

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



**EVALUACIÓN DE MESTIZOS DE MAÍZ PROVENIENTES DEL
CIMMYT - CINVESTAV**

POR

ANAYELI HERNÁNDEZ PANTOJA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREON, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2010

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DE LA C. ANAYELI HERNÁNDEZ PANTOJA ELABORADA BAJO LA SUPERVISION DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR:

APROBADA POR:

Asesor Principal:



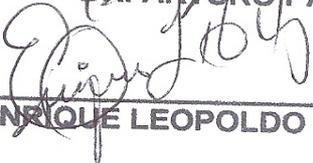
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

Asesor:



DR. ARTURO PALOMO GIL

Asesor:



ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNANDEZ TORRES

Asesor:



DR. MISAEL LÓPEZ LOZANO

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2010

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

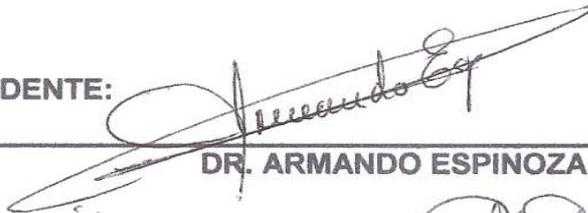
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DE LA C. ANAYELI HERNÁNDEZ PANTOJA ELABORADA BAJO LA SUPERVISION DEL H. JURADO EXAMINADOR Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ EXAMINADOR

PRESIDENTE:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL:



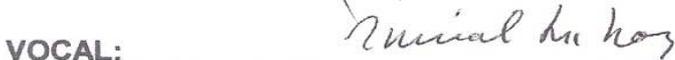
DR. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL:



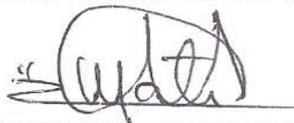
ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNANDEZ TORRES

VOCAL:



DR. MISAEL LÓPEZ LOZANO

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2010

DEDICATORIAS

A DIOS

Por darme la oportunidad de existir y disfrutar de este bello momento tan significativo en mi vida y darme la fuerza necesaria para salir adelante ante toda situación que se me presentó, tanto en mi carrera como en mi vida y por brindarme una familia maravillosa.

A MIS PADRES

Bernarda Pantoja Hernández

y

Lazaro Hernández Simón

A ustedes por darme la vida y porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos más grandes de mi vida, fruto de su inmenso amor y confianza que en mí se depositó y con lo cual he logrado terminar mis estudios profesionales y que les agradeceré eternamente.

¡Mil gracias por quererme tanto los AMO, son lo mejor que tengo en mi vida y le agradezco a DIOS por tenerlos conmigo!

Con todo mi cariño y respeto.

A MIS HERMANOS

Abigail Hernández Pantoja

Areli Hernández Pantoja

Misael Hernández Pantoja

A ustedes mil gracias por su cariño, comprensión, confianza y sobre todo por su apoyo incondicional y por darme ánimos de salir siempre adelante y porque son lo mejor que tengo en la vida, que DIOS los bendiga siempre los quiero muchísimo.

A MI TIO

MACARIO PANTOJA HERNANDEZ (†)

A mi tío que en paz descanse.

A ti mil gracias por ser la mejor persona en mi vida, por todos los consejos brindados mientras estuviste conmigo, por esa fuerza y ese coraje que siempre mostraste ante la vida de salir adelante y lograr superarte, por ser un gran ejemplo y sobre todo por quererme tanto, porque a pesar de que ya no estás con nosotros tu recuerdo siempre vivirá en nuestros corazones, se que todos tus esfuerzos y sacrificios siempre fueron para darnos la oportunidad de vivir mejor, te agradezco todo lo que hiciste por mi y por mi familia, te quiero mucho TIO querido que DIOS te cuide siempre.

A TODA MI FAMILIA

A MIS ABUELOS

Con mucho cariño a mi abuelo Julián y mi abuelita Margarita, gracias por quererme mucho. Y a mis otros abuelos que aunque ya no están conmigo, les agradezco haberme dado al mejor papá del mundo mil gracias.

A TODOS MIS TIOS Y TIAS

A todos ustedes mil gracias por todo su cariño, su confianza, comprensión y sobre todo por su gran ejemplo que me servirá para salir siempre adelante y a mis tías gracias por quererme siempre.

A MIS PRIMOS Y PRIMAS

A ustedes mil gracias por quererme mucho y por todo el cariño brindado.

A MIS AMIGOS

Ene, Gera, Armando, Herminio y a mi cuñadito Epi, gracias por su cariño y confianza.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por permitirme existir y lograr uno de mis más grandes sueños en mi vida y estar conmigo en todo momento por que con su fortaleza he logrado superar los tropiezos de la vida y a salir de ellos siempre, gracias por estar conmigo siempre.

A mi querida “Alma Terra Mater” con mucho cariño a mi Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna por cobijarme durante mi estancia, por haberme permitido cumplir mi sueño de terminar una carrera profesional, por los conocimientos invaluableles que me llevo de ti, y por inculcarme grandes principios, siempre te llevare en mi corazón, gracias por permitirme ser parte de ti.

Con un gran respeto y admiración al Dr. Armando Espinoza Banda, a usted por haberme brindado su confianza y apoyo, para poder llevar a cabo este trabajo y darle finalización y por compartir parte de sus conocimientos conmigo, le agradezco enormemente su paciencia, su entusiasmo que siempre me brindo y por todo lo que hizo usted por mí durante mi estancia en esta escuela, mil gracias por todo y que DIOS lo cuide y proteja siempre.

A Mis asesores y personas que formaron parte de este trabajo.

Dr. Armando Espinoza Banda

Doctor Arturo Palomo Gil

Ing. Leopoldo E. Hernández Torres

Dr. Misael López Lozano

Y a la Doctora Oralia Antuna Grijalva

A ustedes gracias por su apoyo brindado para la culminación de este trabajo.

Al Dr. Axel Tiessen investigador del CINVESTAV, por haber proporcionado el material genético del presente trabajo.

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT) por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de tesis con material proveniente de este centro de investigación.

*A mis **Maestros**, a ustedes gracias por ser parte primordial para la culminación de mis estudios y por compartir sus conocimientos conmigo.*

*A mis **compañeros de tesis**, Calixto, Belén, Patricio, Jesús, Rigo, Geremias, Moni y demás personas, gracias a ustedes por ayudarme para la realización de este trabajo siempre los recordare.*

*A mis **amigos**, por haber compartido su cariño, confianza durante el curso de la carrera profesional, Medi, Roselín, Francisco, Jehú, Nati, Manuel, a todos ustedes gracias por los momentos hermosos que pasamos juntos y por su apoyo incondicional y por darme la oportunidad de conocerlos y que DIOS los cuide y proteja donde quiera que estén, siempre los recordare y los llevare en mi corazón.*

A mis compañeras de grupo, Abelina, Fida, Magdalena, Mayra, a ustedes gracias por los buenos momentos que pasamos juntas.

*A todos mis **compañeros del grupo**, a ustedes muchas gracias por compartir parte de su vida conmigo y de alguna manera agradecerles a cada uno de ustedes los momentos felices que pasamos juntos, que DIOS los cuide y proteja siempre a donde quiera que estén, ¡SIEMPRE LOS RECORDARE!*

Y a aquellas personas con las que compartí gran parte de mi estancia en esta escuela, Raquel, Mari y Lucí, a ustedes gracias por los momentos alegres que pasamos juntas, siempre las recordare niñas lindas.

Y a todas aquellas personas que confiaron en mí siempre, con mucho cariño y respeto.

INDICE GENERAL

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE GENERAL	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Metas.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Probador.....	4
2.2 Mestizos	5
2.3 Aptitud Combinatoria	7
2.4 Aptitud combinatoria General	7
III. MATERIALES Y METÓDOS.....	9
3.1 Área de trabajo	9
3.1.1 Localización geográfica	9
3.2 Diseño experimental.....	9
3.3 Material genético	9
3.4 Manejo agronómico	12
3.4.1 Preparación del terreno	12
3.4.2 Siembra	12
3.4.3 Aclareo de plantas.....	13
3.4.4 Fertilización	13
3.4.5 Riegos	13
3.4.6 Control de plagas	13
3.4.7 Control de maleza	14
3.4.8 Cosecha	14
3.5 Características evaluadas	14
3.5.1 Días transcurridos a la floración femenina (FF).....	14
3.5.2 Días transcurridos a la floración masculina (FM)	15
3.5.3 Altura de planta (AP)	15
3.5.4 Altura de mazorca (AM).....	15
3.5.5 Acame de tallo (ACT)	15

3.5.6 Número de plantas (NPTA)	15
3.5.7 Numero de mazorcas (NMZ)	16
3.5.8 Aspecto de planta (ASP)	16
3.5.9 Stay green (SG)	16
3.5.10 Diámetro de mazorca (DM)	16
3.5.11 Longitud de mazorca (LM).....	16
3.5.12 Cobertura de mazorca (Cob).....	17
3.5.13 Rendimiento de mazorca (RMZ)	17
3.5.14 Rendimiento de grano (RMG)	17
3.6 Análisis estadístico	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1. Análisis de Varianza	19
4.2. Variables.....	21
4.2.1. Floración femenina (FF) y Floración masculina (FM)	21
4.2.2. Altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM)	21
4.2.3. Acame de tallo (ACT)	22
4.2.4. Numero de mazorcas (NMZ)	23
4.2.5. Aspecto de planta (AsP).....	23
4.2.6. Stay Green (SG).....	23
4.2.7. Cobertura de mazorca (Cob).....	24
4.2.8. Diámetro de mazorca (DM)	24
4.2.9. Longitud de mazorca (LM).....	25
4.2.10. Rendimiento de mazorcas (RMZ).....	25
4.2.11. Rendimiento de grano (RG)	25
4.3 Aptitud combinatoria general	26
4.5. Correlación fenotípica.....	30
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. BIBLIOGRAFIA.....	32
VII. APÉNDICE.....	37

