

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Evaluación de híbridos de maíz formados entre  
materiales EXÓTICOS Y germoplasma DEL BAJÍO  
por  
Flavio Ramos Domínguez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener  
el título de:  
ingeniero agrónomo fitotecnista

buenavista, saltillo, coahuila, méxico  
abril de 1998

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA `` ANTONIO NARRO ``

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO





Hipótesis	3
Revisión de Literatura	4
Materiales y Métodos	19
Material Genético	19
Descripción del área de Estudio	20
Metodología para la Selección	21
Metodología previa a la evaluación.	22
Descripción de las parcelas experimentales	22
Recolección de datos	24
Análisis Estadísticos	27
Análisis Combinado	30
Prepotencia	32
Resultados y Discusión	33
Conclusiones	50
Resumen	51
Bibliografía	54

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 3.1 Características de las parcelas de cada una de las localidades de evaluación	22
Cuadro 3.2 Estructura del análisis de varianza individual	28
Cuadro 3.3 Estructura del análisis de varianza combinado	31

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para rendimiento y otras características agronómicas de tres experimentos, evaluados en Celaya, Gto. durante 1996.	34
Cuadro 4.2 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para rendimiento y otras características agronómicas de tres experimentos, evaluados en Sandía El Grande, N. L.	37
Cuadro 4.3 Cuadrados medios de análisis de varianza cobinado, para rendimiento y otras características agronómicas de tres experimentos evaluados en Celaya, Gto. y Sandía El Grande N.L.	40
Cuadro 4.4 Concentración de medias de rendimiento y otras características agronómicas de los mejores híbridos seleccionados en los tres experimentos atraves de dos localidades y en base al comportamiento del mejor testigo.	45
Cuadro 4.5 Prepotencias (Pp) estimadas para rendimiento y otras características de las mejores cruza simples progenitoras del los híbridos experimentales evaluados.	48

## **DEDICATORIA**

A ti señor por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante en mi formación como profesionista y a ti virgen de Guadalupe gracias por todo ese amor que me has brindado siempre sin pedir nada a cambio.

A mis Padres:

Sr. Leopoldo Ramos Ocaña.

Sra. Elvira Domínguez Pérez.

Con el más grande respeto amor y sinceridad por todo el amor y apoyo que siempre me brindaron desde el inicio de mis estudios, hasta la culminación de estos, por esto y muchas otras cosas más que he recibido de ustedes, gracias.

A mis Hermanos y Hermanas:

Hernan, Leopoldo, Rubén A.; Blanca E., Ilda Ma., Lilia, Angela, Matilde E., Rubí Celia, Bella O., Sara, Ma. Otilia., por todo el amor y apoyo que siempre me han brindado, en especial a mi hermana Matilde E. y Bella O. gracias y que dios los bendiga siempre.

A todos mis sobrinos y sobrinas con mucho cariño.

A todos mis cuñados y cuñadas con cariño y el respeto que se merecen, en especial a mi cuñado Bersain.

A mi abuelita Eliza Perez de Dominguez con mucho amor.

A toda mi familia por todo el apoyo moral que me han brindado.

Al Grupo de Misioneras (os) Laicos del Sagrado Corazón de Jesús y Sta. Ma. de Guadalupe por su Amistad, Cariño y Hermandad que Dios los Bendiga Siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Universidad Autónoma Agraria “ Antonio Narro “ por haberme dado la oportunidad de formarme en sus aulas y campos como profesionista.

Al Ing. M.C. Humberto De León Castillo, por su valioso tiempo que me brindo para la revisión y sugerencias en la presente investigación, por su sincera amistad, apoyo moral y confianza que siempre me demostro.

Al Ing. M.C. Alfredo de la Rosa Loera, por su asesoría y sugerencias en la presente investigación y por su valiosa amistad.

Al Ing. Felipa Morales Luna, por la revisión y sugerencias en la presente investigación, por su amistad y apoyo incondicional que siempre me brindo.

Al personal Académico del Departamento de Fitomejoramiento por sus conocimientos y experiencias compartidas conmigo.

Al Instituto Mexicano del Maíz “ Dr. Mario Castro Gil “ a sus tecnicos y trabajadores por contribuir directa o indirectamente en la realización del presente trabajo.

A Lic. Sandra López B. por su apoyo en el manejo de paquetes computacionales.

A ti Laura I. por todo el apoyo y amor que me has brindado

.A mis compañeros de la generación LXXXIV, en especial a la primera sección de **Fitotecnia**. por todos los momentos que compartimos juntos durante nuestra formación.

A todas las personas que de una u otra forma me han apoyado gracia.

## INTRODUCCIÓN



La alimentación de los pueblos ha sido siempre un problema vigente para la mayoría de los países en desarrollo, y el crecimiento desequilibrado de su población trae consigo una fuerte demanda de alimentos básicos entre ellos el maíz.

Ante esta situación el gobierno Mexicano por medio de sus organismos oficiales de investigación, centros de estudios, como también empresas privadas, se han dado a la tarea de obtener materiales genéticamente superiores a los que actualmente se encuentran en el mercado.

Para lograr el éxito en los programas de mejoramiento genético, encaminados a la formación de nuevos híbridos y/o variedades de alto rendimiento es necesario contemplar lo siguiente: una amplia base genética, utilizar una adecuada metodología y un criterio de selección eficiente para identificar los mejores progenitores de los nuevos cultivares que pueden ser explotados comercialmente en diferentes ambientes ya que el seleccionar adecuadamente los progenitores, permite explotar al máximo el fenómeno de heterosis.

El Instituto Mexicano del Maíz Dr. Mario E. Castro Gil. ( I.M.M. ) de la U.A.A.A.N., ubicada en Buenavista Saltillo Coahuila, en donde se llevan a cabo programas de mejoramiento genético de Maíz por la obtención de híbridos y variedades, entre los que destacan los genotipos dirigidos al bajo mexicano. Estos programas de mejoramiento genético, son llevados a cabo mediante la obtención de líneas y cruces

simples con capacidad de producir híbridos sobresalientes, las cuales son evaluados a través de cruza con otros materiales en varios ambientes, y así obtener los híbridos experimentales.

En el presente trabajo se evaluaron genotipos formados con germoplasma exóticos y materiales formados en este Instituto Mexicano del Maíz.

### **OBJETIVOS:**

Identificar híbridos experimentales, formados con germoplasma exótico y adaptado sobresalientes que superen en rendimiento y/o características agronómicas al mejor testigo.

Estimar la habilidad combinatoria de las cruza simples principalmente de las introducidas involucradas en la formación de los híbridos dobles.

### **HIPOTESIS:**

Al menos uno de los híbridos experimentales debido a la diversidad genética entre otras causas superara en rendimiento y/o características agronómicas a los testigos utilizados.

Del total de los progenitores exóticos utilizadas en la formación de los híbridos experimentales se encuentra alguna con capacidad superior de combinación.

### **REVISIÓN DE LITERATURA.**¡Error! Marcador no definido.

El elegir un germoplasma es una de las decisiones más importantes para los mejoradores de plantas al iniciar un programa de mejoramiento. Un amplio rango de

germoplasma esta disponible para los mejoradores de maíz, a menudo la información no esta disponible para los mejoradores para tomar las decisiones apropiadas. Los tipos de germoplasma son mejores en unas áreas ecologicas que en otras , y la variabilidad genética puede ser mayor en algunas localidades que en otras. Los tipos de gemoplasmas disponibles y las elecciones de germoplasma usado también depende en los tipos de cultivos, sembrados por los productores.

La base más amplia de germoplasma de maíz, ésta disponible en la Franja Maicera de Estados Unidos las fuentes del germoplasma usado han enfatizado el Iowa stiff stak Synthetic.

Los híbridos simples son usados en un 100 por ciento en el área establecidas de maíz en la Franja Maicera de Estados Unidos, Los grupos heteroticos of iowa stiff syntetic and lancaster sure crop se usan para adquirir líneas de las variedades respectivas para la actuación superior del híbrido.

Aunque el progreso genético se haya venido haciendo en los métodos de mejoramiento usando en el desarrollo de cruzas simples.

Existen preocupaciones de que la base genética se haya vuelto restringida y que los grupos heteroticos nuevos deberían ser desarrollados Smith (1988) que de 138 híbridos usados actualmente en los E.U. son muy dependientes en el uso de B73, AG32, oh43 y Mo17. B73 y AG 32 ( B14 recuperación nueva) son usados como padres de semillas y son representativo de Iowa Stiff Stalk Synthetic y oh43 y Mo17 (c103 recuperación) son de

Lascaster sure crop. Los métodos de mejoramiento que enfatizan la selección con cruzas endogámicas de elite por elite han desarrollado líneas de segundo ciclo que incrementa el comportamiento del grupo heterotico.

El potencial del germoplasma exótico para incrementar el germoplasma templado se ha venido proponiendo por investigadores como son: (Wellhasen, 1965; Bronwn, 1975; Lomquist,1974; Goodman, 1965; Hallauer, 1978). La extensión actual de los esfuerzos de investigación en el germoplasma exótico ha sido relativamente limitada (Goodman 1965), la estimación de variabilidades genéticas lo uso en programas de mejoramiento vía selección recurrente (Iglesias y Hallauer, 1991 ), y la evaluación de cruzas examinadas de la Franja Maicera de E.U. ( Oyervides-García *et al*, 1985).

A existido interés en el uso de germoplasma exótico en áreas templadas, programas extensivos no han conducido para determinar el ultimo valor del germoplasma exótico para el uso de los programas de mejoramiento aplicado.

Las investigaciones referentes a la adaptación y uso del potencial del germoplasma tropical será resumido en tres áreas de investigación que han conducido : 1) El uso de selección masal para adaptar el compuesto ETO; compuesto antiguo, compuesto tuxpeño y suwan-1 de medio ambiente0 templado 2.) Selección de progenie endogamica, con poblaciones que incluyeron 0, 25, 50, y 100 por ciento de germoplasma exótico, y 3.) La evaluación de materiales seleccionados provenientes de México y la Franja Maicera de E.U. en cruzas examinadas.

