21C5F219-3-1-B-\_\_ -8-1-3-BBB-f.

H3; CML-254 Pob21 CIMMYT, TUXSEQ-149-2-BBB-\_\_-1-BB-F.

H4; CML-313 CIMMYT, Pob501c0F6-3-3-2-1-B-B.

H5; CML-273 Pob43 CIMMYT, (ACT643\*43F7)-2-3-2-1-bb-F.

H6; CML-247 Pool24 CIMMYT, (G24F119\*G24F54)-6-4-1-1-BB-f.

H7; CML-271 Pob29 CIMMYT, pob29stec1hc25-6-4-1-\_-BBB-F.

H8; CML-278 Pob43 CIMMYT, DMANTES8043-53-1-1-b-\_\_-1-BB-f.

H9; CML-315 CIMMYT, Pob500P500c0F246-4-1-2-2-B\*3.

H10; CML-318 Recy W87[B810(66)S3/G24S2]-B-8-1-1-3-B\*4

La siembra se realizó el 21 de junio de manera manual, utilizando 2 surcos de 2 m de longitud por parcela con distancia entre surcos de 0.75 m, se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con dos repeticiones. Treinta días después de la emergencia se aclareo dejando 6 plantas por metro lineal y 16.6 cm entre plantas, para obtener una densidad de población de 80 000 plantas por hectárea. Se aplicó la fórmula de fertilización 200 N, 90 P y 00 K, en dos etapas: el 50 % de N y el total de P en el momento de surcar y el resto en la escarda a los 42 días después de la siembra. Se aplicaron cuatro riegos, por gravedad; uno de presembrado y tres de auxilio procurando que las plantas no sufrieran por estrés durante las etapas del cultivo. El control de maleza fue manual; se dieron dos deshierbes antes de la escarda y tres después del aporcado del cultivo.

Las plagas que se presentaron fueron el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la pulga negra (*Chaetocnema pulicaria*), la primera se controló aplicando el insecticida Decís (Deltametrina), con dosis de 1.0 L ha<sup>-1</sup> y en el caso de la pulga negra se utilizó Lorsban (Insecticida organofosforado) a 1.0

L ha<sup>-1</sup>. La cosecha se hizo a los 116 días después de la siembra, cuando el grano se encontraba en estado lechoso, se tomaron tres plantas por parcela, primero se procedió a medir la altura de la planta, luego, se separaron los tres componentes principales del rendimiento en forraje verde y se pesaron por separado: el tallo con la espiga, las hojas de la planta y el elote con hojas. Después se procedió a tomar las medidas del diámetro del elote y longitud del elote, luego se procedió a sacar el promedio por planta en cada una de las características. Las variables evaluadas fueron: rendimiento en forraje verde (RFV), peso del tallo (PT), peso de las hojas de la planta (PHP), peso del elote con hojas (PECH), diámetro del elote (DE), longitud del elote (LE), altura de planta (AP). El análisis genético se realizó con el diseño II de apareamiento Carolina del Norte (Comstock y Robinson 1948) con efectos fijos, cuyo modelo lineal es:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + H_j + \Phi_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde,  $i=1,2,\dots,m$  (machos);  $j=1,2,\dots,h$  (hembras);  $k=1,2,\dots,r$  (rep);  $Y_{ijk}$ = observación de la cruce entre el  $i$ -esimo macho y la  $j$ -esima hembra en la  $k$ -esima repetición;  $\mu$ = Media general;  $M_i$  y  $H_j$  = Efecto del  $i$ -esimo macho y  $j$ -esima hembra;  $\Phi_{ij}$ = Efecto de la interacción del  $i$ -esimo macho con la  $j$ -esima hembra;  $\epsilon_{ijk}$ = error experimental. La estimación de los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para los machos y hembras, y la aptitud combinatoria específica (ACE) para las cruces, se hizo según la propuesta de (Sprague y Tatum 1942), donde:  $g_i = \bar{Y}_{.i} - \bar{Y}_{..}$   $g_j = \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}$