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 3.1. Origen de 47 mestizos formados con el probador CML-495, 2009.	10
Cuadro 3.2. Origen de 39 mestizos formados con el probador CML-496, 2009.	11
Cuadro 3.3. Relación de testigos utilizados en la evaluación de 86 mestizos 2009.....	12
Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de 13 características agronómicas en 86 mestizos. UAAAN-UL 2009.	20
Cuadro 4.2. Mestizos y testigos (t) con mejor rendimiento de grano (RG) 2009.	28
Cuadro 4.3. Aptitud combinatoria general con el probador CML-495.	29
Cuadro 4.4. Aptitud combinatoria general con el probador CML-496.	29
Cuadro 4.5 correlaciones fenotípicas de 13 variables agronómicas evaluadas	30

RESUMEN

El objetivo del presente experimento fue evaluar el comportamiento agronómico de 86 mestizos y 14 testigos en condiciones de riego en la Comarca Lagunera. El origen del material genético lo proporcionó el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el CINVESTAV. La siembra se realizó en marzo del 2009, en un diseño alfa látice con dos repeticiones. La parcela experimental fue de un surco de 5 metros a 0.75m y 0.20m entre surcos y plantas respectivamente. Se cuantificó la Floración Femenina (FF) y masculina (FM) Altura de Planta (AP) y mazorca (AM), Acame de Tallo (AC), Número de Mazorca (NMZ), Aspecto de planta (ASP), Stay Green (SG), Cobertura (COB), Diámetro (DM), Longitud (LM) y Rendimiento de Mazorca (RMZ) y Rendimiento de Grano (RMG). Se detectó una gran variación entre los mestizos evaluados a causa de los dos probadores y la variación implícita de los 14 testigos. Los tratamientos fueron diferentes para FM, FF, NMZ, AM, DM, LM, SG, COB, RMZ y RG. Sobresalen doce mestizos por su producción y ACG, donde corresponden ocho y cinco de los probadores CML495 y CML496 respectivamente. Correlacionaron alta, positiva y significativamente, FM y FF; así mismo el NMZ con RMZ y RG, lo que ratifica la importancia de esta variable en el rendimiento.

Palabras clave: Rendimiento de grano, Mestizos, Probadores, Stay Green.

I. INTRODUCCIÓN

En México, el maíz (*Zea mays* L.) es uno de los tres cereales más importantes del mundo, junto con el trigo y el arroz. Este cultivo se constituye en un alimento básico para el hombre y en una importante planta forrajera para los animales, además de sus otras utilidades (Ortega 1987).

Es el principal cultivo en área sembrada, producción, valor de producción, número de productores y jornales que genera (Sierra et al, 2003) además se cultiva en todas las entidades federativas (Luna 2003).

Este grano se produce en dos ciclos productivos: Primavera-Verano y Otoño- Invierno, bajo las más diversas condiciones agroclimáticas de humedad, temporal y riego (SIAP SAGARPA 2008).

En la región Lagunera como en el resto del país, este cereal es importante tanto para el consumo humano como para la alimentación de ganado, ya que esta región es una de las cuencas lecheras más importantes del país (SAGARPA 2001). Actualmente son pocos los materiales adaptados generados para la Comarca Lagunera, pues la mayoría de los materiales sembrados en la actualidad provienen de compañías extranjeras, por tal motivo la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en su programa de mejoramiento genético, está tratando de seleccionar y generar materiales híbridos de maíz con las características de ciclo y planta con mejor adaptación para siembras tanto para ciclo primavera como verano.

Es importante señalar que los programas de mejoramiento genético en maíz generan en forma dinámica nuevos híbridos experimentales, y por consiguiente el estudio de su comportamiento agronómico para identificar

aquellos genotipos con características iguales o superiores a los que ya existen con el objetivo de incluirlos en la tecnología, para tratar de mejorar los niveles de productividad y producción de grano en la región Lagunera.

La prueba temprana de líneas es un método que se ha sugerido por diversos investigadores como un medio de seleccionar aquellos materiales que muestren un mayor potencial agronómico. Una técnica clásica es la cruce de prueba en la cual se utiliza un genotipo denominado probador. El probador tiene como objetivo discriminar aquellos materiales con mayor aptitud combinatoria. El tipo de probador dependerá del tipo de acción génica que se quiera explotar. De acuerdo a Márquez (1988) un probador de amplia base genética, si el objetivo es la acción génica aditiva o un probador de base genética reducida, como una línea ó híbrido, si se quiere explotar la acción génica no aditiva.

El mejoramiento del maíz es un proceso continuo y constante en la formación de híbridos y variedades para uso comercial. El conocimiento de los diversos tipos de acción génica y la importancia de estos en la determinación de ciertos caracteres de interés, es básico para lograr rápidos avances en un programa de mejoramiento genético, un método sencillo y practico es la prueba de mestizos que nos permiten conocer parámetros genéticos como ACG de materiales como líneas probadoras de híbridos comerciales que nos proporcionaran combinaciones híbridas sobresalientes para utilizar en un futuro inmediato.

El propósito de esta investigación fue evaluar un grupo de 86 mestizos de maíz en condiciones de optima humedad bajo las condiciones edafoclimáticas de la Comarca Lagunera y seleccionar al menos el 20% de los mejores genotipos con mayor potencial de rendimiento y características agronómicas.

1.1 Objetivos

Evaluar el comportamiento agronómico de 86 mestizos en condiciones de optima humedad bajo las condiciones edafoclimáticas de la Comarca Lagunera.

Seleccionar los mejores mestizos con mayor potencial de rendimiento y características agronómicas.

Determinar la aptitud combinatoria general en los mestizos.

1.2 Hipótesis

Ho: Se espera que los genotipos difieran en su potencial de rendimiento, adaptación y características agronómicas bajo las condiciones ambientales en la Comarca Lagunera.

Ha: Los genotipos serán iguales respecto a potencial de rendimiento, adaptación y características agronómicas bajo las condiciones ambientales en la Comarca Lagunera.

1.3 Metas

Seleccionar al menos 20 % de los mejores genotipos.

II. REVISION DE LITERATURA

La prueba temprana de líneas a través del uso de probadores es un método que ayuda al fitomejorador a depurar al inicio de un programa, líneas con poco valor y seleccionar el material más prometedor. Así mismo el uso de diferentes probadores le ayuda a separar grupos de línea con atributos genéticos diferentes y a establecer patrones heteróticos que pueden ser explotados con la selección recíproca recurrente como base de un programa de hibridación (Marqués, 1988).

2.1 Probador

Se denomina probador aquel que sirve para evaluar e identificar a las líneas con características superiores y son también de vital importancia en un programa de mejoramiento ya que sin ellos no se tendrían las bases necesarias para identificar los mestizos sobresalientes o más productivos (Segovia 1990).

León *et al* (1997) define probador aquel que clasifica correctamente el merito de los genotipos probados dentro del grupo heterótico, de modo que se diferencie efectivamente los genotipos evaluados, aumenten la varianza y la ganancia genética.

Chávez (1994) menciona que un probador es cualquier material genético (línea, variedad, híbrido, etc.) que permite medir la ACG de un grupo de líneas autofecundadas con el cual se cruza.

Matzinger (1953) menciona que el mejor probador es aquel que se puede usar fácilmente y con el cual se obtiene la máxima información del material evaluado.

Hiorth (1985) considera que el uso de probadores aparejados con las líneas a evaluar es eficiente, pero no constituye pruebas definitivas, no obstante, los probadores heterogéneos pueden mejorar el rendimiento de las cruza aunque esto por lo general son menos eficientes que las líneas homocigotos y cruza simples.

Jungenheimer (1981) cita que el tipo de probador que debe usarse para la evaluación de las líneas puras, debe dar información base de un programa de hibridación y depende principalmente de lo que refiere detectar, ya sea aptitud combinatoria general o específica, además menciona que para determinar la ACG son usadas generalmente las variedades de polinización libre y los sintéticos, debido a su heterogeneidad.

El probador será usado para cuantificar la ACG de las líneas, es decir, será usado para ser cruzado, no seleccionado, quienes serán seleccionadas serán las líneas, por lo tanto debe existir tal variación genética en los mestizos para que sea posible una diferenciación clara entre ellas. También se indica que es conveniente que el probador sea de la misma población donde se derivaron las líneas. (Márquez 1988).

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

2.2 Mestizos

Allard (1980), menciona que un mestizo es una cruza entre líneas autofecundadas y un progenitor común como polinizador (variedad, híbrido simple o línea) se utiliza para determinar la habilidad combinatoria general y/o específicas de las líneas. Es decir, para detectar los genotipos fijados más sobresalientes en productividad, características agronómicas deseables, etc.

Un mestizo, es la progenie de la cruce entre líneas y una población probadora o probador (líneas, variedades híbridos, etc.), (Márquez 1988)

Los mestizos son útiles para evaluar la habilidad combinatoria general, proporcionando un medio para el desarrollo de líneas puras.

Los mestizos son utilizados para detectar en forma temprana genotipos superiores entre un grupo de líneas endocriadas, sin embargo, el ensayo correspondiente tiende a tener un marcado efecto sobre el carácter en particular, generalmente en rendimiento y la selección para ese carácter puede estar cubierta por efecto del probador. El fitomejorador busca seleccionar plantas con características fenotípicas y genotípicas que puedan estar asociadas con el carácter deseado (Galarza *et al* 1973).

Davis (1927) propuso la prueba de mestizos (línea x variedad) para probar ACG en líneas. Pero Jenkins y Brunson, (1932) presentaron datos más completos sobre el valor del método. Ellos compararon el valor del comportamiento de las líneas puras en cruces con otras líneas (cruces posibles), con el comportamiento de las mismas líneas, cruzadas con una variante de polinización libre (mestizos), si las líneas probadas bajo la prueba de mestizos, rindieron poco, reportaron un promedio bajo en cruce, y en aquellos cuyos mestizos tuvo un rendimiento alto, dieron un promedio alto en cruce. Concluyeron que la prueba de mestizos da un buen margen de seguridad para evaluar líneas para ACG. Aunque la efectividad de la prueba depende de mucho del tipo de probador utilizado.

La primera descripción de estos métodos de selección recurrente fue realizada por Jenkins, (1940) como resultado de sus experiencias sobre ACG en maíz y por Hull, (1945) quien considero que a través de este método era posible alcanzar niveles más altos de ACE al utilizar una línea homocigoto como probador (Chávez, 1994).

2.3 Aptitud Combinatoria

Márquez (1988) define el término de la 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 actitud combinatoria debe determinarse no en un solo individuo de la población si no en varios, afín de poder realizar selección en aquellos que exhiban valores más altos.

