

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA
COLEGIO DE POSTGRUADOS

*Para la Facultad de Agronomía de
Nariño con los cursos
Genéticos*

HETEROSIS, ACCION GENICA Y CORRELACIONES
DE CATORCE VARIEDADES DE MAIZ
EN COLOMBIA

POR

DANIEL SARRIA VILLANO

||

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
AGRICOLAS ESPECIALISTA EN GENETICA.

CHAPINGO, MEXICO

1966

T
633.17
5247

D E D I C A T O R I A

A MI ABNEGADA MADRE CON GRATITUD Y CARIÑO

A MI QUERIDA ESPOSA

A MIS HIJOS COMO ESTIMULO

MS
Sep. 167 # 530.01

Ateneo. El calor

COMITE PARTICULAR

CONSEJERO

ASESOR

ING. FACUNDO BARRIENTOS P.

DR. OSCAR BRAUER H.

A G R A D E C I M I E N T O

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las siguientes entidades y personas :

Al Instituto Colombiano Agropecuario (I.C.A.) y a la Fundación Rockefeller por el financiamiento de mis estudios de Postgraduado. Al Dr. D. D. Harpstead por la confianza depositada -- en mí al hacer posible mis estudios en Chapingo.

Al Ing. Ignacio Méndez R. por la revisión y sugerencias en la redacción e interpretación de la presente Tesis. Al Ing. -- Alonso Ulloa M. por su asesoría en el procesamiento de datos -- pertinentes a la obtención de la regresión múltiple. Al Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados. A los -- Profesores de la Rama de Genética y Estadística por sus enseñanzas.

Al personal técnico, empleados y prácticos agrícolas de la Sección de Maíz del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira, por su valiosa ayuda en la obtención de los datos que fueron base para el presente trabajo.

C O N T E N I D O

	Página
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	3
III MATERIALES Y METODOS	10
A.- Materiales usados y características generales	10
B.- Técnica experimental	12
C.- Sistema usado en dialélicos	14
IV RESULTADOS Y DISCUSION	20
A.- Heterosis en cruzamientos varietales	20
B.- Análisis dialélico	25
1.- Segundo semestre de 1964	25
2.- Primer semestre de 1965	28
C.- Correlación y regresión entre caracteres agronómicos.....	34
1.- Correlación	34
2.- Regresión	39
V CONCLUSIONES	42
VI RESUMEN	45

	Página
VII LITERATURA CITADA	48
VIII APENDICE	53

INDICE DE CUADROS

		Página
CUADRO 1	Esquema del análisis de varianza y esperanzas de los cuadrados medios usados para determinar aptitud combinatoria global para los cruzamientos.	16
CUADRO 2	Análisis de varianza del experimento efectuado - en bloques al azar con cruzamientos en F_1 , progenitores y testigos. Peso con aproximación a gramos por parcela. Segundo semestre de 1964.	20
CUADRO 3	Análisis de varianza del experimento efectuado - en bloques al azar con cruzamientos en F_1 , progenitores y testigos. Peso con aproximación a gramos por parcela. Primer semestre de 1965.	21
CUADRO 4	Análisis de varianza del experimento efectuado - en bloques al azar con cruzamientos en F_1 . Peso con aproximación a gramos por parcela. Segundo semestre de 1964.	25
CUADRO 5	Análisis de varianza global para aptitud combinatoria general y específica. Segundo semestre de 1964.	26
CUADRO 6	Análisis de varianza del experimento efectuado - en bloques al azar con cruzamientos en F_1 . Peso con aproximación a gramos por parcela. Primer semestre de 1965.	28
CUADRO 7	Análisis de varianza global para aptitud combinatoria general y específica. Primer semestre de 1965.	29

		Página
CUADRO 8	Varianza de aptitud combinatoria general (σ^2G) y de aptitud combinatoria específica (σ^2S) de las 14 variedades. Segundo semestre de 1964 y - primer semestre de 1965.	31
CUADRO 9	Estimaciones de efectos para aptitud combinatoria general en ambos semestres.	32
CUADRO 10	Coefficientes de correlación entre caracteres — independientes y el rendimiento.	35
CUADRO 11	Coefficiente de correlación entre los diferentes caracteres independientes.	37
CUADRO 12	Análisis de varianza de regresión múltiple.	39
CUADRO 13	Coefficientes de regresión múltiple entre rendimiento y las variables independientes.	40

A P E N D I C E

CUADRO 1	Rendimiento en Kg./ha. de progenitores, cruza- mientos en F_1 , heterosis de la F_1 expresada co- mo porcentaje del promedio de progenitores y — progenitor de mayor rendimiento. Promedio de — los dos semestres.	54
CUADRO 2	Ajuste con totales de hilera y columna para el- cálculo de la aptitud combinatoria general de — los cruzamientos intervarietales. Segundo seme- stre de 1964.	58
CUADRO 3	Ajuste con totales de hilera y columna para el- cálculo de la aptitud combinatoria específica — de los cruzamientos intervarietales. Segundo — semestre de 1964.	59

		Página
CUADRO 4	Ajuste con totales de hilera y columna para el cálculo de la aptitud combinatoria general de los cruzamientos intervarietales. Primer <u>semes</u> tre de 1965.	60
CUADRO 5	Ajuste con totales de hilera y columna para el cálculo de la aptitud combinatoria específica de los cruzamientos intervarietales. Primer — semestre de 1965.	61

I.- INTRODUCCION.

Los cruzamientos varietales en maíz generalmente muestran heterosis, la cual depende de la capacidad de rendimiento y de la diversidad genética del material parental. Moll et al. (1962) indican que las diferencias genéticas entre variedades han surgido probablemente al través de aislamiento geográfico, acompañadas por derivas genéticas y selección en diferentes ambientes.

Sería por lo tanto de mucha importancia tratar de recombinar esa diversidad por medio de cruzamientos y usarla en Programas de fitomejoramiento.

El tipo de acción génica también es importante porque daría un buen índice para determinar el sistema de mejoramiento más adecuado, obteniendo con esto ganancia en tiempo y eficiencia.

Por otra parte, es de interés conocer la forma en que están relacionados los diferentes caracteres de la planta, para determinar su asociación y la influencia de ellos en el rendimiento, lo cual sería de ayuda en Programas de selección.

El objetivo de este estudio es el de conocer en 14 variedades de maíz, el grado de heterosis en F_1 , en relación con sus variedades parentales, en tal forma que se puedan identificar los cruzamientos más promisorios que deben usarse en el Programa de mejoramiento en su zona de estudio; obtener el tipo de acción génica de cada una de estas variedades, por el sistema de dialélicos, con lo cual se podría indicar el método de mejoramiento más apropiado para cada una de las variedades, y por último estimar la contribución y grado de asociación de diferentes caracteres de la planta en relación con el rendimiento.

El material básico fué sembrado y cosechado en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira, Valle, Colombia, a 1000 metros sobre el nivel del mar, durante el segundo semestre de 1964 y primer semestre de 1965. El análisis e interpretación de los datos, - lo mismo que la asesoría, fueron llevados a cabo en el Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura en Chapingo, Méx. México.

II.- REVISION DE LITERATURA

La revisión de literatura se relacionará con los tres temas planteados, es decir: heterosis en cruzamientos varietales, cruzamientos dialélicos y correlación entre varios caracteres agronómicos.

Heterosis en cruzamientos varietales.

La primera parte de este tema tratará de la presentación de algunas de las hipótesis más importantes acerca de la heterosis.

De acuerdo con Allard (1960) el conocimiento de los efectos de la heterosis en plantas, se remonta a los experimentos hechos por Koelreuter en 1763 y Sprengel en 1793. El primero de estos autores reconoció que los híbridos poseían con frecuencia un vigor notorio, y poco común.

Shull (1914) fué el primero que sugirió el término de heterosis en vez de decir "estímulo de la heterocigosis".

Hasta el presente existen dos hipótesis principales en la explicación genética de la heterosis. Una hipótesis sostiene que la heterosis es causada por la acción conjunta de los genes dominantes favorables, Jones (1917). La otra hipótesis sostiene que la heterocigocidad per se es responsable para la heterosis, East y Hayes (1912).

East (1936) explica la heterosis en términos de la acción complementaria de alelos en el mismo locus, fenómeno que ha sido descrito como "sobredominancia".

En lo que respecta a heterosis en cruzamientos varietales de maíz, Sprague (1955) informa que los primeros experimentos controlados en maíz se deben a Beal en 1877, quien hizo notar que los híbridos

sobrepasaron a los padres en rendimiento entre un 10 y 50%.

Griffee (1922) hizo una revisión de los resultados obtenidos en pruebas de cruzamiento en maíz e indica que hay gran evidencia de que estos cruzamientos son un medio de obtener aumentos en rendimiento.

En la misma forma Richey (1922) al hacer un sumario de datos obtenidos por otros investigadores informa, que de 244 cruzamientos varietales, el 82% de estas cruza producían mayores rendimientos que el promedio de los padres y algo más del 50% de las cruza rendían más que el progenitor de mayor rendimiento. Observó también que, en general había mayor heterosis cuando los padres tenían mayor rendimiento y presentaban amplias diferencias en caracteres de planta y ma zorca.

Timothy (1961) al citar a Torregroza y Varela (sin publicar) informa que estos investigadores al estudiar 12 variedades, obtuvieron estimaciones de heterosis en dos localidades, la cual promediaba el 10% sobre el progenitor de mayor rendimiento. Uno de estos cruzamientos, que mostraba en F_1 una heterosis del 18% sobre el progenitor de mayor rendimiento, fué distribuido en forma comercial.

Moll et al. (1962) presentaron datos de cruzamientos entre variedades procedentes de tres regiones geográficas. Los cruzamientos de mayor rendimiento estaban formados por progenitores de regiones diferentes, a pesar de que algunos de estos padres eran de bajo rendimiento.

Paterniani y Lonquist (1963) estudiaron 12 razas de maíz de Latinoamérica. La respuesta promedio de heterosis fué de 33% respecto a la media de los padres y de 14% en relación con el padre más rendidor. Los cruzamientos dentro de un mismo tipo de endosperma fueron tan rendidores en promedio, como aquellos entre diferentes tipos de endosperma. El mejor cruzamiento tuvo un rendimiento aproximadamente igual al de los híbridos dobles comerciales usados como testigos.

Entre algunas de sus conclusiones Molina (1964) indica que la heterosis promedio en las cruzas de ciertas razas con algunas variedades mexicanas osciló entre 11.7 y 65.8%. Informa igualmente, que las razas de mayor rendimiento fueron las que exhibieron mayor heterosis y que algunos cruzamientos rindieron igual que el H-503, uno de los mejores híbridos tropicales de México.

Cruzamientos dialélicos.

A continuación se presentan algunas interpretaciones acerca de lo que se entiende por acción génica y además una revisión de literatura en forma cronológica sobre diferentes aspectos relacionados con cruzamientos dialélicos.

Wright (1921) definió tres tipos de varianza génica: la aditiva, la debida a desviaciones de dominancia del esquema aditivo y la resultante de la interacción de genes no alélicos (epistasia).

Sprague y Tatum (1942) usaron el término "aptitud combinatoria general" para designar el comportamiento promedio de una línea en sus combinaciones híbridas. La "aptitud combinatoria específica" estaría relacionada con aquellos casos en que ciertas combinaciones son mejores o peores de lo que se esperaría en base del comportamiento promedio de las líneas incluídas. La varianza para aptitud combinatoria general incluiría la parte genética aditiva, mientras que la varianza para aptitud combinatoria específica se definiría como la parte genética no aditiva y debida a desviaciones de dominancia y epistasia.

El término "sobredominancia" fué introducido por Hull (1945) para denotar la superioridad del heterocigote sobre los homocigotes. Hacia hincapié también en que la selección para rendimiento era inefectiva para una variedad que tuviera varianza esencialmente no aditiva.

En años más recientes las técnicas que usan cruzamientos dialélicos han tenido mucha importancia en problemas que interesa a la genética.

tica cuantitativa. Los métodos usados con esta técnica han sido diversos. Así por ejemplo:

Yates (1947) presentó un análisis estadístico de un cruzamiento dialélico, el cual consistía en hacer todos los cruzamientos posibles directos y recíprocos entre líneas de *Trifolium hybridum*, obteniendo estimaciones de la aptitud combinatoria general y específica.

