

APTITUD COMBINATORIA Y PREDICCIÓN DE HÍBRIDOS DE CRUCES DIALELICOS
ENTRE LINEAS S₃ EVALUADOS EN CUATRO LOCALIDADES DE GUATEMALA, 1986*

** J. Salvador Castellanos
H. S. Córdova
José Luis Quemé
Luis Larios
Carlos Pérez

RESUMEN

En Guatemala existen áreas de cultivo con potencial para producir maíz utilizando semilla híbrida, por lo que el Programa de Maíz del ICTA evaluó en 1986 dos experimentos de cruces dialélicas como paso previo para estructurar híbridos de alto potencial de rendimiento y buenas características agronómicas. El experimento 1 involucró ocho líneas S₃ de grano amarillo derivadas de las poblaciones 24, 26, 28 y del Pool 21 del CIMMYT. El experimento 2 incluyó diez líneas S₃ de grano blanco, habiendo sido derivadas de la población 22, 29 y criollos. Los dos ensayos fueron evaluados en cuatro localidades situadas desde los 40 mts. hasta 900 msnm, siendo las condiciones ambientales de estas localidades bastante contrastantes.

En el Experimento 1 se observó diferencia altamente significativa para la aptitud combinatoria general y específica (ACG y ACE) de las líneas evaluadas. El progenitor 2221-21 mostró alta significancia para los efectos de ACG (0.47 t/ha), siendo su mejor combinación con la línea 2227-28 en la cual obtuvo 6223 kg/ha de rendimiento y una heterosis del 242%. Cinco cruces simples superaron en más de 550 kg al mejor híbrido testigo Exp. 46 que produjo 5093 kg/ha. Los resultados obtenidos permitieron predecir 28 híbridos experimentales, siendo el rendimiento promedio de los mejores 10 híbridos predichos de 5628 kg/ha que supera en 10% y 24% a los testigos Exp. 46 y HA-44 respectivamente, siendo este último un material comercial.

En el Experimento 2 se observó también una diferencia altamente significativa para la ACG y ACE de las líneas evaluadas. Los progenitores 2210-29 y 2213-C mostraron alta significancia para los efectos de ACG (0.74 y 0.68 t/ha respectivamente), obteniendo un rendimiento de 6507 kg/ha en su cruce y un valor de heterosis de 277%. Cinco cruces simples superaron en más de 800 kg al híbrido testigo comercial HB-83 que produjo 5526 kg/ha. Se predijeron 32 híbridos experimentales superiores al HB-83, siendo el rendimiento promedio de los 10 mejores de 6296 kg/ha que supera en 14% al HB-83.

El potencial de rendimiento observado en los progenitores hembras de los híbridos predichos y en las líneas per-se, se considera aceptable para la producción rentable de semilla, tanto en los materiales blancos como amarillos. En base a los resultados obtenidos se recomienda evaluar los dos grupos de híbridos predichos para identificar aquéllos promisorios que en el futuro pueden transferirse a los agricultores con fines de recomendación.

* Trabajo presentado en la XXXIII Reunión Anual del PCCMCA. Guatemala, 1987.

** Investigador Asociado-Coordinador del Programa de Maíz-ICTA; Científico del CIMMYT; e investigadores asistentes del Programa de Maíz-ICTA, Guatemala.

INTRODUCCION

La importancia que representa el cultivo de maíz en Guatemala es indudable, encontrándose este cereal cultivado en casi la totalidad de regiones del país bajo las más variadas formas de tecnologías, así también es complejo el uso de distintos tipos de semillas, especialmente maíces nativos o criollos que están ampliamente difundidos entre el pequeño agricultor del altiplano que realiza con este grano una agricultura típica de autoconsumo y subsistencia. Sin embargo, existe en Guatemala una considerable área de cultivo con potencial para producir maíz a nivel comercial, con el fin de que esta producción llene los requerimientos que demandan las poblaciones urbanas y eventualmente la industria para producir alimentos y concentrado para animales. Muchas de estas áreas presentan condiciones agroclimáticas óptimas para producir maíz utilizando "semilla híbrida", lo que aunado al uso de una tecnología de manejo adecuada permite obtener altos niveles de productividad que se traduce en una abasto seguro y precios aceptables en los mercados de consumo.

El Programa de Maíz del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), desarrolla actualmente un proyecto de formación de híbridos de líneas, con la perspectiva de obtener materiales que superen en potencial de rendimiento y características agronómicas a las variedades e híbridos que actualmente se encuentran en el mercado local, siendo importante hacer la observación que por el momento esto no implica el desplazamiento de las variedades mejoradas de polinización libre que se recomiendan para cierto tipo de condiciones de cultivo menos intensivo.