$S_{ij} = Y_{ij} - g_i - g_j - \bar{Y}_{...}$ , y  $g_i$ ,  $g_j$  y  $S_{ij}$  son los efectos de ACG y ACE, respectivamente, para los  $i$ -machos, las  $j$ -hembras y sus  $i j$  cruces;  $\bar{Y}_{.i}$  y  $\bar{Y}_{.j}$

son las medias de los machos y las hembras,  $Y_{ij}$  es el valor de la cruce  $ij$  y  $\bar{Y}_{..}$  es la media general de todas las  $ij$  cruces.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de los cuadrados medios para localidades en el análisis de varianza estimados usando el diseño II de Carolina del Norte (Comstock y Robinson 1948) con efectos fijos, muestran diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) en peso del elote con hojas (PECH), diámetro del elote (DE) y altura de planta (AP). Para la fuente de variación machos por grupo (M/G), en longitud del elote (LE) y la altura de la planta (AP) hubo significancia al ( $p \leq 0.01$ ) y para hembras por grupo (H/G), en rendimiento de forraje verde (RFV), peso del tallo (PT), peso de las hojas de la planta (PHP) y longitud del elote (LE) resulto significancia de ( $p \leq 0.05$ ), mientras que para la altura de la planta (AP) fue ( $p \leq 0.01$ ). El comportamiento de los machos por grupo en las diferentes localidades (M/G\*L), solo la altura de la planta (AP) presento significancia al ( $p \leq 0.05$ ), las hembras en las diferentes localidades (H/G\*L) en el peso del elote con hojas (PECH) y altura de planta presentaron significancia al ( $p \leq 0.05$ ). el comportamiento de las cruces en los diferentes ambientes evaluadas (M\*H\*L), presento significancia estadística ( $p \leq 0.05$ ) solo en altura de planta (AP), la media general para el rendimiento de forraje verde (RFV) fue  $94.72 \text{ t ha}^{-1}$ . Los coeficientes de variación (CV), oscilaron entre 11.3 y 20.5 %, correspondiendo a (AP) y (PECH) respectivamente, por lo que se considera que estan dentro de los limites aceptables, por ser un trabajo realizado en dos ambientes diferentes.

**Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza con el diseño II de Carolina del Norte en dos localidades, UAAAN-UL Torreón, Coahuila y Aguascalientes, Ags.**

| F.V      | G.L | RFV<br>t ha <sup>-1</sup> | PT<br>t ha <sup>-1</sup> | PHP<br>t ha <sup>-1</sup> | PECH<br>t ha <sup>-1</sup> | DE<br>cm | LE<br>cm | AP<br>m |
|----------|-----|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------|----------|---------|
| L        | 1   | 2402.7                    | 7.0                      | 3.2                       | 2320.4**                   | 1.6*     | 0.2      | 1.1**   |
| R(L)     | 2   | 4265.9**                  | 852.8*                   | 138.6**                   | 620.6**                    | 0.4      | 9.7      | 0.9**   |
| G(R)     | 3   | 2077.1*                   | 647.9*                   | 69.9**                    | 214.1                      | 0.5      | 8.5      | 1.1**   |
| M(G)     | 3   | 951.1                     | 456.3                    | 16.8                      | 186.5                      | 0.8      | 41.6**   | 1.1**   |
| H(G)     | 19  | 1103.3*                   | 335.3*                   | 27.3*                     | 150.5                      | 0.3      | 11.3*    | 0.2**   |
| M*H(G)   | 17  | 490.5                     | 149.1                    | 16.2                      | 94.7                       | 0.3      | 5.3      | 0.01    |
| L*M(G)   | 3   | 508.6                     | 148.9                    | 32.3                      | 95.0                       | 0.2      | 3.6      | 0.1*    |
| L*H(G)   | 19  | 832.4                     | 196.2                    | 15.7                      | 181.9*                     | 0.2      | 5.3      | 0.1**   |
| L*M*H(G) | 17  | 688.2                     | 200.2                    | 11.6                      | 109.9                      | 0.3      | 3.2      | 0.1**   |
| Media    |     | 94.72                     | 44.26                    | 15.67                     | 34.79                      | 4.85     | 20.81    | 2.29    |
| C.V.     |     | 19.18                     | 21.03                    | 18.46                     | 19.44                      | 11.45    | 11.77    | 6.13    |