Rojas y Sprague (1952) usando líneas de maíz seleccionadas previamente, hicieron estimaciones de las varianzas de aptitud combinatoria general y específica para rendimiento, así como sus interacciones con años y localidades. Las componentes que involucraban efectos específicos fueron de mayor importancia que las correspondientes a los efectos generales. Tanto los efectos generales como los específicos en sus interacciones con años, fueron mayores que los obtenidos con localidades.

Jinks (1955) hizo una recopilación y análisis de datos en dialélicos publicados por otros investigadores y concluyó que : a) Dondequiera que haya sobredominancia hay interacción no alélica. b) La aptitud combinatoria específica está siempre asociada con la presencia de interacciones no alélicas, mientras que la aptitud combinatoria general es el resultado de una dominancia sencilla.

El término "dialélico modificado" fué sugerido por Griffing (1956) para designar una tabla en la cual no se incluyen los progenitores. Dió las varianzas de aptitud combinatoria general y específica en términos de varianzas de aditividad, dominancia y epistasis.

Allard (1956) informó que los cruzamientos dialélicos pueden ser útiles en la investigación de interacciones genético-ambientales. Al estudiar híbridos varietales de *Nicotiana glauca*, concluyó que las relaciones de dominancia en el control genético de la altura parecían cambiar moderadamente con diferentes medios ambientales, pero los efectos aditivos de los genes que controlan la altura eran alterados -

drásticamente por cambios ambientales.

Al hacer algunas consideraciones acerca del sistema de dialélicos, Gilbert (1958) concluye que este método se podría usar con venta ja en estados avanzados de un programa de selección, pero que ningún método estadístico puede reemplazar al conocimiento íntimo que sobre su cultivo tenga el mejorador, aunque estos sistemas pueden ser de al guna ayuda.

Matzinger et al. (1959) trabajando con líneas de maíz determinaron la importancia relativa de los efectos de aptitud combinatoria ge neral y específica y de sus interacciones con años y localidades. Obtuvieron varianzas significativas para las siguientes interacciones: general x años, general x años x localidades y específica x localidades.

Barrientos (1962) y Medina (1965) obtuvieron estimaciones de la acción génica al estudiar un grupo de razas y variedades respectivamente. El primero de estos autores sugiere que la aptitud combinatoria general y específica de las cruzas debe aprovecharse mediante sig temas de mejoramiento que utilicen los efectos genéticos aditivos y no aditivos respectivamente, o ambos. Considera que la aptitud combinatoria general y específica varían con las localidades, por lo cuales es necesario que se utilicen los materiales apropiados de acuerdo con ellas.

Respecto al modelo matemático usado en los dialélicos, Wearden (1964) presenta las esperanzas de los cuadrados medios para tres tipos de análisis. Indica que el análisis apropiado para determinado ex perimento dialélico debe estar de acuerdo con las bases del modelo, el método de seleccionar las líneas progenitoras y la potencia relati va de las pruebas de las varianzas en las cuales el genetista está es pecialmente interesado.

Correlación entre varios caracteres agronómicos.

Entre algunos de los principales investigadores que han estudiado la influencia de los componentes del rendimiento y su grado de asociación, se pueden mencionar los siguientes:

East (1907) anotó la mayor eficiencia en producir una libra de grano de maíz con dos mazorcas en vez de una sólo, lo cual indicaría la mayor productividad potencial de las variedades prolíficas y la influencia del ahijamiento.

Al citar a varios investigadores Richey (1922) informó que Hutcherson y Wolfe (1918) al estudiar progenies de maíz encontraron que era pequeña la relación entre rendimiento y porcentaje de grano, número de hileras y longitud promedio de grano.

Al estudiar diferentes caracteres que pueden afectar el rendimiento en avena, Stevenson (1928) concluyó que los caracteres que más estaban asociados con el rendimiento eran el espesor del grano, fecha de aparición de las espigas, roya y acame. La altura de la planta tenía poca influencia sobre el rendimiento.

Martin (1928) hizo un estudio de varios caracteres en sorgo para grano y dedujo que los rendimientos estuvieron más estrechamente correlacionados con el número de espigas por acre, que con el tamaño de la espiga o peso del grano por espiga. En tres de las variedades estudiadas hubo una correlación negativa entre el número de espigas por acre, peso por bushel de grano y el tamaño promedio de las espigas. En una variedad hubo una correlación alta entre la altura del tallo y el rendimiento del grano.

Hughes y Robinson (1929) estudiaron en el maíz Reid Yellow Dent algunos caracteres de mazorca y grano relacionándolos con el rendimiento. Concluyeron que el rendimiento estuvo correlacionado con el

peso y longitud de la mazorca, número de hileras y con determinados - caracteres del grano como densidad, cantidad de almidón, volumen, peso, espesor y profundidad.

Bohac y Hraska (1961) encontraron diferencias entre 11 mestizos- y sus formas parentales en maíz, al estudiar las correlaciones entre- los caracteres altura de mazorca y peso de tallo; altura de mazorca y número de entrenudos; altura de mazorca y número de mazorcas; peso -- del grano por mazorca y peso de 1000 granos; peso por mazorcas y peso de tusa (olote); longitud de tallo y longitud de mazorca; altura de - mazorca y número de hileras; altura de mazorca con peso por mazorca;- número de mazorcas con número de hojas por planta.

III.- MATERIALES Y METODOS

A.- Materiales usados y características generales.

Se utilizaron 14 variedades de maíz, procedentes del Caribe, Centro y Suramérica, con características agronómicas bastante contrastantes. Las variedades fueron las siguientes:

Eto variedad sintética obtenida en Colombia por medio de cruza-
mientos múltiples con base en la variedad Colombia 1 y diversos mate-
riales procedentes de otras regiones de Latinoamérica. Es buen germo-
plasma para obtención de líneas, pero no se han obtenido resultados -
halagadores en la formación de sintéticos. Se caracteriza por tener -
plantas altas, mazorca gruesa, grano de color amarillo y cristalino,-
pero con segregación de granos blancos.

Diacol V.351 con las mismas características de la variedad ante-
riormente mencionada y obtenida de ella por separación de los granos-
blancos, sometiéndola posteriormente a un proceso de purificación por
medio de autofecundaciones y fraternales numerados.

(Nariño 330a) I Sin. 4 de origen colombiano, es un sintético for-
mado por 11 líneas de la variedad Nariño 330, la cual procede a su -
vez de una sola mazorca. Tiene plantas relativamente bajas, mazorca -
larga y cónica, grano de color amarillo con segregación blanca y tipo
cristalino.

U.S.A. 342 originaria de los Estados Unidos de Norteamérica don-
de fué formado con material de Indias Occidentales y de los Estados -
Unidos (West Indian Composite). Plantas bajas, mazorca mediana, grano
de color amarillo, semidentada. No tiene buen rendimiento, pero tiene
la ventaja de su precocidad. Adaptada a climas calientes de Colombia.

Perú 330 es una variedad que fué enviada de ese País a Colombia en el año de 1951, donde se ha adaptado a clima templado y caliente moderado. En estas zonas ha dado mucha heterosis en cruzamientos varietales. Se caracteriza por tener plantas de mediana altura, mazorca corta, grano de color amarillo cristalino, segregando blanco.

Cuba 325 amarillo es un complejo del material amarillo cubano. Plantas relativamente bajas, algo de precocidad, mazorca mediana, grano de color amarillo semidentado y segregando color blanco.

Sicarigua mejorada es una variedad sintética obtenida en Venezuela, formada por líneas So de la variedad Sicarigua, que a su vez es producto de selecciones masales de un material regional. Plantas relativamente altas, mazorca larga y algo delgada, grano de color blanco, semidentado. Adaptada a climas calientes de Colombia.

Amarillo Chancayano del Perú. Según Grebman et al.(1961) esta variedad es un producto de hibridación natural entre las razas Chancayano y Perla del Perú. Se caracteriza por tener plantas altas, mazorca gruesa, variable, grano amarillo, cristalino.

Mix. 1 de Guatemala es una variedad originaria de este País. Tiene plantas relativamente altas, mazorca mediana, grano de color blanco y semidentado. Tiene período vegetativo algo tardío.

Antigua 2-D es una colección procedente de la Isla Antigua. Tiene plantas y mazorcas bajas, mazorca mediana, larga, grano de color amarillo cristalino. Se caracteriza por su precocidad.

Compuesto Tuxpeño Amarillo es un sintético con base en las mejores colecciones de Tuxpeño y formado en el Campo Experimental de Tepalcingo, México. Tiene plantas altas, mazorca grande, de color amarillo, dentado.

Trinidad semi-dentado es otra variedad sintética formada en Tepalcingo a partir de las mejores colecciones del material de Trinidad. Presenta plantas relativamente altas, susceptibles al acame y tardías, con mazorca mediana, color amarillo.

Cuba 11-J es una colección originaria de este País. Plantas de mediana altura, mazorca mediana, grano de color amarillo rojizo, cristalina.

Puerto Rico Grupo 6 es una variedad sintética compuesta por diferentes colecciones de material de este País. Plantas de altura mediana y con período vegetativo algo precoz, mazorca larga, grano de color amarillo, semidentada.

Las variedades nacionales y extranjeras adaptadas tenían entre cuatro y diez generaciones de fraternales. El resto de variedades extranjeras fueron propagadas en el Centro Experimental Palmira, durante uno a dos semestres por medio de cruzamientos fraternales, después de que fueron recibidas de los respectivos Centros Experimentales.

Para propósitos de comparación se incluyeron las siguientes variedades e híbridos pertenecientes al Centro Experimental Palmira: — Blanco Común, variedad regional; Diacol V-254, variedad comercial; — Eto y sus tres ciclos de mejoramiento obtenidos por el sistema de selección masal; Diacol V.351 y sus tres ciclos de mejoramiento obtenidos por el sistema anteriormente mencionado; (Eto x U.S.A. 342)-4# y dos ciclos de selección, desarrollados con base en el sistema surco por planta modificado; Diacol H.205 y Diacol H.253, híbridos dobles — amarillo y blanco respectivamente y con amplia distribución comercial en la región; L 38 x L 36, híbrido sencillo.

B.- Técnica experimental.

Los cruzamientos posibles entre las 14 variedades se hicieron en

el primer semestre de 1964. Los padres que debían ser cruzados se sembraron en parcelas de 20 surcos, con 35 plantas cada surco. La época de la siembra se ajustó en tal forma para que los padres florecieran al mismo tiempo. Se efectuaron los cruzamientos posibles en un solo sentido con una mezcla de polen de cada uno de los padres. Se cosecharon alrededor de 30 mazorcas por cruzamiento.

En el segundo semestre de 1964 se sembraron las 14 variedades y los 91 cruzamientos posibles, completando los tratamientos con las variedades e híbridos anteriormente mencionados, para obtener un látice triple 11 x 11 con tres repeticiones. Este experimento se volvió a sembrar en el mismo Centro Experimental en el primer semestre de 1965.

El tamaño de la parcela unitaria era de 2 surcos, teniendo cada surco 5 matas a una distancia de 0.92 metros entre y dentro de surcos. En cada sitio se sembraron 5 semillas y posteriormente se raleó para dejar sólomente 4 plantas por sitio.

Se efectuaron las labores de cultivo aconsejadas en este tipo de experimentos y se identificaron 10 plantas de cada parcela, las cuales fueron tomadas al azar y con competencia completa. A las plantas seleccionadas se les tomaron datos de altura de planta y de mazorca, largo y ancho de hoja correspondiente a la mazorca superior; posteriormente cada una de las plantas fué cosechada por separado, tomando el número de mazorcas presentes en cada planta, secando el material hasta humedad constante.

A las mazorcas tomadas de cada planta se les determinaron los siguientes datos: número de hileras, número de granos por hilera, número de granos por mazorca y peso del grano.

En cada parcela unitaria se obtuvo el rendimiento total en kilos, tomando muestras de humedad para hacer el ajuste a humedad uniforme.

El ajuste por fallas se obtuvo tomando el rendimiento promedio - por planta para cada parcela (tratamiento). Una vez obtenido el rendimiento por planta se multiplicó por 40, que era el número máximo que podía tener cada parcela. Es de anotar que las fallas fueron muy pocas en cada uno de los 2 experimentos sembrados.