Brevemente, la selección masal para la adaptación ha sido efectiva adaptado al ETO, antigua y Tuxpeño en medio ambiente templado y parece que Suwan-1 será adaptado en un futuro no muy lejano. La selección de progenie endogámica recurrente ( $s_1$  y  $s_2$ ) inicialmente parecía efectiva (2 o 3 ciclos) para el mejoramiento de la población con germoplasma exótico, pero en ciclos de selección más avanzados no fueron efectivos a causa de los efectos de fotoperiodos, no se adquiría información muy importante de cruces examinadas testcross de variedades tropicales que fueron evaluadas en la Franja Maicera de E.U.A.

Melhus ( 1948 ) informó de gran variabilidad en los caracteres vegetativos y reproductivos del maíz de Centroamérica y México se descubrieron variedades resistentes a enfermedades e insectos. Algunas colecciones se cruzaron con diferentes líneas puras de Estados Unidos, una mayor altura planta , pedúnculos más cortos de la mazorca, y la forma puntiaguda de la mazorca y la excesiva cubierta de las espigas ( totomoxtle ) de los progenitores Guatemaltecos estuvieron ausentes en la mayoría de los híbridos. Melhus informó que el maíz Guatemalteco cruzados con líneas de EUA. produjo híbridos que compitieron favorablemente en precocidad y respuesta al crecimiento con algunos híbridos de E.U.

Griffing y Lindstron ( 1954 ), demostraron que los híbridos de maíz derivados de endocrias y que contenían germoplasma exótico frecuentemente exceden en rendimiento a los de fuente adaptada. Kramer y Ullstrup ( 1959 ), usaron 1,066 introducciones de maíz

exótico de madurez típica del centro de la franja maicera de Estados Unidos , pero no tuvieron resultados estimulantes para altos rendimientos en sus cruzas.

Wellhausen ( 1956- 1965 ), informo sobre el germoplasma exótico para el mejoramiento del maíz, el uso de este material en híbridos comerciales en Estados Unidos ha sido mínimo debido a la altura excesiva de la planta, sensibilidad al fotoperiodo y otras características agronómicas indeseables.

Efron y Everett ( 1969 ) evaluaran el germoplasma exótico para el mejoramiento de maíz híbridos en el norte de Estados Unidos, usaron 36 líneas sintéticas derivados de cruzas entre híbridos de Nueva York y mezclas de lotes de polen exótico. Las líneas sintéticas se derivaron en tres grupos : M, originado de cruzas con múltiples razas de maíz; C, de cruzas con una mezcla de maíz-teosintle seleccionada por semejanza con el maíz; y T, de cruzas con una mezcla de maíz-teosintle seleccionada por semejanza con el teosintle. El estudio reveló que los grupos M, C y T difirieron en el número de nudos cromosómicos, números de hileras de grano y en precocidad. La introducción de cantidades crecientes de germoplasma de teosintle dio plantas de maduración precoz con mayor contenido de materia seca en la estufa y de grano, pero con plantas vegetativamente menos vigorosas. En evaluación de mestizos, con cuatro probadores, las líneas sintéticas rindieron significativamente menos granos que los testigos, pero tuvieron un excelente crecimiento vegetativo. Los híbridos de Nueva York fueron significativamente diferentes en su aptitud combinatoria con germoplasmas exóticos. Se encontraron coeficiente de correlación significativas entre el número de nudo cromosómicos y siete variables.

Eberhart (1971) informó sobre una evaluación regional de variedades de maíz de Estados Unidos y semiexótico, identificó tres variedades semiexóticas de la faja maicera y dos variedades semiexóticas sureñas que se aproximaban o excedían al comportamiento de las variedades de Estados Unidos se necesitaron dos décadas o más de mejoramiento para desarrollarlas como poblaciones potenciales para ser usadas como fuentes para el desarrollo de híbridos. Concluyó que estas variedades semiexóticas podían ser fuentes potenciales de resistencia genética a insectos y enfermedades, incluyendo el tizón foliar por maydis ( *Helminthosporium maydis* ).

Hallauer y Sears (1972) integraron germoplasma exótico en sus programas de fitomejoramiento de la faja maicera, señalaron que los mecanismos para crear variabilidad genética incluyen la hibridación de materiales adaptados, agentes mutagénicos y la introducción de germoplasma de otras fuentes. Compararon dos procedimientos para integrar el " compuesto ETO " Colombiano en sus programas de mejoramiento. La selección masal para floración femenina precoz hizo descender el intervalo de la siembra a la aparición de los estigmas en 20 días, con un decremento promedio de 3.8 días por ciclo de selección. Un cambio concomitante de la selección masal para la floración femenina , precoz fue un decremento promedio de 15 cm. en altura de la mazorca por ciclo de selección. La correlación entre la floración femenina precoz y la menor altura de la mazorca fue de 0.89 las cruces compuesto ETO X líneas precoces, promediaron 10 % de heterosis para la floración femenina temprana, en relación con el promedio de los progenitores. La



selección masal para floración femenina precoz fue efectiva para adaptar el compuesto ETO a la faja maicera.

Con el fin de estudiar la respuesta resultante en las cruzas de maíces del trópico (raza tuxpeño) con los de la mesa Central (raza chalqueño) en México, Sánchez *et al* (1973) realizaron cruzas y retrocruzas en base a tres niveles de variedad genética (líneas, variedades y compuestos) obteniendo combinaciones con dosis de germoplasma exótico que variaron de 0 a 100 por ciento. Esta dosis tuvieron una respuesta de tipo cuadrática en relación al rendimiento. La dosis óptima de germoplasma exótico varía con el tipo de material usados y con el ambiente en que se prueba el material de cruce, e.g., en Tepalcingo Mor. tuvieron éxito las dosis de germoplasma exótico en porcentajes de 43.40, 28.63 y 22.03 para línea, variedades y compuestos, respectivamente; en Cotaxtla, Ver. para líneas el porcentaje resultó 11.90 y para variedades y compuestos se encuentra entre 0.0 y 12.5 por ciento de germoplasma exótico. En general, se encontró que a mayor amplitud germoplásmica corresponde una menor dosis de germoplasma exótico para maximizar el rendimiento.

Crossa y Gardher (1984), obtuvieron resultados similares a los anteriores en cuanto al tipo de respuesta de la dosis de germoplasma en relación al rendimiento, al evaluar noventa líneas  $s_1$  de maíz derivados de poblaciones con 50, 75 y 100 por ciento de germoplasma adaptado a la faja maicera de Estados Unidos, las evaluaciones muestran que las medias de rendimiento de grano de las familias  $s_1$  con 100, 75 y 50 por ciento de germoplasma adaptado fueron 4.13, 4.12 y 3.49 toneladas por hectárea respectivamente.

## HETEROSIS

Gardner (1982), menciona que los efectos de heterosis sirven como indicadores de la diversidad genética entre materiales bajo evaluación y proporcionan las bases para la elección y formación de fuentes germoplásmicas. Para formar una sola fuente germoplásmica, se puede escoger aquellos progenitores que proporcionen una media de expresión alta, gran variabilidad genética, y altas ganancias esperadas al practicar selección recurrente. Para formar dos fuentes germoplásmicas con el propósito de programas de selección recíproca recurrente es importante escoger los progenitores que exhiban medias altas, máxima heterosis interpoblacional y altas ganancias en la selección, recíproca recurrente.

Mungoma y Pollak (1988), mencionan que abundante heterosis manifestada en las cruces de dos poblaciones conducen a la conclusión que las variedades parentales son más diversas genéticamente que las variedades que manifiestan poca o nula heterosis. Anteriormente Gardner (1982), había comentado que los efectos de heterosis sirven como una guía para la diversidad genética y provee bases para la formación de pools genéticos y así como la elección de dos pools de germoplasma para ser usada en un programa de selección recíproca recurrente.

Ordás (1991), realizó un estudio para determinar la relación heterótica entre germoplasma español y germoplasma de E.U. e identificar el patrón heterótico para un

sistema comprensivo de mejoramiento. Concluyendo que el material español puede enriquecer la base genética de los programas de mejoramiento en corto tiempo para zonas templadas, ya que proporciona buena heterosis con el material de EUA. y está probablemente bien adaptado a las condiciones climáticas de esas áreas. Un programa de mejoramiento de selección recurrente para el Sur de Europa basado en los patrones heteróticos NS x SS que debe producir altas ganancias en el rendimiento. Para el maíz de EUA esto podría ser útil para comenzar un esquema de selección con el germoplasma del Sur de España. Además agrega que la cantidad de heterosis mostrada por un híbrido depende mayormente de la divergencia genética de las variedades parentales de las cuales han sido extraídas.

Crossa *et al.* (1987), evaluaron un dialélico de 13 poblaciones para rendimiento de grano y altura de planta en cinco localidades de E.U.A. (Universidad de Nebraska). Estas poblaciones incluyen cinco adaptadas, cinco adaptadas por exótico, dos compuestos de adaptadas y exótico, y una exótica seleccionada para adaptabilidad se cruzaron en apareamiento dialélico, encontraron que los efectos genéticos aditivos y no aditivos contribuyeron con el 60 y 40 por ciento de la variación total entre las poblaciones respectivamente para rendimiento de grano, y 86 por ciento y 14 por ciento de la variación total respectivamente. para altura de planta. Los componentes de heterosis fueron significantes en el análisis combinados para ambas características. Además sugieren que una población exótica (tuxpeño x Antigua grupo 2) y tres poblaciones adaptadas [compuesto 307, NB(S<sub>1</sub>)C-3 y NK(S<sub>1</sub>)C3] se deberán combinar para formar una población con alto rendimiento.

Sus resultados indicaron que diversa poblaciones con medias altas desarrolladas en cruza y derivadas por composición de germoplasma que muestran considerables heterosis no se encontraron entre aquellas que tuvieron alta heterosis varietal, los progenitores elegidos para compuestos se usarán en programas de selección recurrente (particularmente aquellos que contienen germoplasma exótico), es importante para examinar la relación entre poblaciones y sus patrones heteróticos.