El presente trabajo consistió en evaluar el potencial de rendimiento y características agronómicas del cruce dialélico dentro de un grupo de líneas S_3 de grano blanco y dentro de un grupo de grano amarillo. Esta evaluación se realizó en cuatro localidades de la zona tropical baja de Guatemala, teniendo como objetivo determinar los efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Aptitud Combinatoria Específica (ACE) de los dos grupos de líneas involucradas en el estudio. Un segundo objetivo fue aprovechar la información obtenida para hacer la predicción de híbridos dobles y triples que superaran a los testigos para su futura formación y evaluación; y un último objetivo fue generar información e identificar germoplasma que en el futuro sea utilizado como germoplasma base para darle continuidad y mayor solidez al trabajo que desarrolla el programa de formación de híbridos del ICTA. La meta para desarrollar este proyecto es poner en manos del agricultor materiales con mejores características que le permitan hacer de este cultivo una actividad más rentable con sus consecuentes beneficios.

REVISION DE LITERATURA

Jugenheimer (6), hace referencia del investigador Shull que en el año 1909 propuso un método para la producción de semilla híbrida como un aporte para el mejoramiento del cultivo del maíz. Ya antes Shull había expresado que "un campo ordinario de maíz está compuesto por muchos híbridos complejos cuyo vigor disminuye al autofecundarlo y que el fitomejorador debería luchar por mantener las mejores combinaciones".

Allard (1), indica que los primeros trabajos sobre hibridación artificial en que se reportan rendimientos fueron conducidos por Beal durante 1877-1882, formando cruces entre variedades diferentes, afirmando que los resultados de los híbridos eran superiores a sus progenitores en un 40%.

Según Sprague, citado por Brauer (2) el método clásico para la formación de híbridos consiste en desarrollar líneas puras por medio de autofecundación y selección continua durante varias generaciones, hasta lograr líneas con suficiente homocigosis que presenten características deseables. Entre las líneas formadas se hará una selección de las que tengan mejor aptitud combinatoria general (ACG), mediante la evaluación de sus cruzamientos con un probador común. Con las líneas seleccionadas por su buena ACG, se hacen todos los cruces posibles entre ellas y se llevan a ensayos de rendimiento con lo que se determina la aptitud combinatoria específica (ACE). Con esta información se pueden predecir distintos híbridos con características superiores.

Falconer (5) define la Aptitud Combinatoria General de una línea como el valor medio de las F_1 's de sus cruzas con otras líneas. La actuación de una craza particular puede desviarse de la aptitud combinatoria general promedio de las líneas, y a esta desviación se conoce como Aptitud Combinatoria Específica. Castro (9), citado por Vergara, expresa que la ACG es medida como desviación de la media general y la ACE es medida como desviación de la media general más las habilidades combinatorias de los progenitores y viene siendo una característica de cruzas, no de líneas.

En evaluaciones conducidas en 1985 por el CIMMYT (4) y que están pendientes de publicarse, se evaluó el comportamiento que expresan distintos cruces entre poblaciones y pooles que esta institución maneja. De esta información podemos mencionar que en el Ensayo de Cruzas Dialélicas 5 entre Poblaciones y Pooles Blancos Tropicales Tardíos evaluado en 7 localidades, el cruce entre las poblaciones 22 y 29 expreso un 2% de heterósis respecto al mejor progenitor. Así también los cruces de la población 22 y 29 con la población 43 expresaron valores de heterósis de 4% en el primer caso y en el segundo no hubo expresión de heterósis. En el Ensayo de Cruzas Dialélicos 6 entre Pooles y Poblaciones Tropicales de madurez precóz e intermedia, el cruce entre la Población 26 y el Pool 21 expreso un valor de heterosis de 10%. En el Ensayo Dialélico 4 el cruce entre las Poblaciones 28 y 24 expreso un 7% de heterósis.

En Guatemala se condujeron en 1985 dos ensayos de evaluación de mestizos con líneas S_3 derivadas de familias de hermanos completos de grano blanco y amarillo de distintas poblaciones, estos trabajos (3) (8) permitieron identificar líneas superiores las cuales conforman el germoplasma que se utilizó en la presente investigación. En la evaluación de estos mestizos fueron las líneas del Pool 21 de grano amarillo y de la Población 22 de grano blanco las que expresaron mayor rendimiento en sus cruces mestizos.