C.- Sistema usado en dialélicos.

Se hicieron las estimaciones de las varianzas de aptitud combinatoria general y específica en las variedades usadas en este estudio, por medio del análisis dialélico. El modelo dialélico, para la estimación de los parámetros genéticos, supone que los progenitores usados sean líneas homocigotas, pero según Mather (1949), si las diferencias genéticas dentro de las variedades utilizadas en los cruzamientos son menores que las diferencias entre las variedades, entonces, las variedades se pueden considerar como líneas, quedando su variabilidad confundida con el medio ambiente.

De acuerdo con Griffing (1956), un sistema de cruzamientos dialélicos es aquel en que se escoge un grupo (p) de progenitores y se hacen todos los cruzamientos posibles entre ellos. Este procedimiento da lugar a un máximo de p^2 combinaciones las cuales pueden dividirse en tres grupos: 1) los (p) genotipos parentales. 2) un grupo de F_1 que sería $p(p-1)/2$. 3) un grupo de F_1 recíprocos que sería $p(p-1)/2$. Según este mismo autor existen cuatro métodos experimentales posibles: 1) aquel en que se incluyen los genotipos parentales, los cruzamientos directos en F_1 y sus recíprocos lo cual daría p^2 genotipos totales. 2) otro en que se incluyen los genotipos parentales, los cruzamientos directos en F_1 , pero no los recíprocos, lo cual daría un total de $p(p+1)/2$ genotipos. 3) otro método sería aquel en el que no se incluyen los genotipos parentales, pero sí los cruzamientos directos y recíprocos, lo cual daría un total de $p(p-1)$ genotipos. 4) finalmente aquel en el que sólo se incluyen los cruzamientos directos, pero no los progenitores ni los cruzamientos recíprocos, lo cual daría un total de $p(p-1)/2$ genotipos.

En el presente trabajo se usó el método (4) el cual quedaría descrito en la forma siguiente:

$p = 14$, número de progenitores.

$p(p-1)/2 = 91$ cruzamientos directos en F_1 . Además se usó el Modelo fijo en el cual el material experimental es considerado como la población a la cual se desean hacer las inferencias.

Los pasos a seguir, para obtener las estimaciones de las varianzas en las variedades por medio de los cruzamientos, se pueden clasificar en tres modalidades:

a) Análisis de varianza para diferencias entre F_1 .

En esta primera etapa se prueba la hipótesis nula de que no hay diferencias genotípicas entre los F_1 . Esta prueba se efectuó por medio de un diseño en bloques al azar en el cual solamente se incluyeron los 91 cruzamientos en F_1 . El análisis de varianza se hizo independientemente para cada semestre.

b) Análisis global para aptitud combinatoria.

Esta segunda etapa tenía por objeto obtener información de la importancia relativa entre los efectos genéticos aditivos (aptitud combinatoria general) y no aditivos (aptitud combinatoria específica), para lo cual se hicieron estimaciones de cada una de estas varianzas.

El análisis de los datos se hizo según la forma presentada por Griffing (1956); Matzinger y Kempthorne (1956). El sistema de análisis de varianza y las esperanzas de los cuadrados medios se presentan en el cuadro 1.

CUADRO 1.- ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA Y ESPERANZAS DE LOS CUADROS MEDICOS USADOS PARA DETERMINAR APTITUD COMBINATORIA-GLOBAL EN LOS CRUZAMIENTOS DIALELICOS.

F. de VARIACION.	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	C.M.	E.C.M. MODELO FIJO
General	p-1	$G = \frac{1}{r(p-2)} \sum_i Y^2_{i..} - \frac{2(p-1)C}{(p-2)}$	$G \cdot \sigma^2 + r(p-2) \frac{\sigma^2 G^2}{(p-1)}$	
Específica	n-p	$S = \sum_{ij} \frac{Y^2_{ij.}}{r} - C - G$	$S \cdot \sigma^2 + \frac{r \sigma^2 S^2}{(n-p)}$	
Error	(r-1)(n-1)	E = T - S - G - R	$E \cdot \sigma^2$	
Total	m-1	$T = \sum_{ijk} Y^2_{ijk} - C$		

C= Factor de corrección.

R= Suma de cuadrados de repeticiones.

c) Procedimiento para la obtención de la aptitud combinatoria-general y específica en forma particular.

Las estimaciones de las varianzas para aptitud combinatoria general y específica de cada una de las variedades en particular, se hicieron por medio de las fórmulas propuestas por Sprague y Tatum (1942) y posteriormente detalladas por Griffing (1956). La fórmula para la estimación de la aptitud combinatoria específica fué corregida por Rojas y Sprague (1952) introduciendo el coeficiente (n-2)/(n-3) el cual fué usado en este estudio, en vez del propuesto por Sprague y Tatum (1942), que era (n-3)/(n-2).

Se ordenaron en tablas de doble entrada los rendimientos promedios por parcela de los 91 cruzamientos en F₁, según el orden corres-

pendiente de las (p) variedades progenitoras. Se hizo el cálculo de los totales para todos los cruzamientos que involucraban una variedad progenitora particular. Estos totales fueron designados como Ta, Tb, TcTn. Asimismo se obtuvo un gran total de todos los cruzamientos (T).

La fórmula para calcular la varianza de aptitud combinatoria general se puede expresar en términos generales como sigue:

$$\sigma^2_a = \frac{p-1}{p(p-2)} \left[\left\{ \frac{(p \sum T_a - T)^2}{\frac{p(p-1)(p-2)}{4}} \right\} - \frac{E}{r} \right]$$

Donde :

σ^2_a = varianza de aptitud combinatoria general para el progenitor (a).

p = número de progenitores incluidos.

E = cuadrado medio del error por parcela.

r = número de repeticiones.

Se obtuvieron valores de la aptitud combinatoria general para cada uno de los 14 progenitores en cada uno de los dos ensayos experimentales (segundo semestre de 1964 y primer semestre de 1965).

Las estimaciones de la aptitud combinatoria específica se obtuvieron en la forma siguiente: El rendimiento promedio de cada cruzamiento en la tabla original se multiplicó por (n-2). Estos valores se ajustaron con los totales apropiados de hilera y columna para eliminar las diferencias de aptitud combinatoria general. Los ajustes fueron hechos en la siguiente forma:

$$\text{Ajuste } (ab) = (p-2)(ab) - T_a - T_b + \frac{2}{p-1} T.$$

Donde:

ab = rendimiento promedio de cruzamientos entre los progenitores a y b.

Ta = total de hilera a

Tb = total de hilera b

T = total de los 91 cruzamientos posibles.

p = número de progenitores incluidos.

Los valores resultantes pueden ser positivos o negativos e indican si determinado cruzamiento se comportó mejor o peor en relación con el rendimiento promedio de sus progenitores.

En la misma forma se obtienen valores para ac, ad, etc. La suma algebraica, que corresponde a los cruzamientos de cada progenitor con los demás debe ser igual a cero. La suma de cuadrados de cada progenitor se divide por $(n-2)(n-3)$, para reducirlo a la unidad base y después entre $(n-2)$, para obtener el cuadrado medio. Con la corrección obtenida por Rojas y Sprague (1952), el cuadrado medio para un progenitor (a) sería:

$$C.M. (a) = \frac{E}{r} + \frac{(p-2)}{(p-3)} \bar{\sigma}^2 S_a^2$$

Para facilitar los cálculos, se pueden manejar las sumas de cuadrados por medio de la fórmula :

$$\frac{E}{r} + \frac{p-2}{p-3} \bar{\sigma}^2 S^2 (a) = \frac{S.C. (a)}{(p-2)^2(p-3)}$$

$$\bar{\sigma}^2 S (a) = \left[\frac{S.C. (a)}{(p-2)^2(p-3)} - \frac{E}{r} \right] \frac{p-3}{p-2}$$

Donde:

$\bar{\sigma}^2 S (a)$ = varianza de aptitud combinatoria específica para el progenitor (a).

S.C. (a) = suma de cuadrados de los promedios corregidos en los-
cruzamientos con el progenitor (a).

p = número de progenitores incluidos.

E = cuadrado medio del error por parcela.

r = número de repeticiones.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.

Este capítulo se dividirá en tres partes, a saber:

A.- Heterosis en cruzamientos varietales.

Como en un principio se indicó, el diseño usado en los ensayos - experimentales correspondientes a este estudio, fué el de látice tri- ple con tres repeticiones; pero debido a la circunstancia de que en - ambos semestres los cuadrados medios de bloques (ignorando varia- des), fueron menores que los correspondientes cuadrados medios para - el error (intrabloque), se procedió a analizarlos como bloques al - azar, Le Clerg et al. (1962).

Los cuadros 2 y 3 presentan los análisis de varianza correspon- dientes a los experimentos formados con los cruzamientos posibles en F_1 , progenitores y testigos, en los dos semestres de estudio.

CUADRO 2.- ANALISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO EFECTUADO EN BLOQUES- AL AZAR CON CRUZAMIENTOS EN F_1 , PROGENITORES Y TESTIGOS .- PESO CON APROXIMACION A GRAMOS POR PARCELA. SEGUNDO SEMES- TRE DE 1964.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
Repeticiones	2	468120.54		
Tratamientos	120	177157474.05	1476312.28	4.27 ⁺⁺
Error	240	82945586.13	345606.61	
Total	362	260571180.72		

⁺⁺ Significativa para el 1% de probabilidades.
Coeficiente de variación 9.11%.

CUADRO 3.- ANALISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO EFECTUADO EN BLOQUES-
AL AZAR CON CRUZAMIENTOS EN F₁, PROGENITORES Y TESTIGOS. -
PESO CON APROXIMACION A GRAMOS POR PARCELA. PRIMER SEMES-
TRE DE 1965.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
Repeticiones	2	21665186.40		
Tratamientos	120	236461080.64	1970509.00	3.38 ⁺⁺
Error	240	140119944.93	583833.10	
Total	362	398246211.97		

⁺⁺ Significativa para el 1% de probabilidades.
Coeficiente de variación 12.82%.

Al observar los cuadros anteriores se puede notar, al comparar — los respectivos cuadrados medicos del error, mediante una prueba de F, — que hay heterogeneidad de varianzas. Por este motivo no se puede ha— cer el análisis combinado de los dos semestres. Para obviar esta difi— cultad se recurre a la prueba de la interacción tratamientos x semes— tres, como lo indican Cochran y Cox (1962). Al efectuar esta prueba, — no aparece significativa la interacción y por lo tanto se puede traba— jar con los promedios de los dos semestres.

El hecho de no haber resultado significativa la interacción tra— tamientos x semestres, explica que no hay discrepancias fuertes en — los dos semestres en la zona donde se llevó a cabo la siembra del ma— terial experimental, en cuanto a variaciones ecológicas, sistemas y — prácticas culturales. La diferencia en cuanto a precipitación pluvial, — la cual está mejor distribuída en el primer semestre que en el segun— do semestre, fué eliminada con varias aplicaciones de riego artifi— cial al material experimental, en ambos semestres.

En el cuadro 1 del Apéndice se presentan los datos promedios de—

los dos semestres para los cruzamientos en F_1 y progenitores.

En el cuadro anteriormente mencionado, se pueden observar dos tipos de comparaciones, a saber: las efectuadas entre F_1 y promedio de padres y las obtenidas entre F_1 y padre más rendidor.

Para obtener la significancia entre F_1 y promedio de padres se usó la Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.), cuyo error típico -- fué obtenido por medio de la fórmula $\sqrt{\frac{1}{r} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8}\right) [\sigma^2_1 + \sigma^2_2]}$. Esta fórmula se refiere a la comparación entre grupos en que es igual el número de repeticiones, pero las varianzas son diferentes. El valor del error típico fué transformado a Kg./ha., en tal forma que las diferencias mínimas significativas se ajustaran a estos valores.

Para obtener la significancia entre F_1 y padre más rendidor se usó la fórmula de Duncan (1955), y el error típico para promedios fué también transformado a Kg./ha., en la misma forma que se hizo para la comparación entre F_1 y promedio de padres.

Con base en lo anterior se puede decir que la respuesta heterótica promedio de todos los cruzamientos, en relación con el promedio de padres fué de 26.6%. En relación con el padre de mayor rendimiento la respuesta heterótica promedio fué 11.4%. El cruzamiento Nariño 330 x Sicarigua fué el de mayor rendimiento con 40.4% y 22.4% sobre el promedio de padres y padre más rendidor respectivamente.