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

La aptitud combinatoria es la aptitud relativa de un biotipo para transmitir a sus mestizos aquellos caracteres que se consideren superiores (Sánchez, 1961).

2.4 Aptitud combinatoria General

La habilidad combinatoria general es el desempeño promedio de una línea pura en algunas combinaciones híbridas, proporcionando información sobre que líneas deben producir los mejores mestizos cuando se cruzan con muchas otras líneas (Jugenheimer, 1981).

Al comportamiento promedio de una raza en una serie de cruzamientos se le denomina aptitud combinatoria general (Allard, 1980).

Jungenheimer (1985), menciona que la aptitud combinatoria general (ACG) es el desempeño promedio de una línea pura en algunas combinaciones

híbridas. La aptitud combinatoria general proporciona información sobre que líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con otras líneas. Se pueden usar probadores adecuados para determinar que las líneas pueden sustituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedores.

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

Sprague y Tatum, (1942) el termino 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.

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

III. MATERIALES Y METÓDOS

3.1 Área de trabajo

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), ubicada en el predio de San Antonio de los Bravos, en la ciudad de Torreón, Coah., México, en el corazón de la Comarca Lagunera, sobre el periférico que conduce a Gómez Palacio, Dgo. y carretera a Santa Fe.

3.1.1 Localización geográfica

La Comarca Lagunera se localiza geográficamente entre los paralelos 24° 30' y 27° de latitud norte y entre los 102° y 104° 40' longitud oeste, a una altitud de 1120 msnm; su clima se clasifica como muy seco con deficiencias de lluvia durante todas las estaciones del año, además de que cuenta con temperaturas semicalidas con inviernos benignos.

3.2 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con un arreglo en alfa Látxice y dos repeticiones. La parcela experimental consistió de un surco de 5 metros de largo y una distancia entre plantas de 0.20 m y 0.75 m entre surcos, para una población aproximada de 66 mil plantas por hectárea.

3.3 Material genético

El material genético involucró 86 mestizos y 14 testigos del programa de maíz del CIMMYT-CINVESTAV. Cuadro 3.1, 3.2 y 3.3. Los probadores fueron dos líneas del CIMMYT, CML495 de grano blanco y tardío y CML496 amarillo y de ciclo intermedio. El probador CML495 se cruzó con 47 líneas de grano blanco, y el probador CML496 con 39 líneas de grano amarillo.

Cuadro 3.1. Origen de 47 mestizos formados con el probador CML-495, 2009.

Entrada	Nombre	Pedigree	Entrada	Nombre	Pedigree
1	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-1-1-1/CML495	15	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-12-1-2/CML495
2	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-1-1-2/CML495	16	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-12-2-1/CML495
3	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-2-1-1/CML495	17	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-12-2-2/CML495
4	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-5-1-2/CML495	18	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-12-3-1/CML495
5	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-5-1-3/CML495	19	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-12-3-2/CML495
6	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-5-2-1/CML495	20	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-12-4-1/CML495
7	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-6-2-2/CML495	21	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-12-4-2/CML495
8	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-6-3-1/CML495	22	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-14-1-1/CML495
9	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-6-4-1/CML495	23	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-14-1-2/CML495
10	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-9-1-2/CML495	24	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-14-1-3/CML495
11	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-9-2-1/CML495	25	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-14-1-4/CML495
12	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-9-2-2/CML495	26	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-BULK-1-1/CML495
13	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-10-2-1/CML495	27	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-BULK-1-2/CML495
14	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-12-1-1/CML495	30	OPVDAW	OPVDroughtAxelW-12-2-2/CML495

Continuación

44	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-1-1-1/CML495	54	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-8-2-1/CML495
45	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-1-1-2/CML495	55	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-8-3-1/CML495
46	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-1-1-3/CML495	56	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-8-3-2/CML495
47	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-2-1-1/CML495	57	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-8-3-3/CML495
48	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-2-2-2/CML495	58	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-9-1-1/CML495
49	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-4-1-1/CML495	59	OPVDTPYTL	OPVDTPLPS-9-1-2/CML495
			83	Drought LPSC3Dro	[[[(CML343xAzulXoxocotla)//CML343//CML343]B-8/CML495
50	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-4-1-2/CML495	84	Sequia africensequia	[[[(AzulXoxocotlaxCML343)/CML444//CML444]//CML444]B-8/CML495
51	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-4-1-3/CML495	85	CML312SrQCML3	[[[(AzulxoxocouaxLP3C7-F103-2-0-1-1-BB)//CML312//CLQ-RCWQ83//CML312SR//CML312]xCML312sr)-2-6-b]-B-8/CML495
52	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-8-1-1/CML495			
53	OPVDTPLPS	OPVDTPLPS-8-1-2/CML495			

Cuadro 3.2. Origen de 39 mestizos formados con el probador CML-496, 2009.

Entrada	Nombre	Pedigree	Entrada	Nombre	Pedigree
28	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-2-1-2/CML496	65	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-5-2-3/CML496
29	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-2-2-1/CML496	66	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-6-1-1/CML496
31	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-6-1-1/CML496	67	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-6-1-2/CML496
32	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-6-1-2/CML496	68	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-6-2-1/CML496
33	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-6-2-1/CML496	69	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-7-1-1/CML496
34	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-6-2-2/CML496	70	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-7-1-2/CML496
35	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-6-2-3/CML496	71	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-7-1-3/CML496
36	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-6-3-1/CML496	72	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-7-1-4/CML496
37	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-6-5-1/CML496	73	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-8-2-1/CML496
38	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-6-6-1/CML496	74	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-8-2-2/CML496
39	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-6-6-2/CML496	75	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-10-1-1/CML496
40	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-7-1-1/CML496	76	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-10-2-1/CML496
41	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-10-1-1/CML496	77	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-11-1-2/CML496
42	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-11-1-1/CML496	78	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-11-2-1/CML496
43	OPVDAY	OPVDroughtAxelY-BULK-2-1/CML496	79	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-12-1-1/CML496
60	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-3-1-3/CML496	80	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-12-1-2/CML496
61	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-3-2-1/CML496	81	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-12-2-1/CML496
62	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-4-1-1/CML496	82	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-12-2-2/CML496
63	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-4-1-2/CML496	88	CML451ACML451	[[CML451xAzulXoxocotla]]/CML451 //CML451]]/CML451]B-B/CML496
64	OPVDTPYTL	OPVDTPYTL-5-1-1/CML496			

Cuadro 3.3. Relación de testigos utilizados en la evaluación de 86 mestizos 2009.

Entrada	Nombre	Pedigree
86	QPM A Tester QPM	[[AzulXoxocotlaxLPSC7-F103-2-6-1-1-BB)//CML491//CML491]]//CML491]-B-B/CML495
87	Tester A Tester A	[[AzulXoxocotlaxLPSC7-F103-2-6-1-1-BB)//CML494//]]//CML494]-B-B/CML495
89	Testigo 1	CML494xcml495
90	Testigo 2	CML451xcml496
91	Testigo 3	CML491xCML492
92	Testigo 4	Puma
93	Testigo 5	Oso
94	Testigo 6	Leopardo
95	Testigo 7	(LPSC7-F31-2-4-1 xcml449)xDTPWC9-F32-1-5-1-BB
96	Testigo 8	(LPSC7-F10-3-1-1xCML449)xDTPWC9-F32-1-5-1-BB
97	Testigo 9	LPSC7-F64-2-6-2-2-BBxCML495
98	Testigo 10	LPSC7-F86-3-1-1-1-BBxCML449
99	Testigo 11	DTPWC9-F16-1-1-1-1-BBxCML495
100	Testigo 12	DTPYC9-F74-1-1-1-1-BBxCML451

3.4 Manejo agronómico

3.4.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en un barbecho, rastra, nivelación y trazo de surcos, de acuerdo a lo recomendado por INIFAP de esta manera se obtienen mejores resultados de producción de cultivo (Carrillo 2004).

3.4.2 Siembra

Esta se realizó en seco y de manera manual el día 30 de marzo de 2009, depositando dos semillas por golpe a 0.20 m de distancia, aclarándose a los 25 días a una planta.

3.4.3 Aclareo de plantas

El aclareo en las plantas se realizo a los 20 días después de la siembra, dejando una planta a una distancia de 0.20 centímetros entre planta.

3.4.4 Fertilización

Se fertilizó con la formula 180-100-00 aplicándose el 50 % de nitrógeno y todo el fósforo, y posteriormente en el primer cultivo se aplicó el resto de nitrógeno.

3.4.5 Riegos

Se instaló un sistema de riego con cintilla calibre 6000 con emisores a 20 cm como modelo de irrigación, con un gasto de 25 mm de lámina de riego por hora. Se aplicaron 10 riegos para una lámina acumulada total de 60 cm.

3.4.6 Control de plagas

Esta se realizo según se manifestó la presencia de plagas y/o la infestación de plagas presentándose el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) aplicando Cipermetrina con una dosis de 0.75 mL por hectárea, y Clorpirifos etil 720g de ingrediente activo por hectárea a una dosis de 1.0 L/ha, ambos en 200L de H₂O/ha. Para araña roja se aplico Abamectina 9 g/ha.

3.4.7 Control de maleza

Para mantener libre de malezas al cultivo, al momento de la siembra se aplicó un herbicida pre-emergente (Primagram gold a razón de 4 L/ha.). Además se aplicó un cultivo a los 31 dds. Y posteriormente antes de floración, el control fue manual.

3.4.8 Cosecha

La cosecha se realizó a mano el día 23 de agosto de 2009, cosechándose el total de mazorcas de la parcela. Posteriormente las mazorcas de cada parcela se depositaron al inicio de la misma, para su pesado y calificado.

3.5 Características evaluadas

Se tomaron datos de las siguientes características:

3.5.1 Días transcurridos a la floración femenina (FF)

Dato tomado contabilizando los días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas presentaban el 75 % de los jilotes con estigmas aptos para ser fecundados.

3.5.2 Días transcurridos a la floración masculina (FM)

Se determinó con el total de días transcurridos, desde la siembra hasta que el 75 % de las plantas por parcela se encontraban liberando polen.

3.5.3 Altura de planta (AP)

Es la altura en metros desde la base del tallo hasta la parte superior de la planta, para esto se miden 3 plantas al azar dentro de la parcela útil.