(FV = Fuentes de variación, GL = Grados de libertad, RFV = rendimiento en forraje verde, PT = peso del tallo, PHP = peso de las hojas de la planta, PECH = peso del elote con hojas, DE = diámetro del elote, LE = longitud del elote, AP= altura de planta, CV= coeficiente de variación, \* = (P ≤ 0.05), \*\* = (P ≤ 0.01)).

El comportamiento medio de las líneas progenitoras macho, mostró que M1

(L-AN-447) y M4 (L-AN-388P) integraron el grupo con los valores

estadísticamente superiores para la mayoría de las variables (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Comportamiento promedio de rendimiento en forraje verde en t ha<sup>-1</sup> de las líneas endogámicas de maíz usadas como machos, para siete características agronómicas. Combinado de dos localidades, Torreón Coah y Aguascalientes Ags. México, 2007.**

|              | RFV    | PT    | PHP   | PECH  | DE   | LE    | AP   |
|--------------|--------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| M1           | 101.24 | 49.20 | 16.32 | 35.72 | 4.92 | 21.76 | 2.49 |
| M2           | 91.72  | 43.27 | 15.05 | 33.40 | 4.89 | 19.49 | 2.29 |
| M3           | 90.35  | 41.56 | 16.13 | 32.66 | 4.65 | 20.54 | 2.30 |
| M4           | 95.56  | 43.01 | 15.18 | 37.37 | 4.96 | 21.44 | 2.10 |
| DMS (p≤0.05) | 69.39  | 48.06 | 9.22  | 30.73 | 2.00 | 14.52 | 2.31 |

Para las hembras, H1 (CML-319), H3 (CML-254) y H5 (CML-273) resultaron con los valores promedio más altos en los principales componentes del rendimiento (Cuadro 3), lo que muestra que casi todos los componentes

contribuyeron al rendimiento, información que indica uniformidad en el comportamiento de los genotipos evaluados en forma de cruzas para los componentes del rendimiento, aunque existe una tendencia generalizada de la mayoría de los componentes a participar en la expresión del rendimiento de forraje verde (López 2003). Los promedios de rendimiento en forraje verde (RFV) y sus componentes de las 15 mejores cruzas (M\*H/G), se pueden observar en el cuadro 4, donde se encontró que fluctúan entre 130.3 y 100.3 t ha<sup>-1</sup>, valores que al promediarse dan una media de rendimiento en forraje verde igual a 115.3 t ha<sup>-1</sup>. Las cruzas 1x2, 3x6 y 1x9 son las que resultaron con los valores promedio del rendimiento en forraje verde más altos con 130.3, 116.2 y 114.4 t ha<sup>-1</sup>, también lo fueron para la mayoría de las variables evaluadas.

Cuadro 3. Comportamiento promedio de rendimiento en forraje verde en t ha<sup>-1</sup> de las líneas endogámicas de maíz usadas como hembras, para siete características agronómicas. Combinado de dos localidades, Torreón Coah y Aguascalientes Ags. México, 2007.