Del cuadro 1 del Apéndice también se puede deducir, que al 5% de probabilidades hay un 75% de cruzamientos en F_1 que son superiores al promedio de sus progenitores y sólo el 28% de los cruzamientos -- fué superior al padre más rendidor.

De los 91 cruzamientos incluidos en este estudio, 87 o sea el 96% excedían a los rendimientos promedio de los padres y 77 o sea el 85% excedían en rendimiento al padre más rendidor. Richey (1922) al --

efectuar un sumario de datos obtenidos por otros investigadores informa, que de un total de 244 comparaciones de cruzamientos varietales, - el 82% de ellos excedían al promedio de los padres y más del 50% excedían al padre más rendidor. Paterniani y Lonquist (1963) informan - asimismo que el 97% y 76% de los cruzamientos efectuados con razas de maíz excedían al promedio de padres y padre más rendidor respectivamente. De lo anterior se puede deducir la diversidad genética que existe entre el grupo de padres usados en este estudio.

De siete cruzamientos que presentaron un porcentaje de heterosis superior al 50% respecto al promedio de padres, en seis de ellos intervino la variedad Nariño 330, que es una de las variedades de menor rendimiento.

Es notorio observar que los cruzamientos posibles formados por las variedades Diacol V.351, Eto, Cuba 11-J, Mix. 1 y Trinidad semidentado, a excepción del cruzamiento Eto x Mix. 1, fueron los que tuvieron una respuesta heterótica más baja en relación con el promedio de los padres, lo cual se debe posiblemente al grado de relación existente entre estos materiales, pues todos tienen germoplasma del complejo Caribe. Perú 330 y Amarillo Chancayano fueron los progenitores de menor rendimiento en sí, pero al mismo tiempo exhibieron en su cruzamiento el mayor porcentaje de heterosis, en relación con el promedio de progenitores y progenitor de mayor rendimiento.

Con el objeto de conocer cual sería la magnitud de la heterosis entre grupos de progenitores de diferente rendimiento, se dividieron las variedades en dos grupos, que correspondían a aquellas que rendían por encima de 6200 Kgs./ha. y aquellas que rendían por debajo de 6200 Kgs./ha. Esta clasificación da lugar a siete variedades con alto rendimiento y siete variedades con bajo rendimiento, resultando lo que a continuación se indica :

Identidad	No. de cruzas	Promedio Kg./ha.	Cruzas que excedían la media general.	
			No. cruzas	%
alto x bajo	49	7673	28	57.1
alto x alto	21	7373	8	38.0
bajo x bajo	21	7317	6	28.6

Los cruzamientos entre las variedades progenitoras de alto x bajo rendimiento dieron un promedio de 7673 Kg./ha. y un 57% de estos cruzamientos (28 cruzas) excedían a la media general de todos los cruzamientos que era de 7522 Kg./ha. Los cruzamientos entre las variedades progenitoras de alto x alto rendimiento dieron un promedio de 7373 Kg./ha.; entre ellos hay un 38% por encima de la media general. Los cruzamientos entre las variedades progenitoras de bajo x bajo rendimiento dieron un promedio de 7317 Kg./ha.; entre ellos hay un 29% de los cruzamientos que sobrepasaron la media general. Por lo tanto la mayor expresión de heterosis se encontró al cruzar los progenitores de alto x bajo rendimiento.

Los resultados anteriores no están de acuerdo con lo obtenido por Paterniani y Lonquist (1963), pues estos investigadores encontraron los mejores rendimientos en F_1 al hacer cruzamientos entre razas de maíz de alto x alto rendimiento, siguiendo en su orden los cruzamientos de alto x bajo y bajo x bajo rendimiento. Esta discrepancia se podría atribuir a que los citados investigadores estudiaron un material de colecciones de razas, algunas de origen muy antigua y de poco rendimiento en sí; en cambio el material de este trabajo fué material mejorado, de origen reciente y de alto rendimiento general.

Cinco de los cruzamientos varietales estudiados excedieron al Diacol H.253, que es el mejor híbrido doble comercial distribuido en la región donde se sembraron los experimentos y cuyo rendimiento en este estudio fué de 8733 Kg./ha. En forma significativa los 41 cruzamientos mejores no tuvieron diferencia con el mencionado híbrido.

Por los resultados obtenidos en el cuadro 1 del Apéndice se sugiere que los cinco mejores cruzamientos que excedieron al Diacol H.-253, tales como Nariño 330 x Sicarigua; Diacol V. 351 x Sicarigua; Nariño 330 x Mix. 1; Nariño 330 x Compuesto Tuxpeño Amarillo y Nariño 330 x P.T.R. Grupo 6, se pueden utilizar para la formación de sintéticos, que podrían ser de utilidad para su uso inmediato o como fuentes de germoplasma.

También se podrían utilizar los cinco cruzamientos para un compuesto múltiple, con miras a obtener un germoplasma superior.

B.- Análisis dialélico de cruzamientos en F₁.

10.- Segundo semestre de 1964.

a) Análisis de varianza para diferencias entre F₁.

En el cuadro 4 se presenta el análisis de varianza en bloques al azar de los 91 cruzamientos posibles entre las 14 variedades en estudio, para el segundo semestre de 1964.

CUADRO 4.- ANALISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO EFECTUADO EN BLOQUES-AL AZAR CON CRUZAMIENTOS EN F₁. PESO CON APROXIMACION A GRAMOS POR PARCELA. SEGUNDO SEMESTRE DE 1964.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
Repeticiones	2	2013494.44		
Cruzamientos en F ₁	90	99815407.73	1109060.09	3.45 ⁺⁺
Error	180	57871596.23	321508.87	
Total	272	159700498.40		

⁺⁺ Significativa para el 1% de probabilidades. Coeficiente de variación 8.62%.

En el cuadro anterior observamos que sí hay diferencias genotípicas altamente significativas entre los cruzamientos en F_1 .

b) Análisis global para aptitud cominatoria.

En el cuadro 5 se presenta el análisis dialéctico de los cruzamientos en F_1 , donde se hace la descomposición de la suma de cuadrados de los cruzamientos del cuadro 4, para propósitos de obtener la parte en que contribuyen la aptitud combinatoria general y específica y probar su significancia.

CUADRO 5.- ANALISIS DE VARIANZA GLOBAL PARA APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECIFICA. SEGUNDO SEMESTRE DE 1964.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
General	13	13956449.31	1073573.02	3.33 ⁺⁺
Específica	77	85858958.42	1115051.41	3.46 ⁺⁺
Error	180	57871596.23	321508.87	
Total	272	159700498.40		

⁺⁺ Significativa para el 1% de probabilidades.
Coeficiente de variación 8.62%.

Es importante anotar que para hacer las pruebas de F y el cálculo de las estimaciones de varianza se tuvo en cuenta el Modelo fijo, tal como se indicó anteriormente (cuadro 1).

Para probar la hipótesis $\sigma^2_G = 0$, la F calculada se obtuvo como $F = \frac{E/G}{E/S}$ con (p-1) y (r-1) (n-1) grados de libertad.

Para probar la hipótesis $\sigma^2_S = 0$, la F calculada se obtuvo como $F = \frac{E/S}{E/G}$ con (n-p) y (r-1) (n-1) grados de libertad.

De acuerdo con las pruebas de hipótesis efectuadas, se observa - que tanto la aptitud combinatoria general como la aptitud combinatoria específica son altamente significativas y por lo tanto se puede - decir que hay efectos aditivos y no aditivos en la población en estudio, para este semestre de 1964.

Lo anterior era de esperarse ya que entre las variedades incluidas algunas habían sido seleccionadas por su aptitud combinatoria general y otras por su aptitud combinatoria específica.

De acuerdo con Hull (1945), Comstock et al. (1949) y Lonnquist (1949), los métodos de selección que utilicen la aptitud combinatoria general, tales como selección masal y selección recurrente para aptitud combinatoria general, lo mismo que los métodos de selección que utilicen la aptitud combinatoria específica, tales como obtención de líneas para la formación de híbridos o la selección recíproca recurrente, serían los esquemas de mejoramiento apropiados para mejorar esta población, teniendo en cuenta la acción génica particular de cada una de las variedades en estudio.

Al calcular las estimaciones de los componentes de varianza para aptitud combinatoria general y específica se tiene:

$$\sigma^2_G = \frac{(G-E')(p-1)}{r(p-2)} = 271578.72$$

$$\sigma^2_S = \frac{(S-E')(n-p)}{r} = 20367591.86$$

por lo cual se puede observar que la aptitud combinatoria específica es 70 veces superior a la general.

- c) Análisis particular de los progenitores por su aptitud combinatoria general y específica.

Al considerar los cruzamientos posibles en forma particular se hicieron las estimaciones de las varianzas para aptitud combinatoria-

general y específica de acuerdo con las fórmulas propuestas por Sprague y Tatum (1942) y detalladas por Griffing (1956).

Al observar la última columna de los cuadros 2 y 3 del Apéndice se puede comparar la importancia relativa de la aptitud combinatoria general y específica en las variedades estudiadas en el segundo semestre de 1964.

Las variedades con la varianza de aptitud combinatoria general - más alta fueron, en orden de importancia, Nariño 330, Trinidad semidentado, y Sicarigua.

Las variedades con la varianza de aptitud combinatoria específica más alta fueron, en orden de importancia, Mix. 1, Compuesto Tuxpeño Amarillo, Sicarigua y Trinidad semidentado.

20.- Primer semestre de 1965.

a) Análisis de varianza para diferencias entre F_1 .

En el cuadro 6 se presenta el análisis de varianza en bloques al azar de los 91 cruzamientos posibles entre las 14 variedades en estudio, para el primer semestre de 1965.

CUADRO 6.- ANALISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO EFECTUADO EN BLOQUES-AL AZAR CON CRUZAMIENTOS EN F_1 . PESO CON APROXIMACION A -- GRAMOS POR PARCELA. PRIMER SEMESTRE DE 1965.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
Repeticiones	2	15969247.52		
Cruzamientos en F_1	90	133781399.48	1486459.99	2.40 ⁺⁺
Error	180	111656798.48	620315.55	
Total	272	261407445.48		

⁺⁺ Significativa para el 1% de probabilidades. Coeficiente de variación 12.79%.

En el cuadro anterior observamos que sí hay diferencias genotípicas altamente significativas entre los cruzamientos en F_1 .

b) Análisis global para aptitud combinatoria.

En el cuadro 7 se presenta el análisis dialéctico de los cruzamientos en F_1 , donde se hace la descomposición de la suma de cuadrados de los cruzamientos del cuadro 6, para propósitos de obtener la parte en que contribuyen la aptitud combinatoria general y específica y probar su significancia.

CUADRO 7.- ANALISIS DE VARIANZA GLOBAL PARA APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECIFICA. PRIMER SEMESTRE DE 1965.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
General	13	20595327.91	1584255.99	2.55 ⁺⁺
Específica	77	113186071.57	1469948.98	2.37 ⁺⁺
Error	180	111656798.48	620315.55	
Total	272	261407445.48		

⁺⁺ Significativa para el 1% de probabilidades.
Coeficiente de variación 12.79%.

Al efectuar las pruebas de hipótesis se observa que tanto la aptitud combinatoria general como la aptitud combinatoria específica son altamente significativas y por lo tanto se puede concluir que tanto los efectos aditivos como los no aditivos son importantes en la población en estudio, para este semestre de 1965.

Los estimadores de la aptitud combinatoria general y específica son: $\sigma^2_G = 348089.60$ y $\sigma^2_S = 21807258.03$ es decir que la aptitud combinatoria específica es 62 veces superior a la general, lo cual coincide con lo obtenido en el segundo semestre de 1964.

c) Análisis particular de los progenitores por su aptitud combinatoria general y específica.

Las estimaciones de las varianzas de aptitud combinatoria general y específica en forma particular se presentan en los cuadros 4 y 5 del Apéndice.

En la columna final de los cuadros anteriormente mencionados se observan los resultados obtenidos para la aptitud combinatoria general y específica, pudiendo efectuarse comparaciones entre ellas.