3.5.4 Altura de mazorca (AM)

Altura comprendida en metros desde la base del tallo al nudo de inserción de la mazorca superior de la planta de las cuales se tomaron las mismas 3 plantas al azar de las cuales se tomo la altura de planta.

3.5.5 Acame de tallo (ACT)

Se tomó al final del ciclo antes de la cosecha registrándose el número de plantas con una inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base del tallo, mientras que para acame de tallo se registro con el número de plantas con los tallos rotos debajo de la mazorca antes de la cosecha.

3.5.6 Número de plantas (NPTA)

Se contó el número total de plantas en cada una de las parcelas.

3.5.7 Numero de mazorcas (NMZ)

Se conto el número total de las mazorcas cosechadas en cada una de las parcelas.

3.5.8 Aspecto de planta (ASP)

Calificación visual que considera el aspecto general de planta con escala de 1 a 5 donde el 1 es excelente y 5 es el peor aspecto.

3.5.9 Stay green (SG)

Se califico visualmente por parcela en escala de 1 y 0 donde 1 presenta stay green y 0 que no presenta.

3.5.10 Diámetro de mazorca (DM)

Se estimo en una muestra de 5 mazorcas al azar de cada parcela y repetición, cuantificándose la amplitud en cm en la parte media de la mazorca.

3.5.11 Longitud de mazorca (LM)

Al igual que el diámetro de mazorca se estimo en 5 mazorcas cuantificando la longitud de la base hasta la punta de la mazorca.

3.5.12 Cobertura de mazorca (Cob)

Se registró como el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha tenían expuesta alguna parte de la mazorca. Esta variable se calificó en una escala de 1 a 5, donde 1 es cobertura excelente y 5 es cobertura deficiente o mala.

3.5.13 Rendimiento de mazorca (RMZ)

Se estimó en base al peso de campo de cada parcela transformándose de kilos por parcela a kg/ha.

3.5.14 Rendimiento de grano (RMG)

Es el peso en kg del grano separado del olote expresado en kg por hectárea.

$$\text{RMG} = \frac{(\text{PMZ} * 10,000)}{0.75 * 5}$$

Esta variable se determina con el peso de mazorca (PMZ) multiplicada por 10,000 lo que equivale a una hectárea y dividida entre 0.75 que es el ancho del surco y dividida entre los 5 metros de la parcela.

Y de esta manera se obtienen los kg por hectárea de cada uno de los tratamientos.

3.6 Análisis estadístico

El diseño fue alfa látice en lenguaje SAS y los datos de todas las variables fueron por genotipo y repetición, los cuales se concentraron en el formato para el análisis de varianza con el paquete estadístico SAS v 9.0 (2002).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de Varianza

En el Cuadro 4.1, se presentan los resultados del análisis de varianza de los 86 mestizos y los 14 testigos y 13 características evaluados en el ciclo primavera del 2009. El análisis mostró diferencias significativas para FM, FF y NMZ, y altamente significativas para AM, DM, LM, SG, Cob, RMZ y RG. En tanto que para Ac y AsP no se observaron diferencias.

Los resultados anteriores indican que existe una gran variación entre los mestizos evaluados a causa de los dos probadores y la variación implícita de los 14 testigos.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de 13 características Agronómicas en 86 mestizos. UAAAN-UL 2009.

F. De V	Rep	Blo(Rep)	Mestizo	Error	Media	CV(%)
GL	1	18	99	81		
FM(días)	142.81**	2.69**	1.48*	0.98	82.38	1.2
FF (días)	68.45**	3.83**	1.89*	1.15	80.53	1.33
AP(m)	0.08**	0.015*	0.03**	0.01	1.8	4.75
AM(m)	0.03*	0.01NS	0.02**	0.01	1.01	6.88
Ac(%)	0.22	0.48	0.60	0.53	1.01	72.41
NMz	24.50	9.08	26.22*	14.83	26.02	14.8
DM(cm)	0.05	0.01	0.09**	0.01	2.75	4.28
LM(cm)	13.61**	1.89	3.22**	1.32	6.42	17.91
AsP(1-5)	0.20*	0.05	0.04	0.04	1.34	14.23
SG(1-2)	0.14*	0.03	0.05**	0.03	1.36	11.68
COB(1-5)	0.02	0.02	0.04**	0.02	2.22	6.54
RMZ(x10⁵)	18.049	10.227	45.845**	23.083	0.119	12.82
RG(x10⁵)	11.451	9.3795	33.588**	16.799	9809.64	13.21

*, ** Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; FF= Floración femenina; FM= Floración masculina; AP=Altura de planta; AM=Altura de mazorca; ACT=Acame de tallo; NMZ=Número de mazorcas; AsP= Aspecto de planta; SG=Stay green; Cob= Cobertura; DM= Diámetro de mazorca; LM=Longitud de mazorca; RMZ=Rendimiento de mazorca; RG= Rendimiento de grano.

Los coeficientes de variación fueron de magnitud aceptable, excepto para acame (Ac) en el cual se observa un valor de 72.4% debido a que es una característica de tipo cualitativo y se analizó sin la debida transformación.

En el Cuadro 4.2 se presentan los resultados del análisis de varianza, de los mejores 20 mestizos y sus 13 características, evaluados en el ciclo primavera del 2009.

4.2. Variables

4.2.1. Floración femenina (FF) y Floración masculina (FM)

Los días de floración femenina y masculina son importantes para conocer la precocidad de los materiales evaluados. En el intervalo de periodo de floración femenina osciló de 77 a 82.5 días en tanto para floración masculina osciló entre los 79 a 84 días. Lo que explica las diferencias encontradas.

La media de los 100 tratamientos registró para ambas variables 81 y 82 días respectivamente, semejante con lo registrado por los 20 mejores genotipos que registró una media de 81 a 83 días respectivamente. Quizás a este intervalo tan estrecho se explique la superioridad, puesto que diversos autores han encontrado una relación entre el rendimiento, con el menor intervalo entre FM y FF (CIMMYT).

En la producción de grano es fundamental la coincidencia entre la floración de los progenitores, es decir de los estigmas de la hembra, con la emisión del polen del macho, con la finalidad de lograr la completa sincronización, para favorecer la fecundación y logro de la semilla como objetivo fundamental (CIMMYT).

Se observó que el tratamiento 64(OPVDTPYTL-5-1-1/CML496) fue el más tardío con 82.5 y 84 días para FF y FM respectivamente, en contraste el tratamiento con mayor precocidad fue el tratamiento 94 (Testigo Leopardo) con 77 y 79 días para FF y FM respectivamente.

4.2.2. Altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM)

Se observa que el genotipo con mayor altura de planta, fue el tratamiento 26 (OPVDroughtAxelW-BULK-1-1/CML495) con una altura de 2.17 m y el tratamiento de menor altura de planta fue el tratamiento 10 (OPVDroughtAxelW-

9-1-2/CML495) con una altura de 1.43 m en tanto el genotipo de mayor altura de mazorca fue el tratamiento 7 (OPVDroughtAxelW-6-2-2/CML495) y el de menor altura de mazorca fue el tratamiento 83 ([[(CML343xAzulXoxocotla)//CML343//CML343]/CML343]B-B/CML495) con 0.73 m.

Dentro de los 20 seleccionados, la mayor altura de planta fue el tratamiento 71 con 2.05 m y el de mayor altura de mazorca fue el mismo tratamiento con 1.19 m respectivamente. El promedio de los 100 tratamientos para ambas variables fue de 1.8 m y 1.0 m para AP y AM respectivamente.

4.2.3. Acame de tallo (ACT)

El acame de raíz es definido por Poehlman (1979) como caída o quiebra de las plantas antes de la cosecha y es una de las principales causas de la pérdida de rendimiento. Zuber y Kanng (1978) reportan entre el 5 y 25 % de pérdidas. En los maíces dulces (Moralma y Watson, 2003) reportan pérdidas al momento de la cosecha debido a la caída de las plantas. Por ello es recomendable que los mejoradores incluyan dentro de sus evaluaciones la selección para resistencia al acame.

El genotipo que mostró mayor acame fue el tratamiento 60 (OPVDTPYTL-3-1-3/CML496) con un valor transformado de 3.2 y el de menor acame coincidieron varios tratamientos lo que quiere decir que en la mayoría de los tratamientos el porcentaje de acame fue muy bajo ya que registró un valor transformado de 0.7.

La media general de los 100 tratamientos en cuanto a acame de tallo es de 1 y la media de los mejores 20 genotipos seleccionados fue de 1.2 por lo que los materiales evaluados, en general mostraron resistencia al acame.

4.2.4. Numero de mazorcas (NMZ)

El número de mazorcas es una componente importante de rendimiento (Fisher y Palmer, 1985). En lo que respecta a esta variable el tratamiento 33 (OPVDroughtAxelY-6-2-1/CML496) fue el que obtuvo mayor número de mazorcas por parcela con 35, es decir 1.4 mazorcas/planta, en contraste, el tratamiento 64 (OPVDTPYTL-5-1-1/CML496) registro el menor número de mazorcas con un total de 14.5 mazorcas/ parcela, ó 0.58 mazorcas/planta.

El promedio de los 100 tratamientos oscilo de 26 mazorcas/parcela lo que equivale a 1.04 mazorcas/planta y, en los 20 genotipos seleccionados el promedio de los tratamientos fue de 29 mazorcas/parcela ó 1.16 mazorcas/planta, lo que puede explicar su rendimiento.

4.2.5. Aspecto de planta (AsP)

En esta variable se realizó una calificación visual que considera el aspecto general de planta con una escala de 1 a 5 donde el 1 es excelente y 5 es el peor aspecto. Respecto a los 100 tratamientos, todos presentaron buen aspecto de planta con un promedio de 1.3 lo que nos indica un rango excelente de aspecto de plantas.

4.2.6. Stay Green (SG)

La senectud representa un proceso en el que las hojas pierden su estado verde, lo cual lleva a la muerte de la planta. Esta pérdida de verdor se produce como resultado de la disminución del contenido de clorofila, dando lugar a un

evidente síntoma de senectud foliar. Cuando la aparición de estos síntomas se retrasa tal condición se denomina "Stay Green" o capacidad de permanecer verde (Borrás *et al* 2003). En el presente trabajo esta variable se calificó visualmente en una escala de 1 y 0 donde para presencia ó ausencia respectivamente. Por lo que respecta a los tratamientos el promedio es de 1.4 lo que quiere decir que los tratamientos presentaron la característica de stay green ó estado verde.