También en el año 1985, el Programa de Maíz del ICTA (7) condujo un ensayo de rendimiento de cruzas dialélicas entre algunas líneas y

familias de hermanos completos consideradas de buenas características, pero que no se habían determinado sus efectos de aptitud combinatoria. En ese trabajo fueron las líneas 43-68 1-1-3, GB-13 y GB-12 las que mostraron mejores efectos de ACG; estas últimas dos líneas son las mismas que aparecen identificadas en esta investigación como 2213-C y 2214-C.

MATERIALES Y METODOS

En el año 1983, se inició en el Centro Experimental "Cuyuta", Escuintla que pertenece al ICTA, la generación y selección de líneas endogámicas generadas a partir de familias de hermanos completos de distintas poblaciones. Dichas familias constituían los progenitores de un híbrido de grano blanco y uno de grano amarillo, siendo la idea inicial la de mejorar dichos híbridos estructurándolos con líneas endogámicas que expresaran mayores niveles de heterosis, así como corregir algunas características agronómicas indeseables, principalmente cobertura y pudrición de mazorca y desuniformidad en el fenotipo general de las plantas. La genealogía de los híbridos de familias que se pretendían mejorar es la siguiente:

Híbrido Blanco ICTA HB-83

Genealogía:(Fam.22-100XFam.29-5) (Línea 43-46 2-3-2XLínea 43-68 1-1-3)

Híbrido Amarillo ICTA HA-44

Genealogía:(Fam. 24-214XFam.Pool 21-6) Fam. 26-49.

En el año de 1985 ya se habían seleccionado fenotípicamente un número aceptable de líneas S_3 que por su expresión de uniformidad se consideraba tenían concentrada un nivel considerable de homocigosis, por lo que se procedió a mestizarlas para determinar su Aptitud Combinatoria General e identificar aquellas líneas elite con las que se pudieran estructuras cruces híbridos promisorios. De la evaluación de estos mestizos se identificaron en 1985 un grupo de líneas de grano blanco y amarillo con las cuales se procedió a realizar los cruces dialélicos entre las líneas de cada color por separado.

La descripción e identificación de las líneas con que se hicieron estos cruces dialélicos es la siguiente:

Líneas S_3 de Grano Blanco

.2201-22
.2202-22
.2203-22
.2204-22
.2205-22
.2206-22
.2209-29
.2210-29
.2211-29
.2213-C
.2208-29⁺
.2214-C⁺

. 8 Testigos

Líneas S_3 de Grano Amarillo

.2217-24
.2218-24
.2221-21
.2223-21
.2227-28
.2228-28
.2229-26
.2231-26
.2222-21⁺
.2230-26⁺
.2235-28⁺
. 5 Testigos

Población 22: Mezcla Tropical Blanca	Población 24: Antigua X Veracruz 181
Población 21: Tuxpeño I	Población 28: Amarillo Dentado
Población 29: Tuxpeño Caribe	Población 26: Mezcla Amarilla
Línea 2214 y 2213: Posible origen criollo	Pool 21: TTYF

Los números que siguen a los guiones identifican a la población del CIMMYT de la cual se originó la línea; en el caso de las líneas amarillas el número 21 identifican al Pool 21 y no a la población 21. Las líneas marcadas con + indica que no entraron al análisis dialélico por no tener sus cruzas completas.

De las 11 líneas de grano amarillo descritas, únicamente 8 entraron en el análisis dialélico ya que las otras tres no tenían todas sus cruzas posibles completas, razón por la cual las cruzas incompletas de éstos únicamente entraron en la evaluación para aprovechar la información en la predicción de híbridos. En el caso de las 12 líneas blancas, únicamente 10 entraron en el análisis dialélico por la misma razón planteada en las líneas amarillas.

Con los cruces dialélicos completos e incompletos de estas líneas y sus respectivos progenitores se conformaron 2 ensayos de rendimiento, uno de grano blanco y uno de grano amarillo, incluyéndose en cada uno un grupo de testigos que se consideró conveniente para hacer comparaciones de las ganancias obtenidas. Algunas características de los ensayos de rendimiento son las siguientes:

Dialélico	Diseño				
	Lattice	Cruzas	Progenitores	Repeticiones	Localidades
Amarillo	8X7	40	11	4	4
Blanco	9X8	52	12	4	4

Estos dos ensayos de rendimiento se evaluaron durante el ciclo 1986B en las localidades de Cuyuta (Escuintla), la Máquina (Suchitepequez), Quezada (Jutiapa) y San Jerónimo (Baja Verapaz), estando las dos primeras localizadas a 48 y 100 msnm y las otras dos a 980 y 969 msnm respectivamente, situación que les confiere condiciones ambientales bastante contrastantes. Para conducir estas evaluaciones se utilizó una parcela experimental neta de 2 surcos de 5.5 mts. de largo, distancia entre surcos de 0.75 mts y 0.5 mts entre posturas de 2 plantas cada una, lo que equivale a una densidad de población de 53,333 plantas por hectárea.