Las variedades que exhibieron una varianza de aptitud combinatoria general mayor, en orden de importancia, fueron Nariño 330, Sicarigua y Amarillo Chancayano.

Las variedades que mostraron una varianza de aptitud combinatoria específica mayor, en orden de importancia, fueron Mix. 1, U.S.A.-342, Nariño 330 y Amarillo Chancayano.

En el cuadro 8 se presenta un resumen de las varianzas de aptitud combinatoria general y específica, en forma particular, para cada una de las variedades, en cada uno de los semestres considerados.

CUADRO 8.- VARIANZAS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL (σ^2_G) Y DE APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA (σ^2_S) DE LAS 14 VARIETADES.— SEGUNDO SEMESTRE DE 1964 Y PRIMER SEMESTRE DE 1965.

VARIETADE	SEGUNDO SEMESTRE 1964		PRIMER SEMESTRE 1965	
	σ^2_G	σ^2_S	σ^2_G	σ^2_S
D. V. 351	105515.65	103116.92	17663.09	106539.85
Eto	- 7570.51 ⁺⁺	44136.43	- 2895.37	357.69
Nar. 330	649593.91A ⁺	85228.12	415784.48A ⁺	195446.98C ⁺
U.S.A. 342	19338.02	- 20627.68	76603.14	253642.57B ⁺
Perú 330	- 3845.22	18001.26	- 13851.05	159868.99
Cuba 325	- 2664.28	98869.65	- 3244.61	70279.03
Mix. 1	27924.48	325211.53A ⁺	38961.65	471793.61A ⁺
Ant. 2-D	46568.45	50764.02	62292.40	- 26196.99
C. Tux. Am.	- 8154.16	152378.03B ⁺	62926.57	135067.95
T. semiden.	352774.99B ⁺	105303.97D ⁺	- 3.98	80368.39
Cuba 11-J	16374.61	63095.85	77009.33	- 20249.46
P.T.R. grupo 6	- 5950.94	4749.74	11216.80	35149.05
Sicarigua	108401.22C ⁺	115358.46C ⁺	361634.86B ⁺	65300.17
Am. Chancayano	66404.39	64320.04	202843.05C ⁺	189704.77D ⁺

+ La secuencia de las letras mayúsculas indica el orden de importancia dentro de cada uno de los dos tipos de varianzas en las diferentes variedades.

++ Como no puede existir una varianza negativa, se considera que las varianzas negativas son ceros.

En el cuadro anterior se puede observar que la variedad Nariño - 330 es la que tiene varianza de mayor valor para aptitud combinatoria general en ambos semestres, lo cual indica que esta aptitud no se modifica de un semestre a otro. Esto justifica los resultados obtenidos en el cuadro 1 del Apéndice, donde todas las combinaciones en que aparece Nariño 330 son superiores en forma significativa al promedio de los padres. Además, de siete cruzamientos que presentaron un porcenta

je de heterosis superior al 50%, respecto al promedio de padres, en seis de ellos intervino la variedad Nariño 330, que es una de las variedades de menor rendimiento.

La variedad Sicarigua es la que ocupa el segundo lugar en cuanto a valores altos para varianza de aptitud combinatoria general y al mismo tiempo consistentes en los dos semestres de estudio, lo cual se puede observar en el cuadro 8.

Lo dicho anteriormente para Nariño 330 y Sicarigua se refuerza con los resultados que aparecen en el cuadro 9, donde se hacen estimaciones para los efectos de aptitud combinatoria general en ambos semestres y según fórmula de Griffing (1956).

CUADRO 9.- ESTIMACIONES DE EFECTOS PARA APTITUD COMBINATORIA GENERAL EN AMBOS SEMESTRES.

VARIEDAD	SEGUNDO SEMESTRE 1964 \hat{g}_1	PRIMER SEMESTRE 1965 \hat{g}_1
D. V. 351	337.35C ⁺	-183.47
Eto	26.85	-114.47
Nar. 330	811.10A ⁺	657.10A ⁺
U.S.A. 342	-166.22	-304.31
Perú 330	66.69	46.35
Cuba 325	75.02	112.94
Mix. 1	-190.31	234.44
Ant. 2-D	-234.22	-279.80
C. Tux. Am.	11.77	280.94
T. semiden.	-600.89	-126.42
Cuba 11-J	-175.05	-304.97
P.T.R. grupo 6	- 48.39	-164.94
Sicarigua	341.60B ⁺	614.52B ⁺
Am. Chancayano	-273.31	-467.81

+ La secuencia de las letras mayúsculas indica el orden de importancia dentro de cada una de las varianzas, para cada uno de los semestres.

La fórmula de Griffing se refiere al Método 4, Modelo fijo y es -
la siguiente : $\hat{g}_i = \frac{1}{p(p-2)} [pX_i. - 2X..]$ donde:

\hat{g}_i = estimaciones de efectos de aptitud combinatoria general para los-
diferentes progenitores.

p = número de progenitores.

$X_i.$ = suma de F_1 o sean los cruzamientos de cada progenitor con los de-
más.

$2X..$ = suma de todos los híbridos F_1 en que $x_{ij} = x_{ji}$.

De lo anteriormente discutido se podría deducir el aprovechamien-
to de las variedades Nariño 330 y Sicarigua, por medio de esquemas de
mejoramiento que utilicen la aptitud combinatoria general (acción génica
aditiva).

Otro resultado notorio que se observa en el cuadro 8, es el valor
alto y estable en los dos semestres, para la varianza de aptitud combi-
natoria específica de la variedad Mix. 1. Al observar el cuadro 1 del-
Apéndice, vemos que el mejor cruzamiento específico de esta variedad -
está formado con la variedad Nariño 330. Se podrían aprovechar especí-
ficamente estos dos materiales, obteniendo líneas de cada uno de ellos
y formando posteriormente híbridos.

De lo observado en el cuadro 8 y para el resto de variedades, só-
lamente se puede destacar los valores relativamente altos, pero no es-
tables en los dos semestres, para los dos tipos de varianza, en las va-
riedades Trinidad semidentado y Amarillo Chancayano.

En cuanto a lo observado en el cuadro 9, la variedad Diacol V.351
ocupa el tercer puesto en la estimación de sus efectos de aptitud com-
binatoria general, para el segundo semestre de 1964, pero no es estable
con el primer semestre. Lo mismo podría decirse de las variedades Eto-
y Mix. 1, donde los efectos para aptitud combinatoria general se compor-
tan diferentemente en los dos semestres de estudio. Estos resultados -
estarían de acuerdo con lo observado por Rojas y Sprague (1952), que
nes al hacer estimaciones de las varianzas de aptitud combinatoria ge-

neral y específica en maíz, obtuvieron interacciones de los efectos generales y específicos con años y localidades. Matzinger et al. (1959) también obtuvieron varianzas significativas para interacciones de aptitud combinatoria general con años.

Lo discutido y sugerido en la parte pertinente a heterosis en este estudio y relacionado con los cinco mejores cruzamientos que excedían al Diacol H. 253, se confirma, ya que hemos observado que la mayoría de las variedades que forman esos cruzamientos, tienen varianzas de aptitud combinatoria general o específica y estimaciones de efectos generales altos. Sería de esperarse que la formación de un compuesto con estos cinco cruzamientos sería de alguna utilidad en su zona de estudio.

C.- Correlaciones y regresiones entre caracteres agronómicos.

1.- Correlación.

Los cálculos para esta parte de la investigación se efectuaron en la computadora electrónica I.B.M. 1620 del Colegio de Postgraduados de Chapingo, con base en los datos del segundo semestre de 1964 y con 3150 plantas observadas, correspondientes a la primera generación filial y a los progenitores.

El peso del grano por mazorca (X7) se consideró como la variable dependiente; las variables independientes fueron: (X1) número de granos por mazorca; (X2) número de mazorcas por planta; (X3) número de hileras por mazorca; (X4) número de granos promedio por hilera; (X5) altura de la planta; (X6) altura de la mazorca; (X8) largo de la hoja; (X9) ancho de la hoja y (X10) días a floración.

En el cuadro 10 se presentan los coeficientes de correlación entre las variables independientes y la variable dependiente rendimiento (X7).

CUADRO 10.- COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE CARACTERES INDEPENDIENTES Y EL RENDIMIENTO.

CARACTERES	COEFICIENTES DE CORRELACION
X1 Número de granos por mazorca	0.4756 ⁺⁺
X4 Número de granos promedio por hilera	0.4676 ⁺⁺
X2 Número de mazorcas por planta	0.4552 ⁺⁺
X9 Ancho de la hoja	0.2795 ⁺⁺
X3 Número de hileras por mazorca	0.1546 ⁺⁺
X8 Largo de la hoja	0.1351 ⁺⁺
X5 Altura de la planta	0.0536
X6 Altura de la mazorca	0.0443
X10 Días a floración	-0.0342

⁺⁺ Significativa para el 1% de probabilidades.

El significado de una correlación positiva significativa sería de que a medida que aumenta una variable independiente, aumentaría la variable dependiente. Una correlación negativa significativa indicaría que al aumentar una variable independiente, disminuye la dependiente y viceversa, (ver cuadro 10); como con días a floración no es significativa, se puede considerar como cero, no hay asociación lineal, pero puede haber otro tipo de asociación, es decir, que al elaborar una gráfica de correlación entre rendimiento y días a antesis, la figura obtenida podría ser una curva como la indicada por Méndez (1962) y causada por algún agente o agentes ambientales específicos, que favorecen a las plantas intermedias, sobre las precoces y las tardías.

En el cuadro anterior se puede observar también que todos los caracteres independientes, a excepción de días a floración, están asociados positivamente al rendimiento, aunque sólomente son significativos al 1% de probabilidades, el número de granos por mazorca, número -

de granos promedio por hilera, número de mazorcas por planta, ancho de la hoja, número de hileras por mazorca y largo de la hoja. El resto de caracteres no son significativos.

Al considerar únicamente el valor absoluto de los coeficientes de correlación, se podría decir que los caracteres más asociados positivamente con el rendimiento serían, número de granos por mazorca, número de granos promedio por hilera y número de mazorcas por planta; los menos asociados serían el resto de caracteres estudiados.

Los resultados anteriores están de acuerdo con lo obtenido por Brunson y Willier (1929); Sandoval (1964) y otros investigadores.

En cuanto al caracter ancho de la hoja que emerge de la base de la mazorca y que tiene una relativa asociación con el rendimiento, podría ser un índice del area foliar y en este caso los resultados estarían de acuerdo con Montgomery (1911) quien postuló que las plantas de maíz rendían más cuando tenían una superficie mayor de hojas bajo condiciones de buena humedad, pero rendían menos bajo condiciones limitadas de agua, que aquéllas que tenían menos hojas.

En el cuadro 11 se presentan los coeficientes de correlación entre los diferentes caracteres independientes y ordenados en forma decreciente. Aquellos coeficientes que tienen signo menos indican asociación negativa entre los caracteres indicados.

Grafius (1956) informa que un programa de selección recurrente puede fallar, a menos de que haya correlaciones fuertemente positivas entre los componentes que integren el rendimiento. El mismo Grafius (1960) también sugiere que los cuatro componentes primarios del rendimiento son : número de mazorcas por planta, número de hileras, número de granos por hilera y peso del grano. ✓

En el cuadro 11 se puede observar que hay asociación negativa entre número de mazorcas por planta y número de hileras, lo mismo que -

CUADRO 11 .- COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LOS DIFERENTES CARACTERES INDEPENDIENTES.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X8	X9	X10
	No. granos por mazorca	No. de mazorcas	No. de hileras	No. granos por hilera	Altura de la planta	Altura de la mazorca	Largo de la hoja	Ancho de la hoja	Días a floración
X1		-0.2897 ⁺⁺	0.5383 ⁺⁺	0.8389 ⁺⁺	-0.0838 ⁺⁺	-0.0820 ⁺⁺	0.0223	0.1366 ⁺⁺	-0.0920 ⁺⁺
X2			-0.1597 ⁺⁺	-0.2562 ⁺⁺	0.0572	0.0864 ⁺⁺	0.0176	0.1469 ⁺⁺	0.0132
X3				0.0107	-0.0630 ⁺	-0.0634 ⁺	-0.0167	0.0576	0.0327
X4					-0.0529	-0.0506	0.0420	0.1290 ⁺⁺	-0.1048 ⁺⁺
X5						0.7236 ⁺⁺	0.3429 ⁺⁺	0.0530	0.4941 ⁺⁺
X6							0.1861 ⁺⁺	0.0830 ⁺⁺	0.5804 ⁺
X8								0.1074 ⁺⁺	0.2390 ⁺⁺
X9									0.1204 ⁺⁺
X10									

⁺⁺ Significativa para el 1% de probabilidades.