## **HÍBRIDOS DOBLES**

**¡Error! Marcador no definido.**

Shull ( 1909 ), fue el primero que utilizo el método de mejoramiento de maíz con líneas puras, basado en las líneas puras obtenidas por autofecundación prolongada y la utilización de los híbridos F1 entre estas líneas puras para la producción de la cosecha comercial. Propuso utilizar híbridos simples para la siembra comercial, fabricando estos híbridos entre pares de líneas puras seleccionadas por su mejor aptitud combinatoria.

Este plan no condujo a la utilización extensiva de las variedades híbridas por varias razones.

Primero, no se disponía de líneas puras que fueran capaces de producir híbridos suficientemente superiores en calidad que las mejores variedades de polinización abierta para que resultasen atractivas para los agricultores.

Segundo, la semilla híbrida era cara por que el progenitor femenino una línea pura poco productiva y la tercera parte o la mitad del campo estaba ocupada por el progenitor masculino lo que reducía más el rendimiento de semilla por hectárea.

Tercero, las semillas híbridas F1 eran pequeñas y con frecuencia deformadas, debido a lo cual se tuvieron dificultades con las maquinas sembradoras y también mala germinación.

Jones (1918), sugirió el híbrido doble lo que hizo posible la utilización económica de los maíces híbridos. Un híbrido doble es la F1 de dos híbridos simples. Así, A,B,C y D representan líneas puras. Uno de los híbridos simples puede estar representado por A x B y uno de los posibles híbridos dobles por (AxB)(CxD).

Allard ( 1985 ), menciona que aunque la primera producción comercial de un híbrido doble tuvo lugar en 1921, transcurrió un considerable período de tiempo antes de que el maíz híbrido llegase a ser un factor importante en la agricultura. En 1933, menos del uno por ciento de la superficie sembrada de maíz lo era de maíces híbridos y para 1944 las variedades híbridas ocupaban más del ochenta por ciento de la superficie.

Jugenheimer ( 1985 ), menciona que el maíz se cultivo a nivel mundial en más de 104 millones de hectáreas. En 1970 los países con las mayores superficies dedicadas al cultivo del maíz fueron Estados Unidos, Brasil, México, Sudáfrica, India, U.R.S.S., Argentina, Rumania, Y Indonesia y Filipinas. Las cruza dobles son ligeramente más

variables en los caracteres de la planta y la mazorca que las cruzas simples o las de tres elementos, lo cual puede ser una ventaja cuando el cultivo se siembre bajo condiciones adversas.

Allard ( 1985 ), indica que se comprende que la obtención del híbrido doble de maíz fue una de los acontecimientos más importantes en la historia de la agricultura.

Jugenheimer ( 1987 ), el esfuerzo para desarrollar híbridos adaptados a estaciones de crecimiento de duración variable ha dado como resultado la expansión de la producción en muchas regiones.

Gardner ( 1982 ), indico que las cruzas dobles no mejoran el vigor híbrido más allá del que confiere la crusa simple; su principal mérito es el producir plantas uniformes y vigorosas para la producción de semillas, reduciendo así el costo de las semillas comerciales. También es posible mejorar la uniformidad de la cosecha en cuanto altura, rendimiento y características de la mazorca.

Cortez ( 1982 ), indicó que los métodos secuenciales de obtención de líneas endocriadas, cruzas de prueba ( mestizos ), predicción de cruzas dobles y evaluación de generaciones tempranas fueron efectivas para la obtención de híbridos dobles.

Betancourt ( 1988 ), concluye que los híbridos que evaluó y que resultaron mejores por su estabilidad en rendimiento y características agronómicas son los híbridos dobles,

razón por la cual su explotación comercial es ventajosa por la economía en la producción de semilla sugieren también que estos híbridos experimentales se cultiven a un nivel semicomercial en trópico seco y bajo.

Olivares ( 1989 ), menciona que entre los híbridos experimentales, existió variabilidad para el carácter de rendimiento y demás características agronómicas, que le permitieron seleccionar entre ellos el mejor híbrido doble. También menciona que las cruza simples son de mayor aptitud combinatoria general.

Ortega ( 1990 ), menciona que la producción de semilla híbrida de las cruza dobles es generalmente mayor que la cruza simple, debido a que las cruza dobles ( híbrido doble ) su semilla proviene de cruza simples ( híbrido simple ) y no de líneas como el caso de la cruza simple y por lo que es económicamente más fácil producir semilla de cruza doble.

### **HÍBRIDOS TRIPLES.**

El híbrido F1 entre un par de líneas se puede cruzar otra vez con una línea pura para producir un híbrido triple.

El híbrido simple se utiliza como progenitor femenino, para que la línea pura utilizada como progenitor masculino dé buenos resultados, debe ser una excelente productora de polen. Allard (1967).

## **HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL ( ACG )**

La habilidad Combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad es medida por medio de su progenie.

La ACG es el comportamiento de una línea en combinaciones híbridas (Marquez, 1988; Jugenheimer, 1981).

Reyes (1971), menciona que la habilidad combinatoria general, se puede evaluar en los primeros ciclos de autofecundación, razón por lo que se le ha designado como “prueba temprana de las líneas” el trabajo mecánico para la prueba de ACG. Consiste en la formación de mestizos y su evaluación en pruebas de rendimiento, diseñando experimentos donde se ensayen los mestizos y se debe de incluir como testigo, semillas de la variedad criolla de uso común en siembras comerciales y la variedad probadora o macho del lote del desespigamiento. La Aptitud Combinatoria General estima la acción genética aditiva.

Kobelev ( 1991 ), utilizó un método complejo para la producción de semilla de basada sobre un estudio comprensivo de los principales tratamientos de líneas, la adecuada clasificación de las líneas para colección fue mediante fenotipo, genotipo, características métricas y síntesis de forma parentales con alta aptitud combinatoria



general para para usarse en cruzas. El método de producción comprende la alta producción híbrida con buen potencial adaptativo.

Beard (1940 ), Sprague y Tatum ( 1942 ), proporcionaron evidencia experimental sobre la ACG., en comparación con la ACE. Dividieron la acción genética relacionada con la habilidad combinatoria general y específica, supusieron que la ACG. Era el resultado de la acción genética aditiva, mientras que la ACE dependía de la dominancia de epistasis y de las interacciones genotipo-ambiente.

Peña et al (1994), determinan aptitud combinatoria de líneas en combinaciones con variedades adaptadas con el fin de identificar híbridos más sobresalientes a corto plazo, encontrando que los efectos de dominancia se manifiestan en una mayor eficiencia para precocidad . Además encontró alta variabilidad genética entre el material estudiado que puede ser útil en la formación de híbridos de buen potencial de producción.

De León (1987), encontro efectos de ACG en familias de hermanos completos de maíz, así como en líneas  $s_2$  derivadas de estas familias, concluyendo que la habilidad combinatoria es heredada a sus descendientes.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **MATERIAL GENETICO**

Se evaluaron 27 progenitores provenientes de 0,50 y 100 de las cuales ocho estaban formadas con cero por ciento, 17 con 50 por ciento y dos con 100 por ciento de germoplasma exótico normales de diferente fondo genéticos; cabe aclarar que el material exótico utilizado estuvo formado por líneas altamente endogámicas de poblaciones tropicales así como por algunas líneas recicladas. Estos individuos se cruzaron entre sí, asegurándose que cada una se cruzara con al menos cinco hembras diferentes dando un total de 138 híbridos experimentales con 0,25,33,50 y 66 por ciento de germoplasma exótico. Las cruces de prueba se ensayaron con cuatro testigos seleccionados los cuales fueron AN 447R, AN 452, C381, C221 y se subdividieron en tres experimentos únicamente para minimizar la varianza ambiental y tener una mejor evaluación, estos experimentos se evaluaron en las localidades de Celaya, Gto. y Sandia El grande, N.L.

## **DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO**

La presente investigación se realizó en las localidades de Celaya, Guanajuato y Sandia El Grande, Nuevo León durante el ciclo primavera - verano de 1996, los cuales tienen una gran diferencia en cuanto a factores climáticos, edáficos, entre otros. La primera localidad cuenta con mejores atributos como por ejemplo mejor calidad de suelos y clima más favorable. A continuación se dará una breve descripción de las áreas utilizadas.

## CARACTERÍSTICAS DE CELAYA GTO.

Esta localidad se encuentra situada dentro del municipio de Celaya, Gto. Se considera una localidad representativa de la región del bajo mexicano muy importante para las actividades agrícolas, y siendo así, se ha utilizado como área para un fin de evaluaciones en lo que respecta al cultivo del maíz, esto para aportar una alternativa más al productor de la región. Esta región se encuentra localizada a 20° 31' latitud norte, y a los 100° 49' longitud oeste y una altitud de 1800 msnm. Las condiciones climatológicas que predominan en la región son: Temperatura media anual de 18°C y una precipitación media anual de 683 mm.

## CARACTERÍSTICAS DE SANDIA EL GRANDE N.L.

Se considera que esta localidad cuenta con características climáticas adversas, por lo que se ha utilizado para evaluar materiales del Instituto Mexicano del Maíz, que comparado con otros climas, ha servido para poder hacer selección. Esta región se encuentra ubicada a los 24° 12' latitud norte y a los 100° 5' longitud oeste, se localiza a una altitud de 1590 msnm, la Temperatura media anual es de 18.3°C, y cuenta con una precipitación media anual de 300 mm.