La preparación del terreno, control de plagas y malas hierbas se realizó dependiendo de las necesidades de cada localidad. Los niveles de fertilización promedio utilizados fueron de 100-40-0 kg/ha de N y P_2O_5 .

La información que se tabuló en estas evaluaciones fue todo lo concerniente a características agronómicas de los tratamientos, tales como: Días a flor, altura de planta y mazorca, % de mazorcas descubiertas y podridas, aspecto fitosanitario de las principales enfermedades predominantes en cada región y peso de grano al 15% de humedad, siendo esta última la variable más importante en la toma de decisiones.

Con los datos de rendimiento de grano al 15% de humedad se calculó para cada experimento el Análisis de Varianza para cada localidad y el análisis combinado de las cuatro localidades. También con los cruces dialélicos completos de las 8 líneas amarillas y las 10 líneas blancas se realizó el Análisis Dialélico por separado de cada grupo de cruces, incluyendo además sus respectivos progenitores, para lo que se utilizó el Diseño IV de Griffing que incluye cruces y progenitores, obteniéndose a través de este análisis la información concerniente a Aptitud Combinatoria General (ACG) y Aptitud Combinatoria Específica (ACE).

Finalmente se realizó la predicción de híbridos dobles y triples en base a la fórmula de Jenkins, para identificar aquellos híbridos que expresaran mayor potencial de rendimiento que los testigos de prueba y poder evaluar en el futuro su potencial real a través de evaluaciones de campo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros del 1 al 5 aparece un resumen de los resultados obtenidos en el Ensayo de Rendimiento de las Cruzas dialélicas entre las líneas de grano blanco.

En el Cuadro 1 se presenta la expresión de rendimiento promedio de las cruces y progenitores en cada una de las localidades y en el análisis combinado, observándose que fue en la localidad de San Jerónimo donde los materiales expresaron mayor potencial de rendimiento. La localidad de Quezada presentó los menores rendimientos debiendo señalarse que esta localidad se vió seriamente afectada durante este ciclo por condiciones de humedad limitada. En Cuyuta y La Máquina se obtuvieron los rendimientos promedios siendo para estas regiones donde se quiere mas adaptabilidad de los híbridos tanto blancos como amarillos ya que presentan condiciones óptimas para su uso. Los coeficientes de variación observados en los ensayos se consideran aceptables, únicamente en el de Quezada fue un poco alto, sin embargo al analizar el comportamiento de los materiales en esta localidad comparada con las otras tres se desidió que aún era posible incluirlo en el análisis combinado.

Las fuentes de variación involucradas en el Análisis Dialélico por el Modelo IV de Griffing aparecen en el Cuadro 2, observándose que para todas se observó significancia en la prueba de F. Aunque no aparece en

este cuadro todas las interacciones con localidades que se utilizaron para sacar la significancia de estas fuentes, en todos los casos las interacciones fueron altamente significativas.

En el Cuadro 3 se presentan los efectos de Aptitud Combinatoria General de cada una de las líneas, así como el rendimiento que obtuvo cada una a través de todos sus cruces y el rendimiento per-se de cada línea. Las líneas 2210, 2211 y 2213 expresaron los niveles más altos de ACG siendo estos altamente significativos y como era de esperarse mostraron los rendimientos promedios más altos. El rendimiento per-se de estas tres líneas y su ACG pueden considerarse aceptables para tomarlos en cuenta en trabajos de hibridación.