⁺ Significativa para el 5% de probabilidades.

entre número de mazorcas por planta y número de granos por hilera; — la correlación entre número de hileras y número de granos por hileras es positiva aunque no significativa.

De lo anterior se puede deducir que los componentes del rendimiento no están todos correlacionados y por lo tanto de acuerdo con Grafius (1960), puede haber diferentes grupos de genes que actúen en cada componente y no grupos de genes para el rendimiento en sí. Si los componentes son independientes, entonces las estimaciones de sobredominancia para el rendimiento serían el resultado de una situación geométrica, en la cual el rendimiento sería el resultado final del producto $RSTU$, en donde R = número de mazorcas por planta; S = número de granos por hilera; T = número de hileras y U = peso del grano.

Sería muy interesante, como corolario de esta parte de la investigación, ver si existe sobredominancia para los componentes del rendimiento y si es posible darle una explicación geométrica, lo que se haría tomando el rendimiento como variable dependiente y los logaritmos de R , S , T y U como variables independientes.

Como puede observarse en los cuadros 10 y 11, los coeficientes de correlación entre rendimiento ($X7$), número de granos por hilera ($X4$) y número de mazorcas por planta ($X2$) son los siguientes:

	0.4676
Rendimiento ($X7$) y número de granos por hilera ($X4$)	0.4552
Rendimiento ($X7$) y número de mazorcas por planta ($X2$)	-0.2562
Número de granos por hilera ($X4$) y número de mazorcas por planta ($X2$)	

Al calcular los estimadores de los coeficientes de correlación parcial entre las variables anteriormente mencionadas se obtienen los resultados siguientes:

$$\begin{aligned} r_{X7 X4.X2} &= 0.6787 \\ r_{X7 X2.X4} &= 0.6729 \\ r_{X4 X2.X7} &= -0.6008 \end{aligned}$$

Se puede observar que los coeficientes de correlación parcial han aumentado su valor, en relación con los coeficientes de correlación simple, al eliminar una de las variables. Estos resultados serían de esperarse, ya que al mantener una variable constante se elimina la variabilidad ocasionada por esa constante y de hecho aumenta el valor de los coeficientes de correlación parcial, respecto a los coeficientes de correlación simple.

2.- Regresión.

En el cuadro 12 se presenta el análisis de regresión múltiple considerando todas las variables independientes, menos la altura de la mazorca.

CUADRO 12.- ANALISIS DE VARIANZA DE REGRESION MULTIPLE.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
Debido a las var. X1, X2, X3, X4, X5, X8, X9, y X10	9	6196300.00	688477.78	655.49 ⁺⁺
Error	3140	3281400.00	1050.32	
Total	3149	9477700.00		

⁺⁺ Significativa para el 1% de probabilidades.

Como puede observarse en el cuadro anterior, la contribución de todas las variables independientes en conjunto resulta altamente significativa.

El paso siguiente sería la determinación de las contribuciones de cada una de estas variables independientes en el rendimiento, lo cual puede observarse en el cuadro 13, donde se presentan los coefi-

cientos de regresión parcial con sus valores decrecientes en orden de importancia.

CUADRO 13.- COEFICIENTES DE REGRESION MULTIPLE ENTRE RENDIMIENTO Y LAS VARIABLES INDEPENDIENTES.

VARIABLES INDEPENDIENTES	COEFICIENTES DE REGRESION	ERROR TIPICO	" t " CALCULADA
X2 Número de mazorcas	111.3449 ⁺⁺	1.9747	56.3866
X3 Número de hileras	8.5434 ⁺⁺	1.3313	6.4172
X4 Granos por hilera	5.2220 ⁺⁺	0.5450	9.5816
X9 Ancho de la hoja	3.9491 ⁺⁺	0.5022	7.8629
X8 Largo de la hoja	0.4884 ⁺⁺	0.0645	7.5727
X5 Altura de planta	0.0891 ⁺⁺	0.0210	4.2475
X10 Días a floración	-0.7411 ⁺⁺	0.2019	-3.6713
X1 Granos por mazorca	-0.0404	0.0397	-1.0180

⁺⁺ Significativa para el 1% de probabilidades.

En el caso de la variable X2 (número de mazorcas por planta), el coeficiente de regresión positivo indicaría que por cada mazorca adicional, el rendimiento por cada planta se incrementaría en 111.3449 - gramos.

En el caso de la variable X3 (número de hileras por mazorca), el coeficiente de regresión positivo indicaría que por cada hilera por - mazorca adicional, el rendimiento se incrementaría en 8.5434 gramos, - y así sucesivamente para el resto de variables independientes en rela - ción con el rendimiento.

En el caso de un coeficiente de regresión negativo, como por ejem - plo el de la variable independiente X10 (días a floración) significa - ría que por cada día que tarde más la floración, el rendimiento se - disminuiría en 0.7411 gramos.

Los resultados anteriores están de acuerdo con lo obtenido por varios investigadores, habiendo una aparente contradicción para el coeficiente de regresión de días a floración, ya que se podría esperar que a más días a floración hubiera un mayor rendimiento, sin embargo una floración precoz puede representar mayor tiempo de desarrollo del grano, en igualdad de madurez.

Para el caso del coeficiente de regresión negativo de granos por mazorca y rendimiento, se explicaría únicamente por el azar, ya que no es significativo.

V.- CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

1.- Al hacer la prueba de la interacción de todo el material estudiado x semestres, no apareció significativa esta interacción, lo cual sugiere, que el material estudiado fué poco afectado por el cambio de condiciones ambientales de un semestre a otro.

2.- Respecto a heterosis se concluye que la respuesta heterótica promedio de todos los cruzamientos, en relación con el promedio de padres fué de 26.6%. En relación con el padre de mayor rendimiento la respuesta heterótica promedio fué de 11.4%. El cruzamiento Nariño 330 x Sicarigua fué el de mayor rendimiento con 40.4% y 22.4% sobre el promedio de sus padres y padre más rendidor respectivamente.

Al 5% de probabilidades hubo un 75% de cruzamientos en F_1 que fueron superiores al promedio de sus progenitores y sólo el 28% de los cruzamientos fué superior al padre más rendidor. De los 91 cruzamientos incluidos en este estudio, 87 o sea el 96% excedían a los rendimientos promedio de los padres y 77 o sea el 85% excedían en rendimiento al padre más rendidor.

Los cruzamientos posibles formados por las variedades Diacol V.- 351, Eto, Cuba 11-J, Mix. 1 y Trinidad semidentado, a excepción del cruzamiento Eto x Mix. 1, fueron los que tuvieron una respuesta heterótica más baja en relación con el promedio de padres, lo cual se debe posiblemente al grado de relación filogenética existente entre estos materiales, pues tienen germoplasma del complejo Caribe.

Perú 330 y Amarillo Chancayano fueron los progenitores de menor rendimiento en sí, pero al mismo tiempo exhibieron en su cruzamiento el mayor porcentaje de heterosis, en relación con el promedio de sus progenitores y el progenitor de mayor rendimiento.

Cinco de los cruzamientos varietales estudiados excedieron al -- Diacol H. 253, que es el mejor híbrido doble comercial distribuido en la zona de estudio. Estos cruzamientos fueron: Nariño 330 x Sicarigua; Diacol V. 351 x Sicarigua; Nariño 330 x Mix. 1; Nariño 330 x Compuesto Turpeño Amarillo y Nariño 330 x P.T.R. grupo 6. En forma significativa los 41 cruzamientos mejores no tuvieron diferencia con el mencionado híbrido.

3.- En relación a la acción génica estudiada por el sistema de dialélicos, se puede concluir que en ambos semestres, los estimadores de la aptitud combinatoria específica fueron superiores a los de la aptitud combinatoria general, en relación con los cruzamientos estudiados.

Las varianzas de aptitud combinatoria general y específica en forma global fueron altamente significativas en ambos semestres. Al hacer un estudio de las varianzas de aptitud combinatoria general y específica en forma particular, se concluyó que la variedad Nariño 330 fué la que tuvo una varianza de mayor valor para aptitud combinatoria general, siguiendo en su orden la variedad Sicarigua. Estos valores fueron estables en los dos semestres.

La variedad Mix. 1 tuvo un valor alto y estable para la varianza de la aptitud combinatoria específica en los dos semestres, sobresaliendo su combinación específica con Nariño 330.

Las variedades Trinidad semidentado y Amarillo Chancayano presentaron valores relativamente altos, pero no estables, en los dos semestres de estudio, para las varianzas de aptitud combinatoria general y específica.

La variedad Diacol V. 351 ocupó el tercer puesto en cuanto a la estimación de sus efectos de aptitud combinatoria general, en el segundo semestre de 1964, pero no fué estable con el primer semestre de --

1965. Lo mismo se podría decir de las variedades Eto y Mix. 1. Por lo tanto hay interacción entre efectos de aptitud combinatoria general y semestres, lo cual estaría de acuerdo con lo obtenido por diferentes investigadores al respecto.

De lo discutido para heterosis y acción génica se sugiere aprovechar las variedades Nariño 330 y Sicarigua, para mejorarlas por medio de esquemas que utilicen la aptitud combinatoria general. También se sugiere aprovechar la aptitud combinatoria específica de las variedades Nariño 330 y Mix. 1 obteniendo líneas de cada una de ellas y formando posteriormente híbridos. Se sugiere también el aprovechamiento de los cinco cruzamientos mejores, que excedían al Diacol H. 253, para la formación de cinco sintéticos que podrían ser de uso inmediato como fuentes de germoplasma. Se podría también pensar en la formación de un compuesto múltiple con base en los cinco cruzamientos ya mencionados, aprovechando los altos valores de acción génica que mostraron las variedades que los forman.

4.- En lo pertinente a correlación entre las variables independientes y la variable dependiente rendimiento, todas estuvieron asociadas positivamente con él, a excepción de días a floración (antes). Resultaron significativas al 1% de probabilidades, el número de granos por mazorca, número de granos promedio por hilera, número de mazorcas por planta, ancho de la hoja, número de hileras por mazorca y largo de la hoja. La altura de la planta y de la mazorca no resultaron significativas.

En cuanto al análisis de regresión múltiple efectuado en este estudio, se determinó que las contribuciones de las variables independientes para el rendimiento, en orden de importancia fueron: número de mazorcas por planta, número de hileras, granos por hilera, ancho de la hoja, largo de la hoja y altura de la planta. Días a floración tuvo una contribución negativa.

VI.- RESUMEN.

El presente estudio se llevó a cabo con el objeto de conocer en 14 variedades de maíz, el grado de heterosis en F_1 para rendimiento, e- identificar los cruzamientos más promisorios; obtener el tipo de ac- ción génica involucrada en este material usando el sistema de dialé- cos, con el fin de indicar los métodos de mejoramiento más apropiados y por último estimar la contribución y grado de asociación de diferen- tes caracteres de la planta, en relación con el rendimiento. Los datos se obtuvieron en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias- Palmira, Colombia, y el análisis e interpretación, en el Colegio de -- Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura en Chapingo, Méx. México.

Los materiales usados fueron 14 variedades procedentes del Cari- be, Centro y Suramérica y sus cruzamientos en F_1 , sembrados durante - dos semestres, incluyendo además algunas variedades e híbridos experi- mentales y comerciales como testigos.

Se usó el diseño en látice, pero se consideró como en bloques al- azar, aplicando el sistema dialélico por medio de la metodología suge- rida por Sprague y Tatum (1942) y detallada por Griffing (1956), con- el objeto de determinar las estimaciones de las varianzas para apti- tud combinatoria general y específica.

Para efectos de obtener la asociación entre los diferentes carac- teres agronómicos en estudio y el rendimiento, se usaron 10 plantas in- dividuales de cada uno de los tratamientos involucrados, en cada una - de sus repeticiones.