## **METODOLOGIA PARA LA SELECCION.**

Se seleccionara material precoz ya que esto permite que sean sembrados en zonas de temporal además de que este permanece menos tiempo en el campo, se seleccionaran plantas con una altura intermedia además de ser más resistentes al acame que las de mayor altura producen más forraje que las de porte bajo. En cuanto a la altura de mazorca se seleccionaran a aquellos fenotipos que presentaran una altura de mazorca intermedia ya que facilitan la cosecha manual así como con maquinaria, con respecto a la característica de acame de raíz se seleccionaran aquellas que presentaron el menor porcentaje de acame esto con el fin de tener plantas con un buen anclaje para evitar sean tiradas por el viento, a mala cobertura se identificaran los fenotipos que presenten menor porcentaje de mala cobertura ya que cuando la mazorca se encuentra bien cubierta por el totomoxtle se evita en mayor porcentaje que esta se pudra. En base al rendimiento se aislaran las mas rendidoras; al material seleccionado se le estimara la dosis de germoplasma exótico.

### **METODOLOGÍA PREVIA A LA EVALUACIÓN**

La siembra de los experimentos en cada localidad se realizó de manera independiente; estableciéndose la fecha de siembra para cada localidad de acuerdo a las condiciones que presenta cada una de ellas y a las recomendaciones técnicas establecidas por la Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) y el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” (IMM).

### **DESCRIPCIÓN DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES**

La distribución de las parcelas experimentales se realizó bajo el diseño de bloques al azar, para cada una de las localidades donde se estableció el experimento.

Las siembras se realizaron a tierra venida utilizando hilos, alambres, estacas y sembradores manuales depositando dos semillas por golpe, para que después se hiciera un aclareo respectivo.

Cuadro 3.1 Características de las parcelas de cada una de las localidades de evaluación.

LOCALIDAD	CELAYA, GTO.	SANDIA, N.L.
FECHA DE SIEMBRA	1 mayo-1996	9 mayo-1996
DISEÑO ESTADÍSTICO	BLOQUES AL AZAR	BLOQUES AL AZAR
NUMERO DE SURCOS	1	1
LONGITUD DE SURCOS	4.4 m	4.4 m
DISTANCIA ENTRE SURCOS	.75 m	.75 m
MATAS POR SURCO	21	21
A. P. U.	3.3 m <sup>2</sup>	3.3 m <sup>2</sup>
DISTANCIA ENTRE PLANTAS	.22 m	.22 m
PLANTAS POR MATAS		
EN SIEMBRA	2	2
AL ACLAREO	1	1
FERTILIZACIÓN	190-80-00	190-80-00

A.P.U. = Area de parcela util

FERTILIZACIÓN

La fertilización se realizó utilizando una dosis de 190 - 80 - 00 de Urea como fuente de nitrógeno y como fuente de fósforo el superfosfato de amonio. Las cantidades de fertilizante de estos nutrientes, se distribuyeron de la siguiente forma en el terreno.

Al momento de la siembra se aplicó el 50% del Nitrógeno que demanda la fórmula establecida y toda la cantidad de fósforo; el otro 50% de Nitrógeno se aplicó al momento de realizar el primer cultivo. Esta labor se realizó manualmente.

RIEGOS

Se aplicaron con agua rodada durante el desarrollo del cultivo. El número de riegos estuvo sujeto a la precipitación en cada localidad y en su caso fueron aplicados en base a las necesidades del cultivo y a las condiciones climatológicas y edáficas.

## LABORES CULTURALES

Las labores culturales para cada una de las localidades se realizaron durante todo el ciclo vegetativo del cultivo y en el momento oportuno, dando prioridad a las primeras etapas de crecimiento y desarrollo de manera que se mantuvo libre de malezas al cultivo y se realizaron con el equipo requerido para dichas actividades.

## **RECOLECCIÓN DE DATOS**

### DÍAS A FLORACIÓN

Los días a floración para el caso de la flor femenina, se tomaron en cuenta los días transcurridos a partir de la fecha de siembra hasta el momento en que más del 50% de la parcela experimental presentaba estigmas receptivos; para el caso de la flor masculina, se determinó en base a los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela experimental se encontraba con anteras dehiscentes.

### ALTURA DE PLANTA

Es la medida que comprende la distancia entre la base del tallo y la hoja bandera o base de la espiga.

#### ALTURA DE MAZORCA

Este dato corresponde a la media que comprende la distancia entre la base de la planta y el nudo de la mazorca principal.

#### ACAME DE RAIZ

Este dato se expresa en porcentaje en base al número de plantas de la parcela experimental y en relación a las plantas que muestran una inclinación mayor a los 30° con respecto a la vertical de la planta.

#### ACAME DE TALLO

El acame de tallo se determinó en base al número de plantas que presentaron el tallo quebrado por debajo de la mazorca principal en base al total de plantas de la parcela, expresándose este en porcentaje.

#### MALA COBERTURA



También se expresa en porcentaje, tomándose en cuenta el número de mazorcas que no se encuentran cubiertas completamente por las brácteas o “totomoxtle” en relación al total de las mazorcas cosechadas de la parcela útil.

#### MAZORCAS PODRIDAS

Esta característica se expresó en porcentaje en base al número de mazorcas cosechadas y se tomó como mazorca podrida aquella que presentaba más de un diez por ciento de pudrición.

#### RENDIMIENTO

Para obtener este dato, se calculó multiplicando el peso seco de la mazorca de cada parcela por el factor de conversión a toneladas por hectárea al 15.5% de humedad.

#### PESO DE CAMPO

El peso de campo (PC) se determina en base al peso que posee el maíz en mazorca al momento en que se realiza la cosecha en kg.

El peso de campo se expresó a peso seco (PS) usando la siguiente fórmula:  $PS = (1 - \%H) \times PC$

Donde:

% H = Porcentaje de humedad.

PC = Peso de campo.

## FACTOR DE CONVERSIÓN

El factor de conversión es utilizado para transformar el rendimiento de mazorca en toneladas por unidad de superficie al 15.5 % de humedad de todos los tratamientos, determinándose con la siguiente ecuación:

$$FC = \frac{10,000m^2}{APU \times 0.845 \times 1000}$$

Donde:

**FC** = factor de conversión para expresar el rendimiento en toneladas por hectárea de mazorca al 15.5 por ciento de humedad.

**A.P.U.** = Área de parcela útil. Es el producto de la distancia entre surcos por la distancia entre plantas por el número correcto de plantas por parcela útil.

**0.845** = Constante para obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea al 15.5 por ciento de humedad.

**1000** = Coeficiente para obtener el rendimiento en ton/ha.

Posteriormente ya obtenido el rendimiento en ton/ha correcto se procede a realizar los análisis de varianza correspondientes.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se evaluaron tres experimentos, cada uno estuvo formado por 45 tratamientos mas cinco testigos, dando un total de 50 parcelas experimentales con dos repeticiones por tratamiento y dos localidades.

Los análisis de varianza se hicieron para las características de días a flor masculina, días a flor femenina, altura de planta, altura de mazorca y rendimiento características evaluadas para determinar si existen diferencias significativas.

El modelo lineal utilizado para obtener el análisis de varianza individual fue el de bloques al azar dado por:

$$\gamma_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, t$  (repetición)

$j = 1, 2, \dots, r$  (tratamiento)

$\gamma_{ij}$  = Observaciones del tratamiento “ $j$ ” en la repetición “ $i$ ”.

$\mu$  = Efecto de la media general del experimento

$\beta_i$  = Efecto de la repetición “ $i$ ”

$\tau_j$  = Efecto del tratamiento “ $j$ ”

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio de la interacción del tratamiento “j” en la repetición “i” que es equivalente al error experimental.

**Cuadro 3.2 Estructura del análisis de varianza individual.**

F.V.	G.L.	Sc	CM	Fc
Rep.	r-1	Scr	CM3	CM3/CM1
Trat.	t-1	Sct	CM2	CM2/CM1
Error Exp.	(t-1) (r-1)	Sce	CM1	
Total	tr-1	Sctot		

Para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos para los análisis de varianza, se estimó el coeficiente de variación (C.V.) mediante la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

C.V. = Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

$\bar{X}$  = Media general.

100 = Unidad para obtener el valor en porcentaje.

Se realizaron comparaciones entre medias para cada una de las características estudiadas en cada localidad mediante la Diferencia Mínima significativa (D.M.S.) obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$DMS = (0.05) = t_{\alpha / 2, glee} \left[ \sqrt{\frac{2CMEE}{r}} \right]$$

Donde:

$t_{\alpha} (Gle)$  = Valor de “t” a un valor de probabilidad  $\alpha$  y los grados de libertad del error experimental.

CMEE = Cuadrado medio del error.

r = Número de repeticiones

### **ANÁLISIS DE VARIANZA COMBINADO**

Debido a que el experimento fue evaluado en dos ambientes diferentes se tuvo la necesidad de realizar un análisis de varianza combinado entre localidades para facilitar y hacer selección de las cruzas experimentales de una forma más eficiente.

El modelo lineal para el analisis de varianza combinado en bloques al azar es el siguiente:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j(\tau_j) + \tau_k + (\tau_{ik}) + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$\gamma_{ijk}$  = Observación del  $k$ -ésimo tratamiento dentro de la  $j$ -ésima repetición en la  $i$ -ésima localidad.

$\mu$  = Efecto de la media general del experimento.

$\tau_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima localidad.

$\beta_j(\tau_i)$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición dentro de la  $i$ -ésima localidad.

$\tau_k$  = Efecto de  $k$ -ésimo tratamiento.

$\tau_{ik}$  = Efecto de la interacción de la  $i$ -ésima localidad con el  $k$ -ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental  $ijk$ -ésima observación.

$i = 1, 2, \dots, t$  (tratamiento).

$j = 1, 2, \dots, r$  (repetición).

$k = 1, 2, \dots, l$  (localidad)

**Cuadro 3.3 Estructura del análisis de varianza combinado.**

F.V.	Gl	Sc	CM	Fc
Loc	$l-1$	$S_{cl}$	CM5	$CM5/CM4$
Rep/loc	$(r-1)l$	$S_{cr/l}$	CM4	
Trat.	$t-1$	$S_{ct}$	CM3	$CM3/CM1$
Trat xloc	$(t-1)(L-1)$	$S_{ctxL}$	CM2	$CM2/CM1$
Error exp.	$(t-1)(L-1)L$	$S_{ce}$	CM1	
Total	$(trL-1)$	$S_{ctot}$		

Al encontrar diferencias significativas con el análisis de varianza combinado se realizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS), que se estima con la siguiente fórmula:

$$DMS = 0.05 = t_{\alpha / 2} \sqrt{\frac{2CMEE}{rl}}$$

Donde :

$t_{\alpha} (gle)$  = Valor de “t” a un valor de probabilidad  $\alpha$  con los grados de libertad del error experimental.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

r = Número de repeticiones.

l = Número de localidades.