4.2.7. Cobertura de mazorca (Cob)

Esta variable es importante en la producción del grano, pues protege a la mazorca contra daño de insectos, enfermedades y pájaros (Ávila, *et al*, 2009). Una mala cobertura tiene un efecto negativo en la producción y calidad del grano. Esta variable se calificó en una escala del 1 a 5 donde 1 es cobertura excelente y 5 es cobertura deficiente o mala. Se observa que la media general de los 100 tratamientos fue de 2.2 con un máximo y mínimo de 2.3 y 1.6 respectivamente. Lo cual indica una buena cobertura. En los 20 seleccionados, la media fue de 2.2 lo cual es estadísticamente igual a la media general.

4.2.8. Diámetro de mazorca (DM)

Con relación a los 100 tratamientos la media de esta variable fue de 4.3 cm y el rango máximo y mínimo oscilo de 4.96 a 3.8 cm para los tratamientos 92 (Testigo Puma) y 40 (OPVDroughtAxelY-7-1-1/CML496) respectivamente; mientras que para los 20 seleccionados el promedio fue de 4.4 cm.

4.2.9. Longitud de mazorca (LM)

Con relación a la longitud de mazorca los tratamientos evaluados oscilaron entre un máximo y mínimo de 23.2 cm a 10.9 cm para los tratamientos 100 (Testigo DTPYC9-F74-1-1-1-1-BBxCML451) y 3 (OPVDroughtAxelW-2-1-1/CML495) lo cual se considera un rango muy amplio para esta variable. El promedio para los 100 tratamientos de LM fue de 17.9 cm en cambio para los 20 mejores fue de 18.1 cm de longitud, los cuales son estadísticamente iguales.

4.2.10. Rendimiento de mazorcas (RMZ)

El RMZ también presentó una variación importante, el rendimiento más alto fue en el tratamiento 83 ([[(CML343xAzulXoxocotla)//CML343//CML343]/CML343]B-B/CML495) con 15 333 Kg/ha y el menor rendimiento fue en el tratamiento 64 (OPVDTPYTL-5-1-1/CML496) con 6 553 Kg/ha.

La media de los 100 tratamientos registró un rendimiento de 11 853 Kg/ha en comparación con los 20 mejores tratamientos seleccionados el promedio fue de 13 785 Kg/ha, estadísticamente diferente a la media general (MG).

4.2.11. Rendimiento de grano (RG)

Esta variable es la de mayor importancia, porque representa el producto final del proceso. Se observa que en las 100 entradas evaluadas la media general fue de 9, 810 Kg/ha. El mayor rendimiento fue para la entrada 83 ([[(CML343xAzulXoxocotla)//CML343//CML343]/CML343]B-B/CML495) con

13 067 Kg/ha mientras que el menor rendimiento fue en el tratamiento 64 (OPVDTPYTL-5-1-1/CML496) con 5 467 Kg/ha respectivamente (Cuadro 4.2). Es decir un rango de 7 600 kg/ha lo anterior explica la gran variación existente entre los materiales evaluados.

En lo que respecta a los 20 mejores entradas, el promedio fue de 11 527 Kg/ha estadísticamente igual a la media general que es de 9 810 kg/ha. Dentro de éstos sobresalen 12 mestizos, de los cuales 8 pertenecen al probador cuya línea fue CML 495 y 5 al probador CML 496, el resto fueron testigos. Estadísticamente las 20 mejores entradas exhibieron igual producción, lo cual indica que los 13 mestizos representan una opción futura de producción de grano. Cabe considerar que ocho de los mestizos son de grano con endospermo blanco y cinco con endospermo amarillo. Los de endospermo blanco pueden ser aptos para el consumo de tortilla y los amarillos pueden ser más aptos para alimentación animal ya sea como forraje ó como grano en la elaboración de las dietas como fuente energética.

4.3 Aptitud combinatoria general

En el cuadro 4.3, se presentan los valores de ACG para el probador CMIL 495, donde los mestizos 83, 55, 49, 22 y 84 presentaron los efectos de ACG más altos para rendimiento de grano (RMG). Estos mestizos además por sus valore de ACG, se caracterizan por ser precoces, de baja altura tanto de mazorca como de planta, así como de buen aspecto de planta, con stay green, alto número de mazorcas, con buena cobertura de mazorca y diámetro de mazorca.

En el Cuadro 4.4, se presentan los valores de ACG para el probador CMIL496 donde resaltan los mestizos 70, 33, 69, 35 y 71. Este grupo selecto, se caracteriza por ser de ciclo intermedio, de porte bajo, tolerante al acame con buena producción de mazorca, de buen aspecto de planta, quizás debido al

stay green, buena cobertura de mazorca y potencial de rendimiento. Lo anterior explica los efectos.

Los resultados indican que ambos probadores fueron eficientes en la discriminación de las líneas con las cuales fueron cruzados con base al comportamiento de los respectivos mestizos. Esta situación puede ser aprovechada para realizar cruza entre las líneas de ambos probadores.

Cuadro 4.2. Mestizos y testigos (T) con mejor rendimiento de grano (RG) 2009.

Entrada	Mestizo	FF Días	FM días	AP M	AM M	ACT %	NMZ	AsP (1-5)	SG (1-2)	Cob (1-5)	DM cm	LM cm	RMZ Kg/ha	RG Kg/ha	Color
83	495	82	84	1.56	0.73	0.7	35	1.2	1.6	2.3	4.44	18.2	15,333	13,067	B
55	495	81	83	1.84	1.06	1.5	30	1.4	1.6	2.3	4.51	16.9	14,000	11,767	B
49	495	81	82	1.89	1.06	0.7	29	1.2	1.2	2.3	4.38	17.8	13,900	11,533	B
22	495	83	84	1.86	1.07	1.4	28	1.6	1.6	2.3	4.24	18.2	14,400	11,267	B
84	495	83	83	1.72	1.02	0.7	25	1.2	1.6	2.1	4.50	19.3	13,667	11,233	B
56	495	80	83	1.72	0.95	1.4	32	1.4	1.6	2.3	4.28	17.6	13,333	11,033	B
57	495	81	83	1.75	0.94	0.7	27	1.4	1.4	2.3	4.48	16.9	13,067	10,933	B
54	495	80	83	1.72	1.04	2.9	31	1.2	1.2	2.3	4.43	17	13,133	10,800	B
70	496	80	81	1.94	1.13	1.3	31	1.2	1.2	2.3	4.34	17.2	15,000	12,867	A
33	496	81	83	1.88	1.14	0.7	35	1.2	1.4	2.2	4.00	17.3	13,767	11,900	A
69	496	82	83	1.89	1.09	1.4	31	1.4	1.4	2.2	4.07	18.4	13,633	11,833	A
35	496	82	84	1.94	1.12	0.7	30	1.2	1.4	2.3	4.05	17.8	13,033	11,067	A
71	496	80	82	2.05	1.19	0.7	27	1.4	1.4	1.95	4.17	18.2	12,567	10,867	A
93	T	80	82	1.84	1.04	1.4	25	1.4	1.2	1.9	4.86	19.3	14,633	12,700	
98	T	81	81	1.94	1.09	1.4	29	1.2	1.2	2.3	4.75	17.8	14,533	11,867	
100	T	81	83	1.61	0.84	0.7	28	1.2	1.6	2.3	4.18	23.2	14,167	11,833	
95	T	80	83	1.63	0.89	1.6	33	1.4	1.2	2.2	4.37	17.2	13,200	11,267	
86	T	82	84	1.8	1.08	1.5	26	1.6	1.6	2.3	4.31	19.1	13,300	11,067	
96	T	81	82	1.82	1.08	0.7	32	1.6	1.2	2.3	4.37	17.7	14,067	10,833	
99	T	81	82	1.81	0.98	1.5	24	1.2	1.2	2.3	4.58	16.8	12,967	10,800	
MS		81	83	1.8	1.03	1.2	29	1.3	1.4	2.2	4.4	18.1	13,785	11,527	
MG		81	82	1.8	1.0	1.0	26	1.3	1.4	2.2	4.3	17.9	11,853	9,810	
DMS†		5	4	0.4	0.3	3.3	17	0.9	0.7	0.7	0.53	5.2	6,838	5,834	

†DMS(5%)= Diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad. FF= Floración femenina; FM= Floración masculina; AP=Altura de planta; AM=Altura de mazorca; ACT=Acame de tallo; NMZ=Número de mazorcas; AsP= Aspecto de planta; SG=Stay green; Cob= Cobertura; DM= Diámetro de mazorca; LM=Longitud de mazorca; RMZ=Rendimiento de mazorca; RG= Rendimiento de grano, MG y MS= Media general y Seleccionados.

Cuadro 4.3. Aptitud combinatoria general con el probador CML495.

ENTRADA	PEDIGREE	FF	FM	AP	AM	AC	NMZ	ASP	SG	COB	DM	LM	RMZ	RMG
83	[[[(CML343xAzulXoxocotla)//CML343//CML343]/CML343]B-B/CML495	1	1.5	-0	-0	-0	9	0.2	0.6	0.3	0.4	0.2	3613	3357
55	OPVDTPLPS-8-3-1/CML495	-1	0.5	-0	0.1	0.5	4	0.4	0.6	0.3	0.5	-1	2280	2057
49	OPVDTPLPS-4-1-1/CML495	-1	0	-0	0.1	-0	3	0.2	0.2	0.3	0.4	-0	2180	1823
22	OPVDroughtAxelW-14-1-1/CML495	1.5	1.5	-0	0.1	0.4	2	0.6	0.6	0.3	0.2	0.2	2680	1557
84	[[[(AzulXoxocotlaxCML343)//CML444//CML444]/CML444]B-B/CML495	1.5	1	-0	0	-0	-2	0.2	0.6	0.1	0.5	1.3	1947	1523

Cuadro 4.4. Aptitud combinatoria general con el probador CML496.