El Cuadro 4 nos presenta el rendimiento, heterósis, efectos de ACE y algunas características agronómicas de las 5 mejores cruas entre líneas de grano blanco, observándose que todas superan en más de 800 kg al híbrido testigo comercial H₂-83 que produjo 5526 kg/ha y que es el híbrido base que se quiere mejorar. De igual forma estas cruas superan en rendimiento a las cruas simples que componen a este híbrido; los niveles de heterósis respecto al mejor progenitor expresados se consideran aceptables si se toma en cuenta el rendimiento per-se de estas líneas que aparece en este cuadro. Los efectos de ACE de las cruas 2201 X 2210 y 2203 X 2210 fueron positivos y significativos lo que se considera importante para incluirlas en la conformación de híbridos; la crua 2210 X 2213 presentó una ACE negativa y no significativa pero incluye a las dos líneas de mejor ACG. En general las características agronómicas de estas 5 cruas superiores fueron mejoradas en comparación con los testigos que aparecen abajo de la línea punteada; de igual forma superaron en características a la crua de familias 22-100X29-5 que fue de donde se derivaron el mayor número de líneas.

En el Cuadro 5 se muestra la expresión de rendimiento de los 10 mejores híbridos predichos, siendo esta predicción el efecto práctico de la evaluación de cruas dialélicas entre líneas. El rendimiento promedio de estos 10 híbridos es de 6296 kg/ha que supera en 14% al HB-83 y en 41% a la variedad de polinización libre ICTA B-1. Es de hacer notar en este cuadro el rendimiento del progenitor hembra de estos híbridos ya que esto es importante en la producción y costo de la semilla.

Los resultados obtenidos para las cruas dialelicas entre líneas de grano amarillo se presentan en los cuadros del 6-10. De igual forma que para el dialélico blanco, en el Cuadro 6 aparece cual fue la expresión promedio en cada una de las localidades y su coeficiente de variación, observándose que también en la localidad de San Jerónimo se obtuvieron las mejores expresiones y en la localidad de Quezada la menor, siendo en Cuyuta y La Máquina las localidades en que más se pretende encontrar adaptabilidad de los materiales ya que es donde más aceptación y futuro tienen los híbridos. Los coeficientes de variación se consideran aceptables para darle confiabilidad a la información obtenida. En el Cuadro 7 se observa que para todas las fuentes de variación calculadas en el Análisis Dialelico del Combinado de las cuatro localidades se obtuvo alta significancia para la prueba de F, lo que indica la diferente

expresión en general de los distintos tratamientos involucrados en la investigación.

En el Cuadro 8 se presentan los efectos de Aptitud Combinatoria General, observándose que dos líneas del Pool 21 obtuvieron los efectos más altos y significativos, no correspondiendo estos precisamente a los progenitores que presentaron mejor rendimiento per-se. En el Cuadro 9 se muestran las características de las 5 mejores cruzas comparadas con los testigos incluidos en la evaluación. Estas 5 cruzas superaron en más de 500 kg/ha al mejor híbrido testigo Exp. 46 que produjo 5093 kg/ha. La craza entre las líneas 2221 y 2227 manifestó la más alta expresión de rendimiento con 6223 kg/ha, así como también los mejores efectos de ACE aún cuando es el cruce entre las líneas con mayor y menor efecto de ACG. Los valores de heterosis de estas cruzas se consideran aceptables en relación a la expresión de rendimiento del progenitor más alto que aparecen en este cuadro. En general las características agronómicas observadas en las cruzas son mejores que las de los testigos, únicamente son similares en el caso del híbrido Exp. 46 siendo este material una versión del híbrido HA-44 formado con líneas S_1 seleccionadas fenotípicamente.

Finalmente en el Cuadro 10 aparece la aplicación práctica de este tipo de ensayos de cruzas dialélicas, como es hacer la predicción de híbridos en base a la expresión de las cruzas. En este caso se presenta la expresión de rendimiento de los 10 mejores híbridos dobles y triples predichos, siendo el promedio de rendimiento de estos 10 híbridos de 5628 kg/ha lo que supera en 10% y 24% a los testigos Exp. 46 y HA-44 respectivamente.

Resumiendo los resultados obtenidos tanto en los Dialélicos blancos como amarillos, se lograron identificar líneas y cruzas con buena aptitud combinatoria que pueden continuarse involucrando en trabajos de hibridación. Se logró predecir 32 híbridos de grano blanco y 28 de grano amarillo con expresiones de rendimiento superiores a los testigos, por lo que procede evaluarlos en un considerable número de localidades y así determinar su potencial real de rendimiento y características agronómicas. De igual manera el potencial de rendimiento de las mejores líneas per-se y de las cruzas progenitoras hembras de los híbridos predichos se consideran aceptables para la producción rentable de semilla.