**PREPOTENCIA.-** Es el patrimonio que una línea o cualquier material genético (en este caso una cruce simple) hereda a sus descendientes y se estima como el comportamiento promedio del material en cuestión, a través de sus cruces. La cual se estima con la siguiente fórmula:

$$PP = \frac{\sum Xi}{n}$$

Donde:

Pp = Prepotencia a estimar en cada material utilizado.

$i$  =  $i$ -ésima cruza simple.

$\sum X_i$  = Sumatoria de todas las cruza dobles donde interviene la  $i$ -ésima cruza simple.

$n$  = Número de cruza con que interviene la  $i$ -ésima cruza simple.

La prepotencia se evaluó para detectar cruza simples con buena Aptitud Combinatoria, que heredan productividad conveniente a sus descendientes.

#### **IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos de los análisis de varianza realizados en forma individual para cada uno de los tres experimentos en las dos localidades en base a cinco características agronómicas en estudio se describen en seguida.

En el cuadro 4.1. se muestran los análisis de varianza de los tres experimentos en la localidad de Celaya, Gto. Para la fuente de variación repetición en los experimentos 1,2,3 se observa diferencias no significativas, lo que nos indica que las parcelas se desarrollaron en una forma muy homogénea, indicando además que el terreno donde se desarrollo el experimento su heterogeneidad es mínima.



Para la fuente de variación tratamiento se observó varianza altamente significativa al uno por ciento de probabilidad en los tres experimento para las características de días a flor masculina, días a flor femenina y rendimiento, indicando con esto la gran diferencia genotípica y el potencial genético que poseen los materiales evaluados, esto debido a que los materiales provienen de diferentes ambientes y poseen deferentes bases genéticas, esto se relaciona con lo encontrado por Ortega ( 1990 ), mismo que menciona que la variabilidad genética es una condición importante, que se hace necesaria para efectuar

**Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para rendimiento y otras características agronómicas de tres experimentos evaluados en Celaya, Gto. durante 1996.**

EXP	REP	TRAT.	EE	CV %	MEDIA	D.M.S	MAX.	MIN.
<b>RENDIMIENTO (Ton/ha.)</b>								
1	0.283	15.349 **	2.177	9.28	15.908	2.962	22.412	10.993
2	0.678	15.234 **	4.024	12.62	15.895	4.028	20.874	10.495
3	0.006	16.345 **	5.210	15.70	14.539	4.583	20.275	8.495
	Media			12.53	15.447			
<b>DIAS A FLOR MACHO</b>								
1	4.410	23.690 **	1.839	2.04	67	2.72	78	61
2	2.250	26.274 **	2.760	2.50	67	3.33	79	62
3	2.250	21.311 **	1.474	1.76	69	2.44	80	64
	Media			2.1	67			
<b>DIAS A FLOR HEMBRA</b>								
1	4.410	23.690 **	1.839	2.00	68	2.72	79	62
2	4.840	26.918 **	2.207	2.20	67	2.98	80	63
3	1.960	21.152 **	1.531	1.76	69	2.48	81	65
	Media			1.98	68			
<b>ALTURA DE PLANTA (CM)</b>								
1	169.00	369.816	237.878	6.29	245	36.97	273	213
2	930.250	407.781	332.801	7.77	235	36.63	280	210
3	16.000	313.776	238.959	6.44	240	31.04	273	203

	Media		6.83	240				
	<b>ALTURA DE MAZORCA (CM)</b>							
1	625.00	291.837	212.245	11.80	124	29.25	145	93
2	6.250	285.352	241.964	13.02	119	31.23	155	98
3	100.00	194.408	136.224	9.67	121	23.43	140	95
	Media			11.49	121			

gl            1            49            49

\*,\*\* Significancia al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad.

una adecuada selección de genotipos sobresalientes, que reúnan los requerimientos del agricultor, según las condiciones de la región, y que permita disponer de materiales precoces, tardíos e intermedios. Para las otras características se observa diferencia no significativa para altura de planta y altura de mazorca en los tres experimentos indicando que los materiales presentaron una similitud entre ellos para estas características.

En cuanto al coeficiente de variación ( C.V ) se obtuvieron valores dentro del rango aceptable, esto indica que los experimentos, fueron manejados adecuadamente siendo confiables los datos obtenidos.

En cuanto al comportamiento promedio para las características tenemos que para esta localidad de Celaya Gto., se observó que los rangos promedios a días de floración masculina y días a floración femenina son de 16-16 días respectivamente, pudiéndose encontrar materiales precoces, intermedios y tardíos, lo cual es de gran importancia para

así lograr obtener los genotipos deseados para cada zona o región de acuerdo a las necesidades del productor, para aquellos lugares con escasez de agua los materiales precoces y materiales intermedios y tardíos para aquellas regiones con distritos de riego. Para la características altura de planta se obtuvo un promedio de 2.40 m y con un promedio de altura de mazorca de 1.21 m representando con esto que son materiales de porte intermedio los que son muy deseables ya que facilitan su cosecha cuando se realiza en forma manual o con maquinaria. En cuanto al rendimiento tenemos una media en los tres experimentos de 15.447 ton/ha. indicando un buen rendimiento comparado con los testigos, ya que el que tuvo mejor comportamiento en los tres experimentos rindió en promedio 14.75 Ton/ha.

En el cuadro 4.2. se encuentran los análisis individuales de los experimentos 1,2,3, de la localidad de Sandia el Grande N.L. donde encontramos que para la fuente variación repetición se observan diferencias altamente significativas al uno ciento de probabilidad para las características días a flor femenina y rendimiento en el exp. 1 mientras que en el exp. 2 se observa esta misma significancia para las características días a floración femenina y altura de planta, y en el exp.3 este grado de significancia se da en la característica días a flor femenina, además se observa significancia al cinco por ciento de probabilidad , en el exp. 1 para las características días a flor macho y altura de mazorca y en el exp. 2, para las características altura de mazorca y rendimiento., infiriendo que esto es debido a la heterogeneidad del suelo e influencia de las repeticiones, no siendo así para las otras características en las cuales no se encontraron

diferencias significativas lo que expresa que la heterogeneidad del suelo en esta localidad es mínima.

Para la fuente de variación tratamiento se encontró diferencia altamente significativa al uno por ciento de probabilidad para las características días a flor masculina y días a flor femenina en los exp. 1,2. y en el exp. 3 se observa esta misma significancia para las características días a flor masculina, días a flor femenina y

**Cuadro 4.2. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para rendimiento y otras características agronómicas de tres experimento evaluados en Sandia N.L. durante 1996.**

EXP.	REP.	TRAT.	EE	CV %	MEDIA	DMS	MAX.	MIN.
<b>RENDIMIENTO (Ton/ha.)</b>								
1	127.889 **	4.996	3.722	22.29	8.654	3.873	12.392	4.676
2	26.505 *	4.709	3.740	26.23	7.372	3.883	11.81	4.308
3	22.427	16.564 **	6.706	23.63	10.957	5.199	16.175	3.407
	Media			24.05	8.99			
<b>DIAS A FLOR MACHO</b>								
1	19.360 *	32.029 **	2.748	2.16	77	5.589	87	70
2	6.760	39.127 **	3.576	2.45	77	1.891	89	72
3	18.490	35.119 **	5.3882	3.09	75	4.660	88	69
	Media			2.56	76			
<b>DIAS A FLOR HEMBRA</b>								
1	176.890 **	45.372 **	6.951	3.30	80	5.294	95	72
2	59.290 **	36.298 **	5.555	2.88	82	4.732	94	75
3	70.560 **	34.518 **	5.948	3.13	78	4.897	92	72
	Media			3.10	80			
<b>ALTURA DE PLANTA (CM)</b>								
1	596.000	271.041	229.061	9.68	156	30.390	180	130
2	1225.00 **	228.653	161.224	9.14	139	25.496	163	113
3	272.250 **	372.577 *	218.168	8.78	168	38.738	200	140
	Media			9.2	154			
<b>ALTURA DE MAZORCA (CM)</b>								
1	992.250 *	245.862	245.821	19.37	81	31.482	100	53

2	1332.250 *	329.230	242.454	21.32	73	31.266	100	40
3	16.000	379.082 *	227.224	17.43	87	30.268	115	55
	Media			19.37	80			

gl            1                    49                    49

\*,\*\* Significancia al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad.

rendimiento, y para los tres experimentos se observó diferencia significativa al cinco por ciento de probabilidad en las características de altura de planta y altura de mazorca; indicando con esto la gran variabilidad genética que existe entre los materiales, al respecto Ortega (1990), menciona que se pueden seleccionar genotipos sobresalientes de acuerdo a las características agronómicas favorables; para esta misma fuente de variación se observó no significancia para altura de planta, altura de mazorca y rendimiento en los exp. 1,2. indicando que los materiales presentaron una similitud estadística entre sí.