|              | RFV    | PT    | PHP   | PECH  | DE   | LE    | AP   |
|--------------|--------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| H1           | 101.18 | 47.48 | 16.92 | 36.77 | 4.82 | 21.69 | 2.32 |
| H2           | 95.22  | 45.51 | 16.15 | 33.56 | 4.68 | 20.02 | 2.36 |
| H3           | 103.49 | 48.26 | 17.55 | 37.69 | 4.89 | 20.76 | 2.22 |
| H4           | 89.98  | 41.77 | 13.60 | 34.61 | 4.88 | 20.72 | 2.28 |
| H5           | 100.72 | 45.99 | 16.80 | 37.94 | 4.95 | 21.17 | 2.27 |
| H6           | 97.12  | 46.10 | 16.38 | 34.64 | 4.94 | 20.51 | 2.31 |
| H7           | 86.58  | 39.80 | 14.54 | 32.24 | 4.77 | 19.30 | 2.29 |
| H8           | 83.13  | 39.94 | 13.52 | 29.67 | 4.86 | 20.01 | 2.33 |
| H9           | 96.42  | 46.70 | 15.56 | 34.16 | 4.83 | 21.29 | 2.31 |
| H10          | 93.37  | 41.07 | 15.70 | 36.60 | 4.93 | 22.63 | 2.26 |
| DMS (p≤0.05) | 49.16  | 27.10 | 7.73  | 18.16 | 0.76 | 4.97  | 0.58 |



En el promedio de rendimiento en forraje verde, se observó, una amplia variación entre las medias de las cruzas para todas las variables en estudio, en donde se presentan los resultados de las 15 mejores cruzas en base al rendimiento de forraje verde (RFV). Las cruzas 1x2, 3x6, 1x9, 4x1, 1x5 son las que obtuvieron los mayores rendimientos en forraje verde, también presentan valores altos para el resto de las variables, que son los principales componentes del rendimiento. (Cuadro 5). En cuanto a la variable peso del tallo (PT) sobresalen seis cruzas, en el peso de las hojas de la planta (PHP) cinco cruzas, y en el peso del elote con hojas (PECH) sobresalen cuatro. En cuanto a las variables relacionadas con el elote de la planta; para diámetro del elote (DE) solo siete cruzas forman parte del grupo sobresaliente, para longitud del elote (LE), 13 de las 15 cruzas son las más sobresalientes.

Cuadro 4. Promedios de rendimiento en forraje verde en t ha<sup>-1</sup>, de las 15 mejores cruzas de maíz para siete características agronómicas evaluadas. Combinado de dos localidades, Torreón Coah y Aguascalientes Ags. México, 2007.

| CRUZA | RFV    | PT    | PHP   | PECH  | DE   | LE    | AP   |
|-------|--------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| 1X2   | 130.35 | 64.83 | 20.06 | 45.46 | 5.20 | 22.90 | 2.78 |
| 3X6   | 116.17 | 53.58 | 20.50 | 42.09 | 4.70 | 20.93 | 2.48 |
| 1X9   | 114.43 | 61.17 | 19.33 | 33.93 | 4.78 | 22.45 | 2.61 |
| 4X1   | 113.52 | 48.88 | 17.46 | 47.18 | 4.93 | 22.43 | 2.17 |
| 1X5   | 112.96 | 52.82 | 17.85 | 42.30 | 5.08 | 23.13 | 2.35 |
| 1X8   | 112.24 | 60.77 | 16.05 | 35.42 | 4.88 | 19.30 | 2.66 |
| 2X2   | 111.58 | 55.10 | 16.57 | 39.91 | 5.08 | 20.38 | 2.43 |
| 3X3   | 110.79 | 50.99 | 19.91 | 39.90 | 4.88 | 20.83 | 2.29 |
| 2X5   | 104.16 | 49.47 | 18.99 | 35.71 | 4.63 | 19.23 | 2.30 |
| 3X1   | 103.17 | 49.00 | 19.03 | 35.14 | 4.73 | 21.48 | 2.08 |
| 1X3   | 102.59 | 48.61 | 17.48 | 36.50 | 4.80 | 20.43 | 2.30 |
| 4X9   | 101.17 | 49.61 | 14.20 | 37.36 | 5.08 | 22.00 | 2.10 |
| 4X10  | 100.52 | 44.51 | 15.39 | 40.62 | 5.00 | 22.38 | 2.02 |
| 2X3   | 100.33 | 47.41 | 16.18 | 36.75 | 5.00 | 20.70 | 2.35 |

|              |        |       |       |       |      |       |      |
|--------------|--------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| 4X3          | 100.26 | 46.05 | 16.63 | 37.59 | 4.88 | 21.10 | 1.93 |
| DMS (p≤0.05) | 27.24  | 15.02 | 4.95  | 11.97 | 0.63 | 2.83  | 0.01 |