ENTRADA	PEDIGREE	FF	FM	AP	AM	AC	NMZ	ASP	SG	COB	DM	LM	RMZ	RMG
70	OPVDTPYTL-7-1-2/CML496	-1	-1	-0.1	0.13	0.3	5	0.2	0.2	0.3	0.34	-0.8	3280	3157
33	OPVDroughtAxelY-6-2-1/CML496	0	1	-0.1	0.14	-0.3	9	0.2	0.4	0.2	0	-0.7	2047	2190
69	OPVDTPYTL-7-1-1/CML496	1	1	-0.1	0.09	0.4	5	0.4	0.4	0.2	0.07	0.39	1913	2123
35	OPVDroughtAxelY-6-2-3/CML496	1	2	-0.1	0.12	-0.3	4	0.2	0.4	0.3	0.05	-0.3	1313	1357
71	OPVDTPYTL-7-1-3/CML496	-1	0	0.05	0.19	-0.3	1	0.4	0.4	-0.1	0.17	0.15	847	1157

4.5. Correlación fenotípica

En el Cuadro 4.5, se presentan los valores de correlación entre las variables evaluadas. Se observa que Floración masculina (FM) y floración femenina (FF) correlacionaron alta, positiva y significativamente; así mismo, AP con altura de mazorca (AM); y el acame (AC) aunque bajo (0.21) fue significativo con altura de mazorca (AM); El NMZ correlacionó significativamente con RMZ y RG, lo que ratifica la importancia de esta variable en el rendimiento. Aunque con valores bajos pero significativos el DM correlacionó con RMZ y RG.

Cuadro 4.5 Correlaciones fenotípicas de 13 variables agronómicas evaluadas

	FF	FM	AP	AM	AC	NMZ	ASP	SG	COB	DM	LM	RMZ	RG
FF	1	0.82**	-0.09	0.04	0.13	0.07	-0.08	0.17	-0.01	-0.19	0.12	0.10	0.10
FM		1.00	-0.08	0.01	0.09	0.00	-0.01	0.23*	0.01	-0.15	0.13	0.03	0.02
AP			1.00	0.79**	0.15	0.03	0.20*	-0.05	-0.10	0.01	-0.09	0.10	0.10
AM				1.00	0.21*	0.07	0.18	-0.16	-0.17	-0.17	-0.05	0.04	0.07
AC					1.00	-0.04	0.09	-0.22*	-0.06	-0.07	-0.08	-0.05	-0.02
NMZ						1.00	-0.03	0.01	0.05	-0.18	-0.17	0.72**	0.75**
ASP							1.00	-0.11	0.02	0.08	0.01	0.07	0.06
SG								1.00	0.26*	0.14	0.09	0.14	0.06
COB									1.00	0.10	-0.10	0.15	0.09
DM										1.00	0.14	0.32**	0.25*
LM											1.00	0.13	0.10
RMZ												1.00	0.97**
RG													1.00

*, ** Significativo al 5 y 1 % respectivamente. FF= Floración femenina; FM= Floración masculina; AP=Altura de planta; AM=Altura de mazorca; AC=Acame de tallo; NMZ=Número de mazorcas; ASP= Aspecto de planta; SG=Stay green; Cob= Cobertura; DM= Diámetro de mazorca; LM=Longitud de mazorca; RMZ=Rendimiento de mazorca; RG= Rendimiento de grano,

V. CONCLUSIONES

- El genotipo que presentó el mayor rendimiento de grano fue el tratamiento 83 ([(CML343xAzulXoxocotla)//CML343//CML343]//CML343]B-B/CML495) que es un mestizo con 13 067 Kg/ha.
- El análisis mostró diferencias significativas para FM, FF y NMZ, y altamente significativas para AM, DM, LM, SG, COB, RMZ y RG. Por lo que existe una gran variación entre los mestizos evaluados a causa de los dos probadores y la variación implícita de los 14 testigos.
- Se observa que Floración masculina (FM) y Floración femenina (FF) correlacionaron alta, positiva y significativamente; así mismo el NMZ correlacionó significativamente con RMZ y RG, lo que ratifica la importancia de esta variable en el rendimiento.
- Se detectaron 5 genotipos de cada probador con mejor aptitud combinatoria general.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Allard R W** (1980) principios de la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA, España. 498 p.
- Andow D, Lamkey K, Daniel H, Nafziger E, Gepts P, and Stayer D** (2004) Agrowing concern protecting the food supply in an era of pharmaceutical and industrial crops. Unión of Concern Scientists.
- Ávila, Manuel E.; Borges, Orange L.; Bernáez, Julio C.** (2009) Caracterización biométrica del cultivo y perfil descriptivo de mazorcas del híbrido de maíz súper dulce ¿delicia? (bt1). Bioagro, vol. 21, núm. 2, mayo-agosto, 2009, pp. 143-148.
- Borrás L., Maddoni G.A. and Otegui M.E.** (2003). Leaf senescence in maize hybrids: Plant population, row spacing and kernel set effects. Field Crops Res. 82:13-26.
- Carrillo A. J.S., Reta S. D, Chávez G. J. F, et al** (2004) Tecnología para la producción de Maíz grano en la región Lagunera. INIFAP. México, 2-3 pp.
- Cháves A. J. L,** (1994). Mejoramiento de plantas 2, Métodos específicos de plantas alógamas. Editorial TRILLAS, S. A. de C. V. 50-51 pp.
- Chávez A. J.L** (1994) "Mejoramiento de plantas 2", Métodos específicos de plantas alógamas. Editorial Trillas, S. A. de C.V. 50, 51 p.
- CIMMYT** (1988) Maize production Regions in Developing Countries. CIMMYT, El Batán México.
- Comstock R. E., Robinson H. F.** (1948).The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. Biometrics. 254 - 266 p.

Davis R. L. (1927) "Report of the plant breeder" Puerto Rico Agro. Exp. Sta. Ann. Rpt. 14-15 p.

Fisher K S, A F E Palmer (1983) In: Symposium on potential productivity of field crops under different environments. IRRI. Laguna Philippines. pp: 155-180.

Galarza S M, M H Ángeles A, J D Molina G, (1973). Estudio comparativo entre la prueba de líneas y prueba de mestizo para evaluar aptitud combinatoria general de líneas So de maíz (*Zea maíz L*). Agrociencia. 11:127.139. Chapingo, México.

Galarza S. M., Ángeles H. H. A., y Molina G. J. D, (1973). Estudio entre la prueba de Líneas *per se* y la prueba de mestizos para evaluar aptitud combinatoria general de líneas S1 de maíz (*Zea mays L*). Agrociencia 11:121-139 p.

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

Hallauer, A. B. Y Eberhart, S. A. (1970). "Reciprocal full-sib selection " , Crop Science, 10:315-316 p.

Hiorth G. E. (1985). Genética cuantitativa: Fundamentos biológicos. Universidad de Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias. Argentina, 223 p.

INIFAP (2000) Maíz para forraje. Disponible en: (<http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?id920275&fuseaction=browse&pageid=53>). Revisado el 15-10-10

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

Jungenheimer W. R, (1981). Maíz. Editorial LIMUSA. México.

Lesur L. (2005) Una Guía Paso a Paso. Manual del cultivo del maíz. Editorial TRILLAS. México. 26-29 p.

Luna F. M. (2003) ¿Por qué no se deja de producir maíz en México? El campo no aguanta más. UACH. CHAPINGO Edo. De México pp 115-132.

Márquez S. F, (1988). Genotecnia vegetal. Métodos, Teoría Resultados. Tomo II. AGT Editor. México. 665 p.

Márquez S. F, (1988). Geotecnia Vegetal, métodos teoría, resultados. Tomo II. Primera ED. GT edit. S. A. México. Pp 144-161.

Martínez G. A, (1983). Diseños y análisis de experimentos de cruzas dialélicas. Segunda edición. Colegio de posgraduados, Chapingo, México. 252 p.

Matzinger D F (1963) Experimental estimates of genetics parameters and their application in self-fertilizing. In W. D. Hanson and H. F. Robinson (eds). Statistical genetics and breeding. Nas –ncr. No. 982.

Matzinger D. F, (1953). Comparison of the types of testers for evaluation of inbred lines of corn. Agro. J. 45:493-495 p.

Mc León S. D, S. K. Vasal, S. Pandey, G. Sriniva, (1997). The use tertes to exploit Heterosis in tropical maize at CIMMYT in: Book of abstracts. The genetics and exploitation of heterosis in crops. An international symposium México D. F. 26-27p.

Poehlman J. M., (1987). Mejoramiento genético de las cosechas. Primera edición. Editorial LIMUSA. México, 453 p.

Poehlman J. M. (1979) Breeding Field Crops 2^{da} Ed. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.

Reyes C, P, (1985) Citogenética Básica y Aplicada. AGT Editor S. A. México.

SAGARPA (2008) Producción agrícola. Estado Coahuila. Distrito: Laguna Cíclicos y perennes 2007. Modalidad: riego + temporal Anuario. Estadístico de Producción agrícola. Disponible en: (<http://www.siap.gob.mx/>) Revisado 18-10-10

SAGARPA (2001) SIAP. Disponible en:

(http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagr2c.html) Revisado 19-10-10

Sánchez M, P E (1961). Genética. Impreso en Madrid, España, 145, 328 p.

Segovia A. M., (1990). Selección de líneas de Maíz So derivadas de la población, 76, mediante uso de probadores y ambientes. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buena Vista Saltillo Coah Méx.

SIAP SAGARPA (2008), Importancia del Maíz en el sector Agropecuario Nacional. Índice de maíz (w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/Maíz/Descripcion.pdf)

Sierra M., Sandoval J. A., Gonzales M., et al, (2003), Híbrido de maíz de calidad proteínica para el trópico húmedo de México. Rev. Fitotecnia. Méx. 26(1): 117-119

Sprague G F, L A Tatum (1942), General and specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agro. 34:923-932.

Vasal, S. K; Han, G.; Vergara, N.; Ahuja, V. P.; Espinoza, M. A, (1990). XXXVI
Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador; 26-30 de marzo, 1990.
Vol. 1, 161-174 p.