Con relación al coeficiente de variación que se obtuvo para cada una de las características son bajos y medios, por lo tanto los resultados son confiables y aceptables

En cuanto al comportamiento del rango de la floración masculina y días a flor femenina, en esta localidad se observó que la floración fue de 19-23 días en promedio respectivamente, lo que nos indica la variabilidad que existe entre los materiales para

esta característica , ya que al respecto Castro et al (1968) dice que al cruzar materiales con diferentes fondos genéticos al igual que de diferente origen geográfico, permite que se manifieste el fenómeno de heterosis. Los rangos antes mencionados fueron más elevados que los obtenidos en Celaya Gto. indicando que los materiales en general alargan más su ciclo de vida, atribuyéndose a las condiciones climáticas y edáficas de esta localidad, por las diferencias en altitud, latitud y longitud que presentan estas, el promedio para altura de planta y altura de mazorca fue de 1.5 m y .80 m respectivamente, lo que expresa una menor altura en promedio de los materiales en comparación con la localidad de Celaya Gto. en cuanto a la característica de rendimiento en esta localidad se observó en promedio, un menor rendimiento en comparación con la de Celaya Gto. Cordova ( 1983 ), al respecto indica que al identificar el comportamiento de cultivares através de diversos ambientes, contribuye a la selección apropiada de los genotipos.

### **¡Error! Marcador no definido.**

Una de las hipótesis del presente trabajo se plantea que al menos uno de los híbridos debido a diversidad genética entre otras causas supera en rendimiento y/o características agronómicas a los testigos utilizados. Para probar esta se tomara como base los resultados obtenidos de los análisis de varianza combinado además de los individuales ya discutidos.

Se realizo análisis de varianza combinado para las características agronómicas que se consideran más importantes para la selección y que presentan una distribución normal como son: el rendimiento, días a flor masculina y femenina, altura de planta y de mazorca

respectivamente. El resto de caracteres no se analizaron pero, sin embargo serán considerados al momento de la selección.

En el cuadro 4.3. se presentan los cuadrados medios, en el que se puede observar que para la fuente localidad se obtuvieron diferencias altamente significativas al uno por ciento de probabilidad para las características días a flor macho, altura de planta, altura de mazorca en el exp.1, mientras que para esta misma fuente de variación en el exp.2 se observa diferencia

**Cuadro 4.3. Cuadrados medios de los análisis de varianza combinados para rendimiento y otras características agronómicas de tres experimentos evaluados en Celaya, Gto. y Sandia, N.L. durante 1996.**

EXP.	LOC.	TRAT.	TRAT*LOC	EE	CV (%)	MEDIA	D
<b>RENDIMIENTO (TON/HA)</b>							
1	2631.22 *	12.064 **	8.281 **	2.950	13.99	12.281	2
2	3632.78 **	11.746 **	8.198 **	3.882	16.94	11.633	2
3	529.85	26.321 **	17.529	11.923	26.74	12.748	4
<b>DIAS A FLOR MACHO</b>							
1	5212.20 **	52.525 **	3.195	2.293	2.11	72	2
2	5756.645 **	61.276 **	4.125	3.168	2.48	72	2
3	2171.40 *	75.608 **	23.385	21.849	6.51	72	1
<b>DIAS A FLOR HEMBRA</b>							
1	7466.420 *	63.122 **	5.940	4.395	2.84	74	2
2	10411.245 **	58.400 **	4.816	3.881	2.64	75	2
3	3010.880 *	5.300 **	4.370	3.740	2.61	74	2
<b>ALTURA DE PLANTA (CM)</b>							
1	395160.500 **	449.235 *	191.622	233.469	7.61	201	2
2	459361.125 **	343.421	293.013	247.013	8.41	187	22
3	257403.125 **	489.860 **	196.492	228.564	7.41	204	2
<b>ALTURA DE MAZORCA (CM)</b>							
1	90525.125 **	358.492	179.207	229.033	14.80	102	2
2	107648.000 **	391.582 *	223.000	242.209	16.17	96	2
3	58482.000 **	393.531 **	179.959	181.724	13.01	104	18
gl		1	49	49		98	

\*,\*\* Significancia al 0.05 y 0.01 porcientos de probabilidad.



altamente significativa para todas las características y en el exp. 3 se encuentran diferencias altamente significativas únicamente para las características altura de planta y altura de mazorca, para esta misma fuente de variación se encontró diferencias significativas al cinco por ciento de probabilidad para las características días a flor hembra y rendimiento en el exp. 1, mientras que en el experimento 3 se observa esta misma significancia en las características días a flor macho y días a flor hembra, lo cual indica que en las localidades donde se estableció el experimento son diferentes entre si en sus condiciones climáticas y edáficas, debido principalmente a su ubicación geográfica. Esta misma fuente de variación para la característica de rendimiento del exp.3, no presento diferencia estadística. Este aspecto es importante ya que los materiales evaluados manifiestan una gran capacidad de explotar al máximo las condiciones prevalecientes en cada ambiente, así como la gran capacidad de amortiguamiento ambiental para este carácter que poseen los híbridos bajo prueba. Coincidiendo con Cordova (1983) que menciona que al identificar el comportamiento de cultivares através de diversos ambientes, contribuye a la selección apropiada de los genotipos.

Para la fuente de variación tratamiento se observaran diferencias altamente significativas al uno por ciento de probabilidad para todas las características en el exp. 3 mientras que en los exp. 1 y 2 se observa este mismo grado de significancia para las características de días a flor macho, días a flor hembra y rendimiento y en el exp. 1 se observa significancia al cinco por ciento de probabilidad en las característica altura de planta y en el exp. 2 para altura de mazorca, por lo cual se infiere que existe una gran variabilidad genética entre los genotipos utilizados en los híbridos experimentales y que esto se debe en gran medida a su diferente base genética y origen geográfico., al respecto Hallauer ( 1981 ), mencionó que la manifestación de la heterosis usualmente depende de la

diversidad genética de las variedades progenitoras. Mientras que Gardner ( 1982 ), dice que los efectos de heterosis sirven como indicadores de la diversidad genética y proporciona las bases para la formación de fuentes germoplasmáticas. y esto es de gran interés, lo que al respecto Lugo (1993 ), Ortega (1990), Aguirre ( 1989 ), coinciden en afirmar que esta variabilidad detectada permite hacer una eficiente selección. de acuerdo a las necesidades de los productores, que pueden ser materiales de ciclo tardío, intermedios y precoz, así como materiales de porte alto para explotarlo con doble propósito para forraje y para grano y los de porte bajo para explotarse en la producción de grano aprovechándose mejor el terreno al tener mas plantas por unidad de superficie sin problema de acame, esto según las condiciones climáticas de cada región, para esta misma fuente de variación tenemos diferencia no significativa para las características altura de mazorca y altura de planta en los exp. 1 y 2 respectivamente.

Para la fuente de variación tratamiento por localidad, se observo diferencias no significativas para la mayoría de las características agronómicas evaluadas en los tres experimentos, esto indica que los materiales sometidos a los diferentes ambientes tienen el mismo comportamiento, lo cual es una característica muy importante, como indicador de la adaptabilidad de los diferentes materiales, cuando es acompañado de un alto rendimiento, y solamente la característica de rendimiento en el exp. 1,2 mostraron significancia al uno por ciento de probabilidad, significando esto que no son estables y que interactúan con el medio ambiente.

En cuanto a los coeficientes de variación se observa que son bajos, medios por lo tanto aceptables, con esto se afirma que el experimento fue manejado adecuadamente, siendo confiables los datos obtenidos.

En las características días a floración masculina se estimó una media de 72 días dentro de un rango de 16 días, mientras que para la característica días a floración femenina se estima una media de 74, con una amplitud de variación de 18, ligeramente más tardía y con un rango más amplio que el masculino situación completamente normal dado que se conoce la presencia de protandria en este cultivo, y podemos decir que el ciclo vegetativo de estos híbridos experimentales es de tipo intermedio, sin embargo existe un rango considerable para elegir el mejor de acuerdo a las necesidades de cada región.

En el comportamiento promedio de altura de planta y altura de mazorca, se puede observar que la mayoría de los híbridos son de porte intermedio, pero al observar los límites inferiores de los rangos encontramos híbridos de porte bajo, los cuales son altamente deseables, para que soporten altas densidades de población, sin problema de acame y se facilita la cosecha manual o con maquinaria.

En cuanto al rendimiento, el comportamiento promedio refleja un excelente potencial de rendimiento que poseen los híbridos experimentales, bajo evaluación presentándose en el exp. 1 una media de rendimiento de 12.281 ton/ha. y una máxima de 17.000 ton/ha logrando superar al mejor testigo de este experimento en un 11% ya que este rindió 15.219 ton/ha. En el exp. 2 se observa una media de 11.633 ton/ha y una máxima de 15.000 ton/ha. Logrando superar al mejor testigo de este experimento en 0.3% ya que este rindió 14.295 ton/ha.; mientras que en el exp. 3 encontramos una media en rendimiento de 12.748 ton/ha. Y una máxima de 17.693 ton/ha. logrando superar al mejor testigo de este experimento en 13% ya que este rindió 15.633 ton/ha. Obtener mayor producción es un objetivo básico y de suma importancia, por lo que al siempre se impondrá determinar la dosis de germoplasma que maximice el rendimiento, como lo señala Griffing y Lindstron

(1954) Eberhart (1971) y Hallauer y Sears (1972) al incorporar germoplasma exótico a la faja maicera de E.U. respecto al rendimiento Griffin y Lindstrom ( 1954 ) mencionan que los híbridos derivados de germoplasma exótico mejorado por material adaptado, rindieron más que aquellos que fueron formados apartir de germoplasma adaptado. Cabe aclarar que los testigos que más rindieron en cada experimento no son los mismos.