En los efectos significativos de ACG de las líneas progenitoras macho, resaltan M1 y M4 con 6.5 y 0.8, valores positivos y significativos. El M1 para todas las variables evaluadas, en tanto que M4 para RFV, PECH, DE y LE (Cuadro 5). Respecto a las hembras, resaltan H3 (CML-254), H1 (CML-319) y H5 (CML-273) con valores de 8.8, 6.5 y 6.0 respectivamente para RFV, la H3 resulto con valores positivos para todas las variables excepto para LE y AP, la H1 también, excepto para DE y la H5 también, excepto para AP. De acuerdo a los valores observados se observan combinaciones específicas donde participan los machos M1 y M4, con líneas hembras H3, H1 y H5.

Cuadro 5. Aptitud Combinatoria General (ACG) de líneas de maíz usadas como machos y hembras para rendimiento de forraje verde, en siete características evaluadas. Combinado de dos localidades, Torreón Coah y Aguascalientes Ags. México, 2007.

|    | RFV    | PT     | PHP    | PECH   | DE    | LE    | AP    |
|----|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| M1 | 6.52** | 4.94** | 0.65*  | 0.93   | 0.07  | 0.95* | 0.20* |
| M2 | -3.00  | -0.99  | -0.62  | -1.39  | 0.04  | -1.32 | 0.01  |
| M3 | -4.37  | -2.70  | 0.46*  | -2.13  | -0.20 | -0.27 | 0.01  |
| M4 | 0.84   | -1.25  | -0.49  | 2.58** | 0.11* | 0.63  | -0.19 |
| H1 | 6.46** | 3.22** | 1.25** | 1.98*  | -0.03 | 0.88* | 0.03  |
| H2 | 0.50   | 1.25   | 0.48*  | -1.23  | -0.17 | -0.79 | 0.07  |
| H3 | 8.77** | 4.00** | 1.88** | 2.90** | 0.04  | -0.05 | -0.07 |
| H4 | -4.74  | -2.49  | -2.07  | -0.18  | 0.03  | -0.09 | -0.01 |
| H5 | 6.00** | 1.73*  | 1.13** | 3.15** | 0.10* | 0.36  | -0.02 |
| H6 | 2.40*  | 1.84*  | 0.71*  | -0.15  | 0.09  | -0.30 | 0.02  |
| H7 | -8.14  | -4.46  | -1.13  | -2.55  | -0.08 | -1.51 | 0.01  |
| H8 | -11.59 | -4.32  | -2.15  | -5.12  | 0.01  | -0.80 | 0.04  |
| H9 | 1.70   | 2.44*  | -0.11  | -0.63  | -0.02 | 0.48  | 0.02  |

|     |       |       |      |       |      |       |       |
|-----|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| H10 | -1.35 | -3.19 | 0.03 | 1.81* | 0.08 | 1.82* | -0.03 |
|-----|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|

**\*,\*\* Son valores positivos mayores de cero. M = Machos, H = Hembras, AP = altura de planta, RFV = rendimiento en forraje verde, PT = peso del tallo, PHP = peso de las hojas de la planta, PECH = peso del elote con hojas, DE = diámetro del elote, LE = longitud del elote.**

Los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) se presentan en el (Cuadro 6), donde se observó, que solamente las variables RFV, PT y PECH presentaron diferencias significativas. Dentro de las mejores 15 cruzas presentadas, las cruzas 1x2, 3x6, 1x8 y 2x2 para RFV, formaron al grupo estadísticamente superior al ( $p \leq 0.01$ ), las cruzas 1x2, 1x8 y 1x9 fueron para la variable PT al ( $p \leq 0.01$ ), las cruzas 1x9, 1x2 y 2x5 tuvieron significancia al ( $p \leq 0.01$ ) para PHP, para PECH las cruzas 1x2, 4x1 y 2x2, para DE las cruzas 1x2, 2x2 y 3x3 se incluyen en el grupo superior al ( $p \leq 0.05$ ), en LE resultaron la 1x2, 2x2 y 1x5 al ( $p \leq 0.05$ ), para AP la 1x2, 3x6 y 1x8 son las de mayor contribución al ( $p \leq 0.05$ ).