VII. APÉNDICE

Cuadro 1A. Valores medios de 13 variables en 100 mestizos evaluados en la UAAAN-UL. 2009

TRAT	PEDIGREE	FF	FM	AP	AM	AC	NMZ	ASP	SG	COV	DM	LM	RMZ	RMG	C
83	(((CML343xAzulXoxocotla)//CML343//CML343)//CML343]B-B/CML495	82	84	1.6	0.7	0.7	35	1.2	1.6	2.3	4.4	18	15333	13067	AM
70	OPVDTPYTL-7-1-2/CML496	80	81	1.9	1.1	1.3	31	1.2	1.2	2.3	4.3	17	15000	12867	BL
93	Oso	80	82	1.8	1	1.4	25	1.4	1.2	1.9	4.9	19	14633	12700	PI
33	OPVDroughtAxeIY-6-2-1/CML496	81	83	1.9	1.1	0.7	35	1.2	1.4	2.2	4	17	13767	11900	AM
98	LPSC7-F86-3-1-1-1-BBxCML449	81	81	1.9	1.1	1.4	29	1.2	1.2	2.3	4.8	18	14533	11867	AM
69	OPVDTPYTL-7-1-1/CML496	82	83	1.9	1.1	1.4	31	1.4	1.4	2.2	4.1	18	13633	11833	BL
100	DTPYC9-F74-1-1-1-1-BBxCML451	81	83	1.6	0.8	0.7	28	1.2	1.6	2.3	4.2	23	14167	11833	BL
55	OPVDTPLPS-8-3-1/CML495	81	83	1.8	1.1	1.5	30	1.4	1.6	2.3	4.5	17	14000	11767	AM
49	OPVDTPLPS-4-1-1/CML495	81	82	1.9	1.1	0.7	29	1.2	1.2	2.3	4.4	18	13900	11533	AM
22	OPVDroughtAxeIW-14-1-1/CML495	80	83	1.6	0.9	1.6	33	1.4	1.2	2.2	4.4	17	13200	11267	AM
95	(LPSC7-F31-2-4-1 xcmI449)xDTPWC9-F32-1-5-1-BB	83	84	1.9	1.1	1.4	28	1.6	1.6	2.3	4.2	18	14400	11267	BL
84	(((AzulXoxocotlaxCML343)//CML444//CML444)//CML444]B-B/CML495	83	83	1.7	1	0.7	25	1.2	1.6	2.1	4.5	19	13667	11233	BL
35	OPVDroughtAxeIY-6-2-3/CML496	82	84	1.9	1.1	0.7	30	1.2	1.4	2.3	4.1	18	13033	11067	AM
86	(((AzulXoxocotlaxLPSC7-F103-2-6-1-1-BB)//CML491//CML491)//CML491]B-B/CML495	82	84	1.8	1.1	1.5	26	1.6	1.6	2.3	4.3	19	13300	11067	BL
56	OPVDTPLPS-8-3-2/CML495	80	83	1.7	1	1.4	32	1.4	1.6	2.3	4.3	18	13333	11033	BL
57	OPVDTPLPS-8-3-3/CML495	81	83	1.8	0.9	0.7	27	1.4	1.4	2.3	4.5	17	13067	10933	BL
71	OPVDTPYTL-7-1-3/CML496	80	82	2.1	1.2	0.7	27	1.4	1.4	2	4.2	18	12567	10867	BL
96	(LPSC7-F10-3-1-1xCML449)xDTPWC9-F32-1-5-1-BB	81	82	1.8	1.1	0.7	32	1.6	1.2	2.3	4.4	18	14067	10833	BL
54	OPVDTPLPS-8-2-1/CML495	80	83	1.7	1	2.9	31	1.2	1.2	2.3	4.4	17	13133	10800	AM
99	DTPWC9-F16-1-1-1-1-BBxCML495	81	82	1.8	1	1.5	24	1.2	1.2	2.3	4.6	17	12967	10800	AM
53	OPVDTPLPS-8-1-2/CML495	81	83	1.8	1	0.7	29	1.4	1.6	2.3	4.3	18	13200	10767	BL

46	OPVDTPLPS-1-1-3/CML495	79	81	1.8	1	0.7	31	1.4	1.2	2.3	4.3	17	12567	10733	AM
60	OPVDTPYTL-3-1-3/CML496	82	84	1.9	1.1	3.2	28	1.4	1.2	2.2	4.2	19	13100	10733	AM
4	OPVDroughtAxeIW-5-1-2/CML495	81	84	2	1.1	0.7	26	1.2	1.6	2.3	4.4	19	13300	10667	BL
47	OPVDTPLPS-2-1-1/CML495	82	83	1.8	0.9	0.7	30	1.2	1.6	2.3	4.3	17	12833	10667	BL
48	OPVDTPLPS-2-2-2/CML495	79	82	1.9	1.1	0.7	28	1.4	1.2	2.3	4.5	18	12967	10633	BL
2	OPVDroughtAxeIW-1-1-2/CML495	81	83	1.8	1	0.7	30	1.6	1.2	2.2	4.4	18	13433	10600	AM
24	OPVDroughtAxeIW-14-1-3/CML495	80	82	1.8	1	0.7	28	1.2	1.4	2.3	4.5	18	13100	10600	BL
25	OPVDroughtAxeIW-14-1-4/CML495	81	83	1.8	1	0.7	30	1.4	1.4	2.3	4.2	18	13267	10600	BL
5	OPVDroughtAxeIW-5-1-3/CML495	80	83	1.8	0.9	1.4	25	1.4	1.6	2.3	4.7	19	13367	10567	AM
34	OPVDroughtAxeY-6-2-2/CML496	83	84	1.9	1.1	0.7	31	1.4	1.4	2.1	4	18	12200	10567	AM
45	OPVDTPLPS-1-1-2/CML495	80	82	1.7	0.9	0.7	28	1.2	1.4	2.2	4.3	17	12400	10533	BL
20	OPVDroughtAxeIW-12-4-1/CML495	80	83	1.9	1	0.7	27	1.2	1.4	2.3	4.4	17	12533	10433	AM
17	OPVDroughtAxeIW-12-2-2/CML495	81	83	1.7	0.9	0.7	33	1.4	1.4	2.3	4.5	17	12867	10400	AM
36	OPVDroughtAxeY-6-3-1/CML496	81	83	1.8	1	0.7	28	1.2	1.2	2.2	4.1	18	12200	10400	AM
37	OPVDroughtAxeY-6-5-1/CML496	82	84	1.8	1.1	1.4	28	1.4	1.2	2.3	4.2	18	12200	10400	BL
38	OPVDroughtAxeY-6-6-1/CML496	82	83	1.8	1.1	1.4	31	1.6	1.4	2.3	4.1	17	12000	10300	AM
58	OPVDTPLPS-9-1-1/CML495	80	82	2.1	1.1	0.7	24	1.6	1.2	2.2	4.7	19	12433	10267	BL
39	OPVDroughtAxeY-6-6-2/CML496	81	83	1.9	1.1	1.9	29	1.8	1.2	2.3	3.9	17	11867	10200	AM
6	OPVDroughtAxeIW-5-2-1/CML495	81	83	1.8	0.9	0.7	29	1.2	1.6	2.3	4.4	17	12733	10133	BL
11	OPVDroughtAxeIW-9-2-1/CML495	81	83	1.8	1	0.7	28	1.6	1.4	2.3	4.5	18	12433	10133	PI
18	OPVDroughtAxeIW-12-3-1/CML495	81	83	1.8	1	1.5	27	1.4	1.2	2.3	4.3	17	12433	10100	PI
92	Puma	81	84	1.6	0.9	0.7	19	1.4	1.2	2.2	5	19	11767	10067	BL

7	OPVDroughtAxelW-6-2-2/CML495	80	81	1.8	1	0.7	25	1.2	1.2	1.9	4.1	18	11700	10033	AM
77	OPVDTPYTL-11-1-2/CML496	80	83	2.1	1.3	0.7	25	1.4	1.6	2.3	4.5	18	12200	10033	BL
9	OPVDroughtAxelW-6-4-1/CML495	82	84	2	1.1	0.7	27	1.4	1.6	2.3	4.3	17	12333	9967	BL
21	OPVDroughtAxelW-12-4-2/CML495	80	82	1.9	1.1	0.7	29	1.2	1.4	2.3	4.2	17	11900	9933	BL
75	OPVDTPYTL-10-1-1/CML496	80	83	1.7	1	0.7	28	1.4	1.2	1.9	4.2	17	11367	9933	BL
51	OPVDTPLPS-4-1-3/CML495	80	82	1.7	0.9	0.7	26	1.4	1.4	2.2	4.5	18	12200	9900	BL
72	OPVDTPYTL-7-1-4/CML496	80	82	1.9	1.1	0.7	29	1.4	1.4	1.9	4.2	18	12900	9867	BL
59	OPVDTPLPS-9-1-2/CML495	79	81	1.9	1	0.7	21	1.6	1.2	2.3	4.7	20	11767	9833	AM
79	OPVDTPYTL-12-1-1/CML496	82	84	1.8	1.1	0.7	28	1.2	1.2	2.1	4	19	11533	9833	BL
30	OPVDroughtAxelY-3-1-1/CML496	81	83	2	1.2	1.5	24	1.4	1.2	2.3	4.1	20	11467	9767	AM
66	OPVDTPYTL-6-1-1/CML496	83	84	1.6	0.9	0.7	26	1.2	1.2	2.2	4.3	19	11967	9733	AM
82	OPVDTPYTL-12-2-2/CML496	81	82	1.8	1	1.4	29	1.4	1.2	2.1	4	17	11433	9733	BL
15	OPVDroughtAxelW-12-1-2/CML495	80	82	1.7	1	0.7	24	1.4	1.4	2.2	4.4	19	12200	9700	AM
16	OPVDroughtAxelW-12-2-1/CML495	81	83	1.8	0.9	0.7	24	1.2	1.6	2.3	4.3	17	11800	9633	BL
19	OPVDroughtAxelW-12-3-2/CML495	80	82	2	1.1	0.7	26	1.2	1.6	2.3	4.4	17	11900	9600	AM
44	OPVDTPLPS-1-1-1/CML495	81	82	1.7	0.9	0.7	25	1.4	1.6	2.3	4.4	17	11533	9600	AM
94	Leopardo	77	79	1.8	1	0.7	26	1.4	1.4	2.3	4.7	16	11433	9600	PI
89	CML494xcml495	82	83	1.7	0.9	0.7	23	1.4	1.4	2.3	4.5	18	11233	9567	BL
28	OPVDroughtAxelY-2-1-2/CML496	80	81	1.8	1	0.7	31	1.2	1.2	2.1	4.1	18	11200	9467	AM
29	OPVDroughtAxelY-2-2-1/CML496	81	83	1.8	1.1	0.7	28	1.4	1.2	2.1	4	17	11200	9467	BL
26	OPVDroughtAxelW-BULK-1-1/CML495	80	82	2.2	1.2	0.7	24	1.6	1.4	2.3	4.2	18	11500	9433	AM
76	OPVDTPYTL-10-2-1/CML496	81	82	1.7	1	0.7	26	1.2	1.2	2.2	4.2	17	11200	9433	AM