CONCLUSIONES

- 1) Se obtuvieron cruzas simples que superaron en potencial de rendimiento y características a los testigos. Cinco cruzas amarillas superaron en más de 550 kg/ha al mejor híbrido testigo Exp. 46 que produjo 5093 kg/ha; así también cinco cruzas blancas superaron en más de 800 kg/ha al híbrido testigo HB-83 que produjo 5526 kg/ha.
- 2) Los dos grupos de líneas mostraron diferencias altamente significativas para su ACG y ACE. El progenitor 2221-21 de grano amarillo mostró alta significancia para los efectos de ACG (0,47 ton/ha), siendo su mejor combinación con la línea 2227-28 en la

cual obtuvo 6223 kg/ha y una heterosis del 242%. Los progenitores 2210-29 y 2213-C de grano blanco mostraron alta significancia para los efectos de ACG (0.74 y 0.68 ton/ha respectivamente), obteniendo el cruce de estas 2 líneas el rendimiento más alto del experimento que fue 6507 kg/ha y una heterosis de 277%.

- 3) Se produjeron 28 híbridos experimentales amarillos, siendo el rendimiento promedio de los mejores 10 híbridos de 5628 kg/ha que supera en 10% y 24% a los testigos Exp. 46 y HA-44 respectivamente. Así también se produjeron 32 híbridos experimentales blancos, siendo el rendimiento promedio de los 10 mejores de 6296 kg/ha que supera en 14% al HB-83 y en 41% a la variedad de polinización libre

BIBLIOGRAFIA

1. Allar, R.W. Principios de la mejora genética de las plantas. Trad. de la 1a. ed. americana por Jose L. Montoya. 3a. ed. Barcelona, España, OMEGA, 1987.
2. Brauer, O.H. Fitogenética aplicada. México, Limusa, 1983. 518 P.
3. Castellanos, S. Evaluación de aptitud combinatoria general de líneas S_3 de maíz de grano amarillo en cuatro localidades del trópico de Guatemala, 1985. XXXII Reunión Anual del PCCMCA, El Salvador, 1986.
4. CIMMYT. Datos sin publicar proporcionados por los Drs. S.K. Vasal y D. Beck, investigadores del Programa de Híbridos del CIMMYT.
5. Falconer, D.S. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. del Inglés por Fidel Márquez Sánchez, México, C.E.C.S.A., 1984. 430 p.
6. Jugenheimer, R.W. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Traducido del Inglés por Piña García. México, Limusa, 1981. 681 p.
7. Reyes, S.O. Evaluación de cruas dialelicas a partir de once progenitores de maíz de grano blanco para la formación de híbridos dobles y triples. Universidad de San Carlos Guatemala, Facultad de Agronomía, Tesis Ing. Agr. 1986. 70p.
8. Soto, G. et al. Derivación de línea de maíz a partir de familias y su utilización en la formación de híbridos a corto plazo. XXXII Reunión Anual del PCCMCA, El Salvador, 1986.
9. Vergara, N. Rendimiento y Aptitud Combinatoria de Cruas posibles de maíz (*Zea mays* L.) entre seis poblaciones tropicales del CIMMYT con ocho cruas simples elite de la UAAAN. Tesis de Ing. Agrónomo, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

CUADRO 1

Media de Rendimiento en ton/ha por localidad y % C.V. obtenido en el análisis dialélico de 10 líneas S_3 de maíz de grano blanco a través de 4 localidades de Guatemala, 1986.

<u>Localidad</u>	<u>Rend. Ton./ha</u>	<u>% C.V.</u>
Cuyuta	4.321	14.8
La Máquina	4.782	8.8
Quezada	3.157	24.3
San Jerónimo	6.344	18.9
Combinado	4.651	17.4

CUADRO 2

Análisis Dialélico combinado de 10 líneas S_3 de maíz de grano blanco evualuadas a través de 4 localidades de Guatemala, 1986.

<u>Fuente de Variación</u>	<u>C.M.</u>	<u>F</u>
Localidades	383.17	**
Entradas	33.97	**
- Progenitores	3.00	*
- Progenitores vrs. cruza	1303.00	**
- Cruzas	11.46	**
. ACG	36.33	**
. ACE	5.06	**

CUADRO 3

Estimación de los efectos de Aptitud Combinatoria General (gi), comportamiento promedio de rendimiento de las cruzas en que intervienen y rendimiento per-se en ton/ha. de 10 progenitores de maíz de grano blanco a través de cuatro localidades de Guatemala, 1986.