**Cuadro 6. Aptitud combinatoria específica (ACE) de las 15 mejores cruzas de maíz según su capacidad de rendimiento en forraje verde, para siete características agronómicas evaluadas. Combinado de dos localidades, Torreón Coah y Aguascalientes Ags. México, 2007.**

| CRUZA | RFV     | PT      | PHP    | PECH    | DE    | LE     | AP    |
|-------|---------|---------|--------|---------|-------|--------|-------|
| 1X2   | 28.61** | 14.38** | 3.26** | 10.97** | 0.45* | 1.93** | 0.22* |
| 3X6   | 23.42** | 10.18** | 3.66** | 9.58**  | -0.04 | 0.69   | 0.16* |
| 1X9   | 11.49   | 9.53*   | 3.12** | -1.16   | -0.12 | 0.21   | 0.10  |
| 4X1   | 11.50   | 2.65    | 1.03   | 7.83**  | 0.00  | 0.11   | 0.04  |
| 1X5   | 5.72    | 1.89    | 0.40   | 3.43*   | 0.06  | 1.01   | -0.12 |
| 1X8   | 22.59** | 15.89** | 1.88*  | 4.82*   | -0.05 | -1.66  | 0.13  |
| 2X2   | 19.36*  | 10.58** | 1.04   | 7.74**  | 0.36* | 1.68** | 0.07  |
| 3X3   | 11.67   | 5.43    | 1.90*  | 4.34*   | 0.19  | 0.34   | 0.06  |
| 2X5   | 6.44    | 4.47    | 2.81** | -0.84   | -0.36 | -0.62  | 0.03  |
| 3X1   | 6.36    | 4.22    | 1.65*  | 0.50    | 0.11  | 0.06   | -0.25 |

|      |       |       |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1X3  | -7.42 | -4.59 | -0.72 | -2.12 | -0.16 | -1.28 | -0.12 |
| 4X9  | 3.91  | 4.16  | -0.87 | 0.62  | 0.14  | 0.08  | -0.02 |
| 4X10 | 6.31  | 4.69  | 0.18  | 1.44  | -0.04 | -0.88 | -0.05 |
| 2X3  | -0.16 | 0.14  | -0.75 | 0.45  | 0.07  | 1.26* | 0.13  |
| 4X3  | -4.07 | -0.96 | -0.43 | -2.68 | -0.12 | -0.29 | -0.10 |

---

**AP = altura de planta, RFV = rendimiento en forraje verde, PT = peso del tallo, PHP = peso de las hojas de la planta, PECH = peso del elote con hojas, DE = diámetro del elote y LE = longitud del elote. (\* =  $P \leq 0.05$ , \*\* =  $P \leq 0.01$ ).**

## 5. CONCLUSIONES

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para los genotipos evaluados, lo que confirma la variación genética que existe entre los dos grupos de líneas provenientes de diferentes poblaciones de origen. Destacan cinco de las 15 cruzas que mostraron los rendimientos de forraje verde más altos y estadísticamente iguales entre sí, 1x2 (L-AN-447 X CML-264), 3x6 (L-AN-123 X CML 247), 1x9 (L-AN-447 X CML 315), 4x1 (L-AN-447 X CML-319 y 1x5 (L-AN-447 X CML-273), con valores de 130.35, 116.17, 114.43, 113.52 y 112.96 t ha<sup>-1</sup>.

Los progenitores con mayor ACG fueron M1 (L-AN-447) con 6.52, M4 (L-AN-388P) con 0.84, H3 (CML-254) con 8.8, H1 (CML-319) con 6.5 y H5 (CML-273) con 6.0. por sus valores positivos para rendimiento de forraje verde y los principales componentes de rendimiento. Las cruzas de mayor ACE fueron 1x2 (L-AN-447 x CML-264), 3x6 (L-AN-123 x CML-247) y 1x8 (L-AN 447 x CML-278), con valores de 28.6, 23.42, 22.59 .