Los resultados, conclusiones y sugerencias más notorias en esta- investigación fueron las siguientes :

No hubo interacción entre el material estudiado y los semestres, lo cual se podría explicar, porque no hubo discrepancias fuertes en cuanto a variaciones ecológicas, tales como sistemas y prácticas culturales efectuadas durante los dos semestres de estudio. La relativa diferencia en cuanto a distribución pluvial en los dos semestres, fué eliminada por medio de riegos artificiales adicionales.

Respecto a heterosis se concluye que de los 91 cruzamientos incluidos hubo, con un 5% de probabilidades, un 75% de ellos que fueron superiores al promedio de sus progenitores. El 96% de los cruzamientos excedían a los rendimientos promedios de los padres y el 85% excedieron en rendimiento al padre más rendidor, de lo cual se podría deducir la diversidad genética existente entre el grupo de padres usados.

Cinco de los cruzamientos varietales estudiados excedieron en rendimiento al Diacol H. 253, que es el mejor híbrido doble comercial distribuido en la zona de estudio. Estos cruzamientos fueron Nariño 330 x Sicarigua; Diacol V. 351 x Sicarigua; Nariño 330 x Mix. 1; Nariño 330 x Compuesto Tuxpeño Amarillo y Nariño 330 x P.T.R. grupo 6.

En relación con acción génica se concluye que, en ambos semestres, las variedades Nariño 330 y Sicarigua fueron las que mostraron estimaciones de varianza de aptitud combinatoria general de mayor valor, lo mismo que la estimación de efectos para aptitud combinatoria general.

La variedad Mix. 1 tuvo un valor alto y consistente en los dos semestres, para la estimación de la varianza de aptitud combinatoria específica, lo cual se debió posiblemente a su cruzamiento con la variedad Nariño 330.

Las variedades Trinidad semidentado y Amarillo Chancayano, presentaron valores relativamente altos, pero no consistentes en los dos semestres, para las varianzas de aptitud combinatoria general y específica.

La variedad Diaccl V. 351 tuvo un relativo valor en cuando a la estimación de sus efectos de aptitud combinatoria general, en el segundo semestre de 1964, pero no fué consistente con el semestre de 1965. Lo mismo se podría decir de las variedades Eto y Mix. 1. De lo anterior se deduce que hay interacción entre efectos de aptitud combinatoria general y semestres.

De lo discutido para heterosis y acción génica se sugiere aprovechar las variedades Nariño 330 y Sicarigua para mejorarlas por sistemas que utilicen la aptitud combinatoria general. Para las variedades Nariño 330 y Mix. 1 se sugiere obtener líneas y formar híbridos. Con los cinco cruzamientos mejores se pueden formar sintéticos.

Hubo asociación positiva y significativa entre las variables independientes y el rendimiento a saber: número de granos por mazorca, número de granos por hilera, número de mazorcas por planta, ancho de la hoja, número de hileras por mazorca y largo de la hoja. La altura de la planta y de la mazorca no resultaron significativas.

Las contribuciones de las variables independientes para el rendimiento y obtenidas por medio de una regresión múltiple fueron en orden de importancia: número de mazorcas por planta, número de hileras, granos por hilera, ancho de la hoja, largo de la hoja y altura de la planta.

De acuerdo con Grafius (1960) se sugiere ver si existe sobredominancia para los componentes del rendimiento, haciendo un estudio del número de mazorcas por planta, número de granos por hilera y número de hileras, para ver si es posible darle una explicación geométrica al rendimiento, ya que según el mencionado investigador existen posiblemente diferentes grupos de genes que actúan en cada componente y no grupos de genes para el rendimiento. Debería, pues, estudiarse un índice de regresión múltiple basado en la forma de herencia de los caracteres más significativos en el rendimiento.

VII.- LITERATURA CITADA.

Allard, R. W. 1956. The analysis of genetic-environmental interactions by means of diallel crosses. Genetics 41:305-318.

_____ 1960. Principles of plant breeding. John Wiley & Sons, Inc. New York. London.

Barrientos, P. F. 1962. Aprovechamiento de cruizas interraciales en el programa de mejoramiento de maíz en la Mesa Central. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo.

* Bohac, J. and Hraska, S. 1961. Variabilidad en la correlación para ciertas características en los top-crosses de híbridos F₁ de maíz. Agron. Fak. Checoeslovaquia. No. 5. (Res. en Biol. Abstr. 34:2120. 1964).

Brunson, A. M. and Willier, J. G. 1929. Correlation between seed ear and kernel characters of corn. Jour. Amer. Soc. Agron. 21:912-922.

Cochran, W. G. and Cox, G. M. 1962. Experimental designs. John Wiley & Sons, Inc. New York. London.

* Comstock, R. E., Robinson, H. F. and Harvey, P. H. 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agron. Jour. 41:360-367.

Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11: 1-42.

East, E. M. 1907. The relation of certain biological principles to plant breeding. Conn. Agric. Exp. Sta. Bull. 158:87.

_____ and Hayes, H. K. 1912. Heterozygosis in evolution and in plant breeding. U. S. Dept. Agric. Bur. Plant. Indust. Bull. 243:58.

_____ 1936. Heterosis. Genetics 21:375-397.

Gilbert, N. G. 1958. Diallel cross in plant breeding. Heredity 12:477-492.

2. Grafius, J. E. 1956. Components of yield in oats. A geometrical interpretation. Agron. Jour. 48:419-423.

_____ 1960. Does overdominance exist for yield in corn?. Agron. Jour. 52:361.

Griffie, F. 1922. First generation corn varietal crosses. Jour. Amer. Soc. Agron. 14:18-27.

Griffing, B. 1956. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10:31-50.

Grobman, A., Salhuana, W. S., Sevilla, R. and Mangelsdorf, P. C. 1961. Races of maize in Peru. National Academy of Sciences. National Research Council. Washington, D. C. Publication 915:265-271.

Hughes, H. D. and Robinson, J. L. 1929. Relation of certain ear and kernel characters of Reid Yellow Dent to yield. Iowa Agric. Exp. Sta. Bull. 257:169-208.

- 6 Hull, F. H. 1945. Recurrent selection for specific combining ability in corn. Jour. Amer. Soc. Agron. 37:134-145.
- Hutchenson, T. B. and Wolfe, T. K. 1918. Relation between yield and ear characters in corn. Jour. Amer. Soc. Agron. 10:250-255.
- Jinks, J. L. 1955. A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel crosses. Heredity 9:223-238.
- Jones, D. F. 1917. Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis. Genetics 2:466-479.
- Le Clerg, E. L., Leonard, W. H. and Clark, A. G. 1962. Field plot technique. Burgess Publishing Company. Minnesota.
8. Lonquist, J. H. 1949. The development and performance of synthetic varieties of corn. Agron. Jour. 41:153-156.
- Martin, J. H. 1928. Plant characters and yield in grain sorghums. Jour. Amer. Soc. Agron. 20:1177-1182.
- Mather, K. 1949. Biometrical genetics. Mathuen & Ltd. London.
- Matzinger, D. F. and Kempthorne, O. 1956. The modified diallel table with partial inbreeding and interactions with environment. Genetics 41:822-833.
- _____, Sprague, G. F. and Cockerham, C. C. 1959. Diallel crosses of maize in experiments repeated over locations and years. Agron. Jour. 51:346-350.

- Medina, A. J. 1965. Capacidad de combinación de maíces que han dado origen a híbridos en la Mesa Central de México. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo.
- Méndez, R. I. 1962. Heterosis en cruzas intervarietales de maíz con la raza Pepitilla. Tesis profesional. E.N.A. Chapingo.
- Molina, G. J. 1964. Comportamiento de razas de maíz y sus cruzas con Tuxpeño, Vandeño y Stiff Stalk Synthetic en Cotaxtla, Veracruz. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo.
- Moll, R. H., Salhuana, W. S., and Robinson, H. F. 1962. Heterosis and genetics diversity in variety crosses of maize. *Crop. Sci.* 2:197-198.
- Montgomery, E. G. 1911. Correlation studies of corn. *Nebr. Agric. Exp. Sta.* 24th Ann. Rpt. 108-159.
- Paterniani, E. and Lonquist, J. A. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn (Zea mays L). *Crop. Sci.* 3:504-507.
- Richey, F. D. 1922. The experimental basis for the present status of corn breeding. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 14:1-17.
- Rojas, B. A. and Sprague, G. F. 1952. A comparison of variance components in corn yield trials: III. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. *Agron. Jour.* 44:462-466.
- Sandoval, S. A. 1964. Heterosis y componentes de rendimiento en ocho cruzas raciales de maíces mexicanos y del Caribe. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo.

Shull, G. H. 1914. Duplicate genes for capsule form in *Bursa pastoris*.
Ztschr. Ind. Abst. Ver. 12:971149.

5 Sprague, G. F. and Tatum, L. A. 1942. General vs. specific combining
ability in single crosses of corn. Jour. Amer. Soc.
Agron. 34:923-932.

1955. Corn and corn improvement. Academic Press. Inc.
Publishers. New York. p. 226.

Stevenson, F. J. 1928. A biometrical study of factors affecting yield
in oats. Jour. Amer. Soc. Agron. 20:1108-1119.

Timothy, D. H. 1961. Genetic diversity, heterosis, and the use of
exotic stocks in maize in Colombia. National Academy
of Sciences. National Research Council.
Publication 982:581-591.

Wearden, S. 1964. Alternative analysis of the diallel crosses.
Heredity 19:669-680.

Wright, S. 1921. Systems of mating. Genetics 6:111-178.

Yates, F. 1947. Analysis of data from all possible reciprocal crosses
between a set of parental lines. Heredity 1:287-301.

A P E N D I C E

APENDICE CUADRO 1.- RENDIMIENTO EN KG./HA. DE PROGENITORES, CRUZAMIENTOS EN F₁, HETEROSIS DE LA F₁ EXPRESADA COMO PORCENTAJE DEL PROMEDIO DE PROGENITORES Y DEL PROGENITOR DE MAYOR RENDIMIENTO. PROMEDIO DE LOS DOS SEMESTRES.

CRUZAMIENTO	P ₁ Kg./ha.	P ₂ Kg./ha.	F ₁ Kg./ha.	% \bar{X} Padres	% Padre más rendidor.
Nar. 330 x Sicarigua	5607	7540	9231	140.4 ⁺⁺	122.4 ⁺
Diacol V. 351 x Sicarigua	7063	7540	9131	125.1 ⁺⁺	121.1 ⁺
Nar. 330 x Mix. 1	5607	6575	8956	147.0 ⁺⁺	136.2 ⁺
Nar. 330 x C. Tux. Am.	5607	6271	8916	150.1 ⁺⁺	142.2 ⁺
Nar. 330 x P. T. R. grupo 6	5607	5953	8765	151.6 ⁺⁺	147.2 ⁺
Nar. 330 x Am. Chancayano	5607	5112	8589	160.3 ⁺⁺	153.2 ⁺
Eto x Sicarigua	7423	7540	8552	114.3 ⁺⁺	113.4
Nar. 330 x Cuba 325	5607	5661	8549	151.7 ⁺⁺	151.0 ⁺
Cuba 325 x Mix. 1	5661	6575	8521	139.3 ⁺⁺	129.6 ⁺
U.S.A. 342 x Mix. 1	6014	6575	8459	134.4 ⁺⁺	128.7 ⁺
Cuba 325 x T. semiden.	5661	6601	8386	136.8 ⁺⁺	127.0 ⁺
P.T.R. grupo 6 x Sicarigua	5953	7540	8293	122.9 ⁺⁺	110.0
Perú 330 x Sicarigua	4977	7540	8290	132.5 ⁺⁺	109.9
Nar. 330 x T. semiden.	5607	6601	8269	135.5 ⁺⁺	125.3 ⁺
Eto x Mix. 1	7423	6575	8154	116.5 ⁺⁺	109.8
Perú 330 x Am. Chancayano	4977	5112	8130	161.2 ⁺⁺	159.0 ⁺
Nar. 330 x Cuba 11-J	5607	6383	8121	135.5 ⁺⁺	127.2 ⁺
Perú 330 x C. Tux. Am.	4977	6271	8116	144.3 ⁺⁺	129.4 ⁺
Eto x Nar. 330	7423	5607	8079	124.0 ⁺⁺	108.8
Diacol V.351 x Nar. 330	7063	5607	8070	127.4 ⁺⁺	114.3
Diacol V.351 x Cuba 325	7063	5661	8044	126.4 ⁺⁺	113.9
Antigua 2-D x C. Tux. Am.	5539	6271	8029	136.0 ⁺⁺	128.0 ⁺
Cuba 325 x Sicarigua	5661	7540	8005	121.3 ⁺⁺	106.2
Eto x C. Tux. Am.	7423	6271	8004	116.9 ⁺⁺	107.8
Cuba 11-J x Sicarigua	6383	7540	8004	115.0 ⁺⁺	106.2
C. Tux. Am. x Sicarigua	6271	7540	7968	115.4 ⁺⁺	105.7
C. Tux. Am. x Cuba 11-J	6271	6383	7964	125.9 ⁺⁺	124.8 ⁺
Diacol V. 351 x Perú 330	7063	4977	7935	131.8 ⁺⁺	112.3