<u>Progenitores</u>	<u>gi</u>	<u>Rend. \bar{X}</u> <u>en ton/ha</u>	<u>Rend. per-se</u> <u>en ton/ha</u>
2201-22	-0.49 *	4.843	2.123
2202-22	0.01 n.s.	5.286	2.970
2203-22	-0.16 n.s.	5.107	1.882
2204-22	-0.39 *	4.922	2.001
2205-22	-0.47 *	4.870	2.159
2206-22	-0.67 **	4.684	1.950
2209-29	0.08 n.s.	5.364	1.627
2210-29	0.74 **	5.934	2.348
2211-29	0.67 **	5.862	2.055
2213-C	0.68 **	5.874	1.313

Nota: Los números que siguen a los guiones identifican a la población del CIMMYT de la cual se originó la línea.

CUADRO 4

Rendimiento en ton/ha, % de heterosis, efectos de ACE y características agronómicas de las 5 cruzas superiores comparadas con testigos comerciales y experimentales obtenidas en la evaluación de cruces dialélicos de líneas S₃ de maíz de grano blanco a través de 4 localidades de Guatemala, 1986.

<u>Genealogía</u>	<u>Rend. Ton/ha.</u>	<u>% Heterosis</u>		<u>Altura (cm.)</u>		<u>% mazorcas</u>	
		<u>Mejor Prog.</u>	<u>ACE</u>	<u>Plta.</u>	<u>Maz.</u>	<u>Desc.</u>	<u>Pod.</u>
2210-29 x 2213-C	6.507	277	-0.16 n.s.	223	126	1.0	7.9
2201-22 x 2210-29	6.423	273	0.88 **	216	117	4.6	7.6
2203-22 x 2210-29	6.421	273	0.59 *	211	114	2.9	4.5
2202-22 x 2213-C	6.372	214	0.40 n.s.	225	119	1.7	7.0
2202-22 x 2211-29	6.343	214	0.34 n.s.	209	105	1.6	4.5
<hr/>							
22-100 x 29-5	5.534			200	105	4.0	10.0
ICTA HB-83	5.526			207	108	5.3	9.8
43-46...x 43-68...	5.041			202	108	2.9	10.1
43-46...x GB-12	5.026			200	102	4.3	10.5
2202-22	2.970			175	87	2.9	15.8
2210-29	2.349			153	75	2.1	25.1

Nota: Los números que siguen a los guiones identifican a la población del CIMMYT de la cual se originó la línea.

CUADRO 5

Rendimiento en ton/ha de los 10 mejores híbridos predichos y su progenitor hembra en base a la evaluación de cruces dialelicos entre 10 líneas S₃ de grano blanco en 4 localidades en Guatemala, 1986.

<u>Híbrido Predicho</u>	<u>Rend. ton/ha.</u>	<u>% Rend. sobre ICTA HB-83</u>	<u>Rend. ton/ha Prog. ♀</u>
(2213-Cx2203-22)2210-29	6.464	117	6.141
(2210-29x2202-22)2213-C	6.439	116	5.905
(2211-29x2213-C)2202-22	6.358	115	5.720
(2203-22x2210-29)2213-C	6.324	114	6.421
(2210-29x2211-29)(2201-22x2203-22)	6.320	114	5.663
(2210-29x2213-C) 2203-22	6.281	114	6.507
(2210-29x2202-22)(2213-Cx2211-29)	6.221	113	5.905
(2203-22x2213-C)(2210-29x2211-29)	6.214	112	6.141
(2210-29x2213-C)(2202-22x2203-22)	6.210	112	6.507
(2210-29x2213-C)(2202-22x2201-22)	6.134	111	6.507
ICTA HB-83 (Testigo comercial)	5.526		5.041
ICTA B-1 (Testigo comercial)	4.470		

Nota: Los números que siguen a los guiones identifican a la población de la cual se originó la línea.

CUADRO 6

Media de Rendimiento en ton/ha por localidad y % C.V. obtenido en el análisis dialélico de 8 líneas S₃ de maíz de grano amarillo a través de 4 localidades de Guatemala, 1986.

<u>Localidad</u>	<u>Rend. ton/ha.</u>	<u>% C.V.</u>
Cuyuta	4.716	12.2
La Máquina	4.219	9.7
Quezada	3.277	20.2
San Jerónimo	5.704	16.4
Combinado	4.479	15.1

CUADRO 7

Análisis Dialélico combinado de 8 líneas S₃ de Maíz de grano amarillo evaluadas a través de 4 localidades de Guatemala, 1986.