En el cuadro 4.4. se presenta los mejores diez híbridos experimentales seleccionados

( medias de los combinados ), es base al comportamiento de superioridad de cada uno de los híbridos experimentales en relación al mejor testigo, observándose que estos materiales se pueden caracterizar como de ciclo precoz, ya que para la característica de días a flor masculina requieren de 68 a 75 y de 70 a 78 días para la floración femenina, en la característica de altura de planta, el material seleccionado de mayor altura de 2.24 m. y el de menor altura de 1.81 m. por lo que se puede decir que estos materiales en base a su comportamiento en las dos localidades, se desarrollan con materiales intermedios, por lo que son muy aptos tanto para realizar su cosecha de forma manual como mecanizada, en cuanto a

**Cuadro 4.4. Concentración de medias de rendimiento y otras características agronómicas de los mejores híbridos, seleccionados en los tres experimentos atraves de dos localidades y con base al comportamiento del mejor testigo.**

NO.	NO.	DIAS FLOR		ALTURA DE		% ACAME DE		%MA	RDT.	% <sup>1</sup>	% <sup>2</sup>
		M	H	P (cm)	M (cm)	R	T	L		COB	SUP
<b>3</b>	<b>36</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>224</b>	<b>119</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>17.963</b>	<b>21</b>	<b>25</b>
<b>1</b>	<b>25</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>203</b>	<b>103</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>17.000</b>	<b>15</b>	<b>25</b>
3	40	75	77	211	110	5	1	8	16.675	13	0
<b>1</b>	<b>39</b>	<b>74</b>	<b>75</b>	<b>210</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>16.421</b>	<b>11</b>	<b>33</b>
<b>3</b>	<b>29</b>	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>211</b>	<b>110</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>16.529</b>	<b>12</b>	<b>25</b>
3	18	72	74	219	121	10	7	17	16.248	10	0
2	2	74	77	200	106	0	0	0	15.000	1	25
1	24	75	77	220	116	4	0	16	15.028	1.8	0
2	16	75	78	184	101	5	1	3	14.770	.13	0
2	26	68	70	181	93	1	2	16	14.013	0	33
	47*	75	77	215	114	4	0	9	14.75		

<sup>1</sup> Por ciento de superioridad en base al comportamiento del mejor testigo.

<sup>2</sup> Por ciento de material exótico.

\* MEJOR TESTIGO

la característica de acame de raíz y de tallo los porcentajes en estos materiales seleccionados son bastante aceptable y en cuanto a mala cobertura el porcentaje mas alto fue de 17 por ciento siendo aceptable ya que no afectaron los rendimientos ni la sanidad de mazorca para la característica de rendimiento se observó un rango entre 17.693 ton/ha., y de 14.013 ton/ha. el mejor testigo con base al comportamiento promedio fue el híbrido comercial AN 447R observándose para esta similitud para la floración, altura de planta y de

mazorca al de los materiales seleccionados en base al rendimiento lo lograron superar numéricamente nueve de los híbridos experimentales seleccionados.

De acuerdo a la gran variabilidad fenotípica expresados en las 138 cruzas a través de las dos localidades, en base a rendimiento solamente nueve fenotipos numéricamente rebasaron al mejor testigo, y la mejor dosis de germoplasma para estas cruzas ya que en los híbridos seleccionados tiene mayor participación es la dosis de 25 por ciento de germoplasma exótico por 75 por ciento de adaptado, y en segundo termino la dosis de 33 por ciento de germoplasma exótico y en tercer lugar termino la dosis de cero por ciento de germoplasma exótico.

Las mejores dosis de germoplasma exótico en el presente trabajo fueron de 25 y 33 por ciento en base a los híbridos experimentales que más rindieron en comparación con el mejor testigo. Ya que al respecto Sánchez et al ( 1973), indica que la dosis óptima de germoplasma exótico varia con el tipo de material usado y con el ambiente en que se prueba el material.

Con el fin de cumplir con el segundo objetivo preestablecido en el experimento, en el cuadro ( 4.5 ) se presentan las prepotencias de las cruzas simples, que intervinieron en la evaluación, detectándose como las mejores combinaciones para heredar la características de rendimiento los progenitores 2902 formada con 100 por ciento de germoplasma exótico, 2805 formada con 50 por ciento de germoplasma exótico, para la característica de días a flor macho y flor hembra, las cruzas que presentaron mejor prepotencia fueron la 2815 formada con 50 por ciento de germoplasma exótico, 2801 formada con cero por ciento de germoplasma exótico, superando a las demás en precocidad, para las característica acame

de raíz y acame de tallo las mejores cruza simples fueron 2903 y 2802 formadas con 50 por ciento de germoplasma exótico , y para la característica de mala cobertura las mejores cruza fueron 2811 y 2818 formadas con 50 por ciento de germoplasma exótico, todas esta cruza se consideran de un porte intermedio de altura de planta. Las cruza 2902, 2805, 2801, 2815, 2903 seleccionadas como las mejores para aptitud combinatoria, presentan un valor más elevado de mala cobertura pero no es tan significativo ya que no sobrepasan en mucho a la media del experimento, además que este problema puede corregirse al combinarse posteriormente con otros materiales que presenten una buena cobertura de mazorca, pudiéndose fijar así este carácter a su progenie, en cuanto a las demás características agronómicas se combinaron de una manera similar. Así se detecto que entre las cruza simples utilizadas para la formación de los híbridos experimentales, existen algunas con mayor capacidad para combinarse, por lo que en base a los resultados y discusión de este cuadro se opta por aceptar la segunda hipótesis planteada y se cumple con el segundo objetivo del experimento.

**Cuadro 4.5 Prepotencias (Pp) estimadas para rendimiento y otras características de las mejores cruzas simples progenitoras de los híbridos experimentales evaluados.**

CS	% DE <sup>1</sup> EXÓTICO	DÍAS A FLOR		ALTURA DE		ACAME DE		%MAL COB	RDTO.	
		MACHO	HEMBRA	PLANTA	MAZORCA	RAIZ	TALLO		Ton/ha de Mazorca al 15.5 % de Hum.	
2902	100	74	76	214	106	4	1	10	15020	
2805	50	74	75	209	110	3	1	12	14.934	
2822	100	74	74	208	108	6	4	14	14.704	
2810	50	73	76	197	100	2	1	10	14.638	
2824	50	74	76	213	108	2	1	7	13.651	
2802	50	74	76	204	102	2	0	5	13.243	
2803	50	74	75	197	96	1	1	9	13.178	
2812	0	74	77	190	103	4	2	9	13.054	
2823	50	73	75	203	102	6	4	13	12.953	
2825	50	70	72	203	108	1	2	23	12.414	
2820	50	71	72	205	107	1	4	11	12.280	
2809	0	73	74	200	98	3	3	20	12.253	
2811	50	74	77	186	93	4	3	2	12.237	
2804	50	70	72	208	111	2	3	21	11.691	
2819	0	69	72	193	93	2	3	11	11.507	
2818	50	72	74	186	90	4	4	3	11.506	
2801	0	68	70	196	99	2	3	11	11.401	
2901	0	72	74	205	108	7	5	14	11.305	
2821	50	69	71	198	97	2	1	21	11.235	
2817	50	71	74	192	102	3	2	15	11.219	
2816	50	70	72	183	94	0	6	9	11.218	
2815	50	68	70	192	96	1	2	19	11.099	
2903	50	75	78	186	94	2	0	8	10.903	
2807	0	71	74	196	102	6	1	18	10.803	
2812	0	69	73	185	93	1	4	8	10.475	
2814	0	68	71	184	98	3	4	10	9.796	

1. por ciento de material exótico.



De las presentes cruzas simples introducidas sobresalientes se pueden formar híbridos con muy buenas características, como por ejemplo al cruzar la parcela 2902 \* 2801 obtendríamos un híbrido sobresaliente que sería muy rendidor y precoz además con un porcentaje de acame de raíz y de tallo bajos y constituido por un 50 por ciento de germoplasma exótico; otra cruce sobresaliente puede ser al cruzar la 2805 \* 2815 ya que se obtendría un híbrido precoz y con buen rendimiento y formado con un 50 por ciento de germoplasma exótico; otro híbrido sobresaliente se obtiene al cruzar 2902 \* 2815, obteniéndose un buen rendimiento, precocidad y una altura intermedia de planta y formado con 75 por ciento de germoplasma exótico; otra cruce puede ser 2902 \* 2811, obteniéndose un híbrido con muy buen rendimiento y con un porcentaje de mala cobertura muy bajo y formado con un 75 por ciento de germoplasma exótico; otro híbrido sobresaliente se obtendría al cruzar la 2805 \* 2802, ya que se tendría buen rendimiento y un porcentaje en acame de raíz y acame de tallo muy bajo y formado con un 50 por ciento de germoplasma exótico.

## CONCLUSIONES

Se detectaron nueve híbridos experimentales agronómicamente superiores en base al comportamiento del mejor testigo; del experimento uno, encontramos tres los cuales son 25, 24 y 39; dos de estos están formados con un 25 por ciento de germoplasma exótico; en el experimento dos se encontraron los híbridos 2 y 16 con una dosis de cero por ciento de germoplasma exótico y en el experimento tres los híbridos, 36, 40, 29 y 18, los cuales están formados con una dosis de 25 y 33 por ciento de germoplasma exótico.

Al estimar la habilidad combinatoria de las cruzas simples introducidas se detectaron, ocho cruzas que mostraron los mayores efectos de prepotencia en base al rendimiento, precocidad, por ciento de acame de raíz y tallo, mala cobertura las cuales fueron 2902, 2805, 2801, 2815, 2811, 2802, 2903, 2818. En función a este parámetro se predicen como excelentes híbridos los siguientes: (2902 \* 2801 constituido con 50 por ciento de germoplasma exótico) , (2805 \* 2815, formado con 50 por ciento de germoplasma exótico), ( 2902 \* 2815 formado con 75 por ciento de germoplasma exótico) , (2902 \* 2811, formadas con 75 por ciento de germoplasma exótico) , (2805 \* 2802 formada con 50 por ciento de germoplasma exótico).

## RESUMEN

La alimentación de los pueblos ha sido siempre un problema vigente para la mayoría de los países en desarrollo, el crecimiento desequilibrado de su población trae consigo una fuerte demanda de alimentos básicos entre ellos el maíz.

Debido a esto en las localidades de Celaya, Gto. y Sandia El Grande N.L. se evaluaron 138 híbridos experimentales con 0, 25, 33, 50 y 66 por ciento de germoplasma exótico que se formaron a partir de 27 cruzas simples de las cuales ocho estaban formadas con cero por ciento de germoplasma exótico, 17 formadas con 50 por ciento de germoplasma exótico y dos formadas con 100 por ciento de germoplasma exótico cabe mencionar que el material exótico estuvo formado por líneas altamente endogámicas de poblaciones tropicales así como por algunas líneas recicladas. Los propósitos de esta investigación fueron seleccionar los híbridos experimentales formados con germoplasma exótico y adaptado sobresaliente que superaran en rendimiento y/o características agronómicas al mejor testigo; así como estimar la habilidad combinatoria de las cruzas simples principalmente de las introducidas involucradas en la formación de los híbridos.