Los resultados de los dos grupos de líneas manifiestan la diversidad genética que existe entre los genotipos evaluados, dejando de manifiesto

que los progenitores macho M1 y M4 cuyo origen es la UAAAN-UL, hacen buena combinación con algunas líneas hembras del CIMMYT como H3, H1 y H5 de climas tropical y subtropical.

## 6. LITERATURA CITADA

Allard, RW, (1980). Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.

Anónimo (2007) Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera. Fichas por Estado. SAGARPA. Avances reportados de siembras y cosechas, superficie sembrada y cosechada, rendimientos y producción.

[http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar\\_comfichados.html](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comfichados.html). 14 de noviembre de 2005.

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 Araujo J L (1995) Mejoramiento de Plantas 1. Segunda Edición. Ed. Trillas. México. 136 pp.

CIMMYT (1999) Maize Inbred Lines Released by CIMMYT. A compilation of 424 CIMMYT maize lines (CMLs) CML1-CML424. First draft.

Comstock R E, H F Robinson (1948) The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics* 4:254-266.

De la Cruz L E, R E Gutiérrez, G A Palomo, H S Rodríguez (2003) Aptitud combinatoria y heterosis de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. Rev. Fitotec. Mex. 26 (4): 279-284.

De la Loma J L (1954) Genética general aplicada. UTEHA. México segunda edición. 427 p.

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. CECSA. México. 135 p.

García B A E (2004) ¿Porque sembrar maíz?. In: Tonalli centli tiempo del maíz (Ed). Sinergia rural S.A. de C.V. México D. F. pp: 10-18.

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

Gutiérrez R E, G A palomo, B A Espinoza, E Lázaro (2002) Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de línea de maíz en la Comarca Lagunera. Revista Fitotecnia Mexicana. 25:271-277.

Hallauer R A, F O Miranda (1988) Quantitative Genetics in Maize Breeding. The Iowa State University Press Ames, Iowa, 50010. First Edition 468 p.

INEGI. 2008. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Atlas Nacional Interactivo de México. Estado de Coahuila. Estado de Aguascalientes. <http://www.inegi.org.mx>

Jungenheimer W R, (1985). Maíz. Variedades mejoradas, método de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA. México. P. 841

L. J. Stadler (1949) The Gene. Science 19 November : Vol. 120 no. 3125 pp. 811-819

López L M (2003) El cultivo de maíz en México y la contribución del fitomejorador para favorecer la autosuficiencia. Revista Mexicana de Agronegocios. Año VII, vol. 12. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. México. Pp: 596-605.

Márquez S F (1988) Genotecnia vegetal. Métodos, teoría, resultados. Tomo II Primera edición. Editorial AGTESA México pp. 563-665

Márquez S F (1991) Geotecnia vegetal. Métodos y Teoría. Tomo III. AGT Editor. S. A. México. 227 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.

Núñez H G, G F E Contreras, C R Faz, S R Herrera (1999) Selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje. INIFAP-CIAN-CAELALA, 52 p.

Paliwal R L (2001) Consideraciones generales sobre el mejoramiento del maíz en los trópicos. Colección FAO. Producción y protección vegetal. 28 pp: 1-7.

Peña R A, C González, H G Núñez (2003) Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. Téc. Pecu. México. 40: 215-228.

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-RASPAINIFAP.

P 21

Reyes Castañeda Pedro (1985). Diseños de experimentos aplicados. Cuarta reimpresión. Editorial Trillas. México. P 125.

Rodríguez M R, C León (2008) El cultivo del maíz. Temas selectos. Colegio de Postgraduados. Mundi-Prensa. México. 127 p.

Sprague G F, And L A Tatum, (1942). General vs specific combining ability in single crosses of corn. *J. Am. Soc. Agron.*