<u>Fuente de Variación</u>	<u>C.M.</u>	<u>F</u>
Localidades	147.32	**
Entradas	31.35	**
- Progenitores	2.80	**
- Progenitores Vrs.Cruzas	846.17	**
- Cruzas	8.58	**
. ACC	6.47	**
. ACE	9.31	**

CUADRO 8

Estimación de los efectos de Aptitud Combinatoria General (gi), comportamiento promedio de rendimiento de las cruzas en que interviene y rendimiento per-se en ton/ha de 8 progenitores de maíz de grano amarillo a través de cuatro localidades de Guatemala, 1986.

<u>Progenitores</u>	<u>gi</u>	<u>Rend. \bar{X}</u> <u>en ton/ha</u>	<u>Rend. per-se</u> <u>en ton/ha</u>
2217-24	0.07 n.s.	5.085	1.975
2218-24	-0.25 *	4.801	1.702
2221-21*	0.47 **	5.412	2.566
2223-21	0.29 *	5.252	1.612
2227-28	-0.23 n.s.	4.815	2.252
2228-28	-0.14 n.s.	4.890	2.014
2229-26	-0.13 n.s.	4.911	1.995
2231-26	-0.08 n.s.	4.951	2.842

Nota: Los números que siguen a los guiones identifican a la población del CIMMYT de la cual se originó la línea.

CUADRO 9

Rendimiento en ton/ha, % de heterosis, efectos de ACE y características agronómicas de las 5 cruzas superiores comparadas con testigos comerciales y experimentales obtenidas en la evaluación de cruces dialélicos de líneas S₃ de maíz de grano amarillo a través de 4 localidades de Guatemala, 1986.

<u>Genealogía</u>	<u>Rend. Ton/ha.</u>	<u>% Heterosis</u>		<u>Altura (cm.)</u>		<u>% mazorca</u>	
		<u>Mejor Prog.</u>	<u>ACE</u>	<u>Plta.</u>	<u>Maz.</u>	<u>Desc.</u>	<u>Pc</u>
2221-21*x2227-28	6.223	242	0.98 **	196	100	1.6	6
2217-24x2223-21	5.975	302	0.60 **	206	101	1.5	3
2218-24x2221-21	5.742	224	0.50 **	191	98	2.6	9
2217-24x2235-28	5.581	220	- 1 /	205	112	1.2	4
2221-21x2228-28	5.560	217	0.23 n.s.	184	92	2.2	7
<hr/>							
ICTA Exp.46	5.093			198	98	2.0	3
ICTA HA-28	5.011			184	93	3.9	8
Pichilingue 7928	4.987			193	99	5.1	9
ICTA HA-44	4.537			183	89	3.4	7
2221-21	2.566			165	77	1.4	14
2217-24	1.975			159	83	0.0	31

Nota: Los números que siguen a los guiones identifican a la población del CIMMYT de la cual se originó la línea.

* Los números 21 que siguen al guión identifican al Pool 21 del CIMMYT.

1/ Esta craza no entró en el análisis dialélico.

CUADRO 10

Rendimiento en ton/ha de los 10 mejores híbridos predichos y su progenitor hembra en base a la evaluación de cruces dialelicos entre 2 líneas S₃ de grano amarillo en 4 localidades en Guatemala, 1986.

<u>Híbrido Predicho</u>	<u>Rend. ton/ha.</u>	<u>% Rend. sobre</u> <u>ICTA Exp. 46</u>	<u>Rend. ton/ha</u> <u>Prog. ♀</u>
(2221-21*x2223-21) 2227-28	6.100	120	4.857
(2218-24x2227-28) 2221-21	5.980	117	4.990
(2227-26x2230-26) 2221-21	5.780	113	5.292
(2221-21x2223-21) (2227-28x2228-28)	5.680	111	4.857
(2218-24x2221-21) 2227-28	5.600	110	5.742
(2221-21x2217-24) (2227-28x2228-28)	5.560	109	6.000
(2223-21x2217-24) 2227-28	5.540	109	5.975
(2217-24x2228-28) (2223-21x2229-26)	5.420	106	5.313
(2217-24x2223-21) (2228-28x2229-26)	5.350	105	5.975
(2221-21x2227-28) (2218-24x2223-21)	5.270	103	6.223

ICTA Exp.36 (Testigo experimental)	5.093
ICTA HA-28 (Testigo comercial)	5.011
ICTA HA-44 (Testigo comercial)	4.537

Nota: Los números que siguen a los quiones identifican a la población del CIMMYT de la cual se originó la línea.

* Todos los 21 se refieren al Pool 21, no a la población 21.