La evaluación se llevo acabo durante el ciclo de primavera - verano de 1996, en las localidades antes mencionadas, bajo el modelo estadístico de bloques al azar, con tres experimentos con dos repeticiones cada uno por localidad, las características agronómicas evaluadas fueron las siguientes: rendimiento, días a flor masculina y femenina , altura de planta y de mazorca, y las demás características no fueron

evaluadas pero se consideraron a la hora de la selección. Los mejores híbridos seleccionados en base a características agronómicas son: 36, 25, 40, 39, 29, 18 que lograron superar al mejor testigo en más de un diez por ciento, y estos materiales se encuentran formados con un 25, 33 y cero por ciento de germoplasma exótico.

El modelo usado para obtener la prepotencia de las cruzas simples consistió en sumar y promediar los valores observados obtenidos por la cruzas, donde participe la craza simple en análisis.

Se manifestaron diferencias en efecto de prepotencia entre las cruzas simples, apartir de ellas se realizaron predicciones de comportamiento de híbridos, demostrándose colateralmente que la cruzas simples de buena prepotencia forman híbridos buenos.

Las cruzas simples que exhibieron mayores efectos de prepotencia para rendimiento fueron los progenitores 2902 formada con 100 por ciento de germoplasma exótico y 2805 formada con 50 por ciento de germoplasma exótico, para precocidad fueron, 2815 formada con 50 por ciento de germoplasma exótico y 2801 formada con cero por ciento de germoplasma exótico, para acame de raíz y de tallo fueron 2903 y 2802 formadas con 50 por ciento de germoplasma exótico y para mala cobertura fueron 2811 y 2818 formadas con 50 por ciento de germoplasma exótico y todas estas se consideran de un porte intermedio de altura de planta. Dentro de estas cruzas simples destacan en base a rendimiento 2902 y 2805 con cien y cincuenta por ciento de germoplasma exótico respectivamente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Allard, R.W. 1967. Principios de Mejora Genética de las plantas. editorial. OMEGA. Barcelona, España
- Allard, R.W. 1985. Principios de la Mejora Genética de las plantas, 6a edición, editorial OMEGA. Barcelona España.
- Aguirre, G. J. L. 1989. Evaluación de cruzas simples apartir de líneas élite de maíz probadas en seis ambientes. Tesis licenciatura, UAAAN. Buenavista Saltillo, Coah. Mex. P. 107.
- Beard, D. F. 1940. Relative values of unrelated single crosses and open-pollinated variety as tester of inbred lines of corn. Ohio State. Univ. Ph.D. Thesis
- Betancour, C. Q. 1988. Comportamiento de híbridos dobles experimentales de maíz (*Zea mays* L) en el Trópico seco y Bajío Mexicano, Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Mex.
- Brown, A. H. D. 1975. Isozyme Variation Under Selection in *Zea mays* Nature 232:570-571
- Castro G.C.O. Gardner and J. H. Lonquist. 1968. Cumulative gene effects and the Nature of Heterosis in Maize Crosses Involving Genetically Diverse Races. Crop Sci 8 (1):97-101 United States of America.
- Cordova, H. S. 1983. Formación de híbridos dobles y triples de Maíz en base a familias de hermanos completos y sus implicaciones en la producción de semilla comercial. Primer Congreso Nacional de Milho o Sorgo Maccio. AI (15 1984, Brasil) Brasil, p.59
- Córtez, M. H. 1982. Mejoramiento Avanzado, SARH.INIA.
- Crossa, L. J. And C. O. Gardner. 1984. Introgression of Exotic Germoplasm for Improving Adapted Maize Breeding Populations. Agron. Abstracts. P.63. United States of America.
- Crossa, L. J. And C. O. Gardner. 1987. Introgression of Exotic Germoplasm for Improving an Adapted Maize Population Crop Sci. 27: 187-190.
- De León, C.H. 1987. Selección Recurrente en Familias de Medios Hermanos con pedigrí en Maíz ( *Zea mays* L ), Tesis maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Eberhart, S. A. 1971. Regional Maize diallels with U. S. And semi-exotic varieties. Crop Sci. 11(6): 911-914
- Efron, Y. J. And Everett, H. L. 1969. Evaluation of exotic germoplasm for improving corn hybrids in northern United States. Crop Sci 9: 44-47

- Gardner, C. O. 1982. Genetic information from the Gardner- Eberhart model for generation means. Somefi. Saltillo, Coah. México.
- Goodman, M.M. 1965. Estimates of genetic variance in adapted and exotic population of maize Crop. Sci. 5: 87-90
- corn Griffing, B., and Lindstrom, E.W. 1954. A study of the combining abilities of inbreds having varying proportions of corn Belt and non-corn Belt germoplasm. Agron. J. 46:545-552
- Hallauer, A. R. And Sears, J. H. 1972. Integrating exotic germoplasm into corn belt maize breeding programs. Crop Sci. 12 (2): 203-206
- N. Hallauer, A. R. 1978. Potential of exotic germoplasm for maize improvement. In Walden, D. B. (Ed) Maize breeding and genetics. John Wiley & Sons. Y. USA p. 229-247.
- Hallauer, H. R. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University press Ames Iowa.
- Breeding Iglesias, C. A. and Hallauer, A. R. 1991. Response to S<sub>2</sub> recurrent selection in exotic and semiexotic populations of maize ( Zea mays L.) plant abstract. Vol. 61 (10):1160
- Jugenheimer, R. W. 1981. Maíz variedades mejoradas métodos de cultivo, y producción de semilla, ed. LIMUSA México. Pp. 311-332.
- Jugenheimer, R. W . 1985. Maíz variedades mejoradas método de cultivo, y producción de semilla, ed. LIMUSA México.
- Jugenheimer, R. W. 1987. Maíz variedades mejoradas métodos de cultivo, y producción de semilla,ed. LIMUSA México.
- Jones, D. F. 1918. The effects of inbreeding and cross breeding upon development. Connecticut Agric. Exp. Stn. Bull 207.
- hybrids. Koblelev, Yu. K. 1991. Methodological aspect of breeding complex maize hybrids. Kishineu, Moldova. P. 60-70.
- Kramer, H. H., and Ullstrup, A. J. 1959. Preliminary evaluation of exotic maize germoplasm. Agron. J. 51: 687-689
- Conf. Lonnquist, J. H. 1974. Considerations and experiences with recombinations of exotic and corn belt germoplasm. Proc. Annu Corn Sorghum Res. 29:102-117.
- Lugo, H. F. 1993. Selección y estimación de parámetros genéticos en híbridos dobles y en sus cruces simples progenitoras en maíz. Tesis Maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

- Marques, S. F. 1988. Genotecnia vegetal, métodos, teoría, resultados. Tomo II primera edición AGT Editores. S.A. pp. 144-161.
- Melhus, I.E. 1948. Exploring the maize germ plasm of the tropics. Proc. 3 rd. Corn Res. Conf., pp. 7-19 Amer. Seed Trade Assoc.
- Moll. R. H. Lonquist, J. V. Fortuño and E. C. Johnson. 1965. The relations ship of heterosis and genetic divergence in maize. In: Perkins, D. D. Genetics. 52:139-144 Austin, Texas. USA.
- (ed)
- Mungoma, C. y L. M. Pollak. 1988. Heterotic patterns among ten corn belt and exotic maize populations. Crop Sci. 28: 500-504
- Ordás, A. 1991. Heterotic in crosses between American and Spanish populations of maize. Crop Sci. 3 (4): 931-935
- Olivares, Z.J. 1989. Prueba de híbridos experimentales de maíz con adaptación al bajío Mexicano. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx.
- Ortega, C. S. 1990. Selección de híbridos dobles e identificación de las mejores cruza simples de maíz para la región del bajío mexicano. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, coah. Méx.
- Oyervides García, M., A. R. Hallauer y H. Cortez- Mendoza. 1985. Evaluations of improved corn populations in México and the U.S. corn Belt Crop Sci. 25: 115-120 U.S.A.
- Peña. R. A. Ramos G. S. Martin del Campo. 1994. Aptitud Combinatoria de Líneas y Variedades de Maíz Adaptado a la Región Norte Centro de México. XV Congreso Nacional de Fitogenética. p. 368. Monterrey, N.L.
- L.
- Reyes, C. P. 1971. Geneotecnia de maíz para tierra caliente. Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, Division de Ciencias Agronómicas y Maritimas. Depto. de Agronomía Monterrey, N.L. México.
- Robles, S. R. 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico. Ed. LIMUSA. S.A. de C.V. Primera Edición. México.
- Sánchez, M. R., J. Molina G. Y E. Casas D. 1973. Efectos de dosis de germoplasma exótico y de citoplasma trópico sobre el rendimiento de cruza trópica por Mesa Central en maíz (*Zea mays* L.) Agrociencia 11(1): 151-179. México.
- Shull, G. H. 1909. A pure line method of corn breeding. A. M. Breeders Assoc. rep.



- Smith, J. S. C. 1988. Diversity of United State hybrid maize germoplasm; I  
cytogenetic and cytogenetic evidence. *Crop. Sci.* 28:63-69. U.S.A.
- Sprague, G. F. and L. R. Tatum 1942. General and specific combining single  
crosses of corn. *Jour. A. Soc.*
- Wellhausen, E. J. 1956. Improving American Corn with exotic germoplasm proc.  
11th Corn Res. Conf. Pp.85-96 Amer. Seed Trade Assoc.
- Wellhausen, E. J. 1965. Exotic Germoplasm for Improvement of Corn belt  
maize. *Procc. Ann Hybrid Research Conference Procc.* 20:31-45