90	CML451Xcml496	81	83	1.7	0.9	0.7	24	1.4	1.4	2.3	4.2	20	11300	9433	BL
8	OPVDroughtAxelW-6-3-1/CML495	81	83	1.9	1.1	0.7	24	1.2	1.4	2.3	4.3	18	11633	9333	AM
32	OPVDroughtAxelY-6-1-2/CML496	82	82	1.9	1.1	0.7	29	1.2	1.4	2.2	3.9	17	10867	9300	BL
68	OPVDTPYTL-6-2-1/CML496	81	83	1.6	0.9	0.7	26	1.2	1.6	2.3	4.1	18	11033	9233	AM
97	LPSC7-F64-2-6-2-2-BBxCML495	81	83	1.5	0.9	0.7	25	1.2	1.2	2.3	3.9	19	11200	9233	BL
61	OPVDTPYTL-3-2-1/CML496	80	83	2.2	1.2	1.4	26	1.4	1.2	1.6	4.3	19	11233	9167	BL
12	OPVDroughtAxelW-9-2-2CML495	80	82	1.8	1	0.7	24	1.4	1.4	2.3	4.3	19	11633	9133	BL
14	OPVDroughtAxelW-12-1-1/CML495	79	81	1.9	1.1	1.4	24	1.2	1.6	2.3	4.3	19	11400	9067	BL
41	OPVDroughtAxelY-10-1-1/CML496	79	82	1.8	1.1	0.7	31	1.2	1.2	2.2	4	18	10567	9000	BL
81	OPVDTPYTL-12-2-1/CML496	81	83	1.8	1	0.7	25	1.6	1.4	2.3	4	19	10833	8967	PI
43	OPVDroughtAxelY-BULK-2-1/CML496	79	81	1.8	1.1	2.4	24	1.4	1.4	2.3	4.3	19	10300	8900	BL
74	OPVDTPYTL-8-2-2/CML496	82	84	1.6	1	0.7	26	1.4	1.4	2.1	4	17	10433	8900	BL
40	OPVDroughtAxelY-7-1-1/CML496	82	83	1.7	1.1	0.7	22	1.2	1.4	2.3	4.3	17	10400	8867	BL
63	OPVDTPYTL-4-1-2/CML496	79	81	1.9	1	0.7	27	1.2	1.2	2.3	3.8	18	10400	8867	PI
85	[[([AzulxocouaxLP3C7-F103-2-0-1-1-BB])/CML312]/(CLQ-RCWQ83/CML312SR/)/CML312)xCML312sr)-2-6-b]-B-B/CML495	80	83	1.5	0.7	0.7	23	1.2	1.6	2.3	4.2	19	10800	8800	BL
3	OPVDroughtAxelW-2-1-1/CML495	80	82	1.8	1	1.9	20	1.2	1.2	2.3	4.5	18	10767	8767	AM
50	OPVDTPLPS-4-1-2/CML495	80	82	1.8	1	2.2	26	1.6	1.2	2.1	3.9	11	10300	8767	BL
27	OPVDroughtAxelW-BULK-1-2/CML495	81	83	1.7	0.9	0.7	23	1.4	1.4	2.3	4.3	19	11333	8733	AM
62	OPVDTPLPS-8-3-1/CML496	81	83	1.8	1.1	0.7	22	1.4	1.2	2.3	4.2	18	10400	8733	BL
31	OPVDroughtAxelY-6-1-1/CML496	82	84	1.9	1.1	1.8	25	1.4	1.2	2.3	4	18	10200	8700	AM
73	OPVDTPYTL-8-2-1/CML496	81	82	1.8	1	2.8	23	1.2	1.2	2	4.1	18	10167	8667	AM
23	OPVDroughtAxelW-14-1-2/CML495	82	84	1.7	0.9	0.7	25	1.2	1.4	2.3	4.2	19	10833	8567	AM

67	OPVDTPYTL-6-1-2/CML496	79	81	1.7	0.9	0.7	22	1.6	1.2	2.3	4.2	19	10500	8567	BL
52	OPVDTPLPS-8-1-1/CML495	81	82	1.9	1	1.7	24	1.2	1.6	2.3	4.2	18	10700	8467	BL
10	OPVDroughtAxeIW-9-1-2/CML495	81	82	1.4	0.8	0.7	24	1.2	1.2	2.2	4.6	19	10800	8433	BL
80	OPVDTPYTL-12-1-2/CML496	82	83	1.7	1	0.7	22	1.4	1.4	1.8	4.3	20	10033	8433	BL
13	OPVDroughtAxeIW-10-2-1/CML495	81	82	1.8	1	0.7	25	1.4	1.4	2.3	4.4	15	10800	8400	BL
78	OPVDTPYTL-11-2-1/CML496	80	82	1.7	1	0.7	25	1.2	1.2	2.2	4	16	9900	8233	BL
42	OPVDroughtAxeIY-11-1-1/CML496	80	82	1.8	0.9	1.6	24	1.2	1.2	2.1	4.2	18	10033	8200	AM
1	OPVDroughtAxeIIW-1-1-1/CML495	79	82	1.7	1.1	0.7	18	1.8	1.4	2.3	4.5	19	9633	7867	BL
91	CML491xCML492	82	84	1.7	1	1.8	21	1.2	1.6	2.3	4.4	19	10200	7800	AM
87	[[AzulXoxocotlaxLPSC7-F103-2-6-1-1-BB]]/CML494//CML494]-B-B/CML495	81	83	1.8	1	0.7	22	1.2	1.6	2	4.4	19	8900	7300	AM
65	OPVDTPYTL-5-2-3/CML496	81	83	1.9	1.1	0.7	16	1.2	1.2	2.3	4.2	17	7267	6033	AM
88	[[CML451xAzulXoxocotla]]/CML451//CML451]]/CML451]B-B/CML496	79	83	1.7	0.9	0.7	18	1.2	1.6	2.3	4.2	16	7100	5533	BL
64	OPVDTPYTL-5-1-1/CML496	83	84	2	1.1	2.4	15	1.4	1.2	2.1	4.2	18	6533	5467	AM
Media		81	82	1.8	1	1	26	1.3	1.4	2.2	4.3	18	11853	9810	
Max		83	84	2.2	1.3	3.2	35	1.8	1.6	2.3	5	23	15333	13067	
Min		77	79	1.4	0.7	0.7	15	1.2	1.2	1.6	3.8	11	6533	5467	
Tukey		5	5	0.4	0.3	3.3	17	0.9	0.7	0.7	0.5	5.2	6838	5834	

Cuadro 1B. Aptitud combinatoria general con el probador CML495.

ENTRADA	FF	FM	AP	AM	AC	NMZ	ASP	SG	COV	DM	LM	RMZ	RMG
83	1	1.5	-0.4	-0.3	-0.3	8.5	0.2	0.6	0.3	0.44	0.15	3613	3357
55	-0.5	0.5	-0.2	0.06	0.45	3.5	0.4	0.6	0.3	0.51	-1.2	2280	2057
49	-0.5	0	-0.1	0.06	-0.3	3	0.2	0.2	0.3	0.38	-0.3	2180	1823
22	1.5	1.5	-0.1	0.07	0.35	1.5	0.6	0.6	0.3	0.24	0.15	2680	1557
84	1.5	1	-0.3	0.02	-0.3	-1.5	0.2	0.6	0.1	0.5	1.25	1947	1523
56	-1	0.5	-0.3	-0	0.4	6	0.4	0.6	0.3	0.28	-0.4	1613	1323
57	-0.5	0.5	-0.3	-0.1	-0.3	1	0.4	0.4	0.3	0.48	-1.1	1347	1223
54	-1	0.5	-0.3	0.04	1.9	5	0.2	0.2	0.3	0.43	-1	1413	1090
53	0	1	-0.2	0.01	-0.3	2.5	0.4	0.6	0.3	0.25	0.21	1480	1057
46	-2	-1	-0.2	0	-0.3	4.5	0.4	0.2	0.3	0.27	-1	847	1023

Cuadro 1C. Aptitud combinatoria general con el probador CML496.

ENTRADA	FF	FM	AP	AM	AC	NMZ	ASP	SG	COV	DM	LM	RMZ	RMG
70	-1	-1	-0.1	0.13	0.3	5	0.2	0.2	0.3	0.34	-0.8	3280	3157
33	0	1	-0.1	0.14	-0.3	9	0.2	0.4	0.2	0	-0.7	2047	2190
69	1	1	-0.1	0.09	0.4	5	0.4	0.4	0.2	0.07	0.39	1913	2123
35	1	2	-0.1	0.12	-0.3	3.5	0.2	0.4	0.3	0.05	-0.3	1313	1357
71	-1	0	0.05	0.19	-0.3	1	0.4	0.4	-0.1	0.17	0.15	847	1157
60	1	1.5	-0.1	0.11	2.2	1.5	0.4	0.2	0.2	0.2	1.35	1380	1023
34	1.5	1.5	-0.1	0.05	-0.3	4.5	0.4	0.4	0.1	-0	0.35	480	857
36	-0.5	0.5	-0.2	0.03	-0.3	1.5	0.2	0.2	0.2	0.05	0.01	480	690
37	0.5	1.5	-0.2	0.09	0.4	1.5	0.4	0.2	0.3	0.16	0.4	480	690
38	1	0.5	-0.2	0.06	0.4	4.5	0.6	0.4	0.3	0.12	-0.6	280	590

Cuadro 1D. Codificación para el diseño de alfa látice en lenguaje SAS. 2010

```
options nodate pageno=1;
data a;
input Blo Rep Trat FF FM AP AM AC NMZ ASP SG COB DM LM RMZ RG;
cards;

;
proc glm data=a;
class blo rep trat;
model FF--RG=rep blo(rep) trat/ss3;
random rep blo (rep)/test;
means trat/ssd;
run;
```