(continúa)

APENDICE CUADRO 1.- (Continuación)

C R U Z A M I E N T O	P ₁ Kg./Ha.	P ₂ Kg./ha.	F ₁ Kg./ha.	% \bar{X} Padres	% Padre más rendidor.
U.S.A. 342 x Sicarigua	6014	7540	7876	116.2 ⁺⁺	104.5
Nar. 330 x Antigua 2-D	5607	5539	7828	140.5 ⁺⁺	139.6 ⁺
Diacol V. 351 x P.T.R. grupo 6	7063	5953	7825	120.2 ⁺⁺	110.8
U.S.A. 342 x C. Tux. Am.	6014	6271	7791	126.8 ⁺⁺	124.2 ⁺
Diacol V. 351 x C. Tux. Am.	7063	6271	7781	116.7 ⁺⁺	110.2
Cuba 11-J x P.T.R. grupo 6	6383	5953	7758	125.8 ⁺⁺	121.5 ⁺
Antigua 2-D x Sicarigua	5539	7540	7701	117.8 ⁺⁺	102.1
Eto x P.T.R. grupo 6	7423	5953	7690	115.0 ⁺	103.6
Mix. 1 x Am. Chancayano	6575	5112	7632	130.6 ⁺⁺	116.1
Nar. 330 x U.S.A. 342	5607	6014	7587	130.6 ⁺⁺	126.2 ⁺
Perú 330 x Mix. 1	4977	6575	7584	131.3 ⁺⁺	115.3
Mix. 1 x Antigua 2-D	6575	5539	7569	125.0 ⁺⁺	115.1
Diacol V. 351 x Am. Chancayano	7063	5112	7533	123.7 ⁺⁺	106.7
Eto x Cuba 325	7423	5661	7524	115.0 ⁺	101.4
U.S.A. 342 x Cuba 11 J	6014	6383	7465	120.4 ⁺⁺	117.0
Perú 330 x T. semiden.	4977	6601	7462	128.9 ⁺⁺	113.0
Mix. 1 x P.T.R. grupo 6	6575	5953	7436	118.7 ⁺⁺	113.1
C. Tux. Am. x T. semiden.	6271	6601	7422	115.3 ⁺	112.4
Perú 330 x P.T.R. grupo 6	4977	5953	7412	135.6 ⁺⁺	124.5 ⁺
Cuba 325 x Cuba 11-J	5661	6383	7405	123.0 ⁺⁺	116.0
Diacol V. 351 x U.S.A. 342	7063	6014	7404	113.2 ⁺	104.8
Cuba 325 x C. Tux. Am.	5661	6271	7395	123.9 ⁺⁺	117.9
Perú 330 x Cuba 11-J	4977	6383	7381	129.9 ⁺⁺	115.6
Eto x Antigua 2-D	7423	5539	7358	113.5 ⁺	99.1
Cuba 325 x Antigua 2-D	5661	5539	7346	131.2 ⁺⁺	129.8 ⁺
Perú 330 x Antigua 2-D	4977	5539	7324	139.3 ⁺⁺	132.2 ⁺
Eto x Perú 330	7423	4977	7288	117.6 ⁺⁺	98.2
Mix. 1 x Sicarigua	6575	7540	7286	103.2	96.6
Perú 330 x Cuba 325	4977	5661	7282	136.9 ⁺⁺	128.6 ⁺
Diacol V. 351 x Mix. 1	7063	6575	7261	106.5	102.8

(continúa)

APENDICE CUADRO 1 .- (continuación)

CRUZAMIENTO	P ₁ Kg./ha.	P ₂ Kg./ha.	F ₁ Kg./ha.	% \bar{X} Padres	% Padre más rendidor.
Nar. 330 x Perú 330	5607	4977	7235	136.7 ⁺⁺	129.0 ⁺
Antigua 2-D x Am. Chancayano	5539	5112	7235	135.9 ⁺⁺	130.6 ⁺
Diacol V. 351 x Antigua 2-D	7063	5539	7231	114.8 ⁺	102.4
Eto x U.S.A. 342	7423	6014	7224	107.5	97.3
T. semiden. x Sicarigua	6601	7540	7202	101.9	95.5
U.S.A. 342 x Perú 330	6014	4977	7148	130.0 ⁺⁺	118.9
Cuba 325 x P.T.R. grupo 6	5661	5953	7116	122.5 ⁺⁺	119.5
T. semiden. x P.T.R. grupo 6	6601	5953	7066	112.6	107.0
U.S.A. 342 x T. semiden.	6014	6601	7047	111.7	106.8
U.S.A. 342 x P.T.R. grupo 6	6014	5953	7037	117.6 ⁺⁺	117.0
Sicarigua x Am. Chancayano	7540	5112	7025	111.1	93.2
Diacol V. 351 x T. semiden.	7063	6601	7003	102.5	99.2
Eto x T. semiden.	7423	6601	6981	99.6	94.0
C. Tux. Am. x P.T.R. grupo 6	6271	5953	6976	114.1 ⁺	111.2
Cuba 11-J x Am. Chancayano	6383	5112	6904	120.1 ⁺⁺	108.2
Eto x Am. Chancayano	7423	5112	6880	109.8	92.7
Diacol V. 351 x Eto	7063	7423	6841	94.5	92.2
C. Tux. Am. x Am. Chancayano	6271	5112	6839	120.2 ⁺⁺	109.1
Diacol V. 351 x Cuba 11-J	7063	6383	6819	101.4	96.5
Antigua 2-D x Cuba 11-J	5539	6383	6811	114.3 ⁺	106.7
U.S.A. 342 x Cuba 325	6014	5661	6790	116.3 ⁺	112.9
Cuba 325 x Am. Chancayano	5661	5112	6755	125.4 ⁺⁺	119.3
Mix. 1 x C. Tux. Am.	6575	6271	6669	103.8	101.4
T. semiden. x Cuba 11-J	6601	6383	6661	102.6	100.9
Antigua 2-D x P.T.R. grupo 6	5539	5953	6650	115.7 ⁺	111.7
Antigua 2-D x T. semiden.	5539	6601	6645	109.5	100.7
Mix. 1 x Cuba 11-J	6575	6383	6629	102.3	100.8
Eto x Cuba 11-J	7423	6383	6590	95.5	88.8
T. semiden. x Am. Chancayano	6601	5112	6544	111.7	99.1
U.S.A. 342 x Antigua 2-D	6014	5539	6415	111.1	106.7

(continúa)

APENDICE CUADRO 1.- (Continuación)

C R U Z A M I E N T O	P ₁ Kg./ha.	P ₂ Kg./ha.	F ₁ Kg./ha.	% \bar{X} Padres	% Padre más rendidor.
P.T.R. grupo 6 x Am. Chancayano	5953	5112	6259	113.1	105.1
U.S.A. 342 x Am. Chancayano	6014	5112	6208	111.6	103.2
Mix. 1 x T. semiden.	6575	6601	5944	90.2	90.0

Para las comparaciones entre F₁ y promedio de padres :

++ Significativa para el 1% de probabilidades.

+ Significativa para el 5% de probabilidades.

Error Típico 402.71

D.M.S. (1% probabilidades) 1037.29

D.M.S. (5% probabilidades) 789.31

Para las comparaciones entre F₁ y padre más rendidor (Prueba de Duncan) :

+ Significativa para el 5% de probabilidades.

Error Típico del promedio 328.81

APENDICE CUADRO 2.- AJUSTE CON TOTALES DE HILERA COLUMNA PARA EL CALCULO DE LA APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE LOS CRUZAMIENTOS INTERVA-
RIETALES .SEGUNDO SEMESTRE DE 1964.

V A R I E D A D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TOTAL	$\frac{2}{0 G}$
1 D. V. 351	X	6161	7030	6648	7275	7179	7281	6242	6991	6288	6530	6940	7963	6998	89526	105515.65
2 Eto	6161	X	7375	6414	6683	6697	7116	6431	6387	6254	5974	6754	7387	6167	85800	- 7570.51
3 Nar. 330	7030	7375	X	7343	6716	7708	7435	6585	7450	7333	7258	7542	7710	7726	95211	649593.91
4 U.S.A. 342	6648	6414	7343	X	6342	6045	6714	6073	6495	5892	6673	6530	6634	5680	83488	19338.02
5 Perú 330	7275	6683	6716	6342	X	6413	6099	6386	6864	6054	6356	6844	7377	6869	86278	- 3845.22
6 Cuba 325	7179	6697	7708	6045	6413	X	7373	6261	6037	6767	6440	6225	7104	6129	86378	- 2664.28
7 Mix.1	7281	7116	7435	6714	6099	7373	X	6761	5596	4724	5664	6092	6045	6294	83194	27924.48
8 Ant. 2-D	6242	6431	6585	6073	6386	6261	6761	X	7022	5544	5990	5990	7156	6226	82667	46568.45
9 C. Tux. Am.	6991	6387	7450	6495	6864	6037	5596	7022	X	6334	7341	6168	6398	6536	85619	- 8154.16
10 T. semident.	6288	6254	7333	5892	6054	6767	4724	5544	6334	X	5654	6069	5930	5424	78267	352774.99
11 Cuba 11-J	6530	5974	7258	6673	6356	6440	5664	5990	7341	5654	X	6759	6560	6394	83593	16374.61
12 P.T.R. grupo 6	6940	6754	7542	6530	6844	6225	6092	5990	6168	6069	6759	X	7271	5713	84897	- 5950.94
13 Sicarigua	7963	7387	7710	6634	7377	7104	6045	7156	6398	5930	6560	7271	X	6042	89577	108401.22
14 Am. Chanc.	6998	6167	7726	5680	6869	6129	6294	6226	6536	5424	6394	5713	6042	X	82198	66404.39

APENDICE CUADRO 3.- AJUSTES CON TOTALES DE HILERA COLUMNA PARA EL CALCULO DE LA APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA DE LOS CRUZAMIENTOS INTERVARIETALES. SEGUNDO SEMESTRE DE 1964.

V A R I E D A D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	S.C.	$\frac{2}{O S}$
1 D. V. 351	X	-9341	-8324	-1180	3549	2297	6705	-5236	800	-284	-2706	910	8506	4305	347936241	103117
2 Eto	-9341	X	-458	-262	171	239	8451	758	-2722	3034	-5652	2404	5320	-1941	246021657	44136
3 Nar. 330	-8324	-458	X	1475	8844	-2960	2868	-6805	623	6571	345	2449	-215	7356	317025507	85228
4 U.S.A. 342	-1180	-262	1475	X	-1604	-5268	5944	-1221	891	1007	5053	2033	-1399	-5468	134113339	-20628
5 Perú 330	3549	171	-8844	-1604	X	-3647	-4231	-260	2524	156	-1546	3006	4722	6005	200861737	18001
6 Cuba 325	2297	239	2960	-5268	-3647	X	10957	-1860	-7500	8612	-638	-4522	1346	-2975	340597225	98870
7 Mix.1	6705	8451	2868	5944	-4231	10957	X	7324	-9608	-12720	-6766	-2934	-8178	2189	731701753	325211
8 Ant. 2-D	-5236	758	-6805	-1221	-260	-1860	7324	X	8031	-2353	-2327	-3631	5681	1900	257473723	50764
9 C. Tux. Am.	800	-2722	623	891	2524	-7500	-9608	8031	X	4175	10933	-4447	-6367	2668	433056331	152378
10 T. semident.	-264	3034	6571	1007	156	8612	-12720	-2353	4175	X	-1959	1717	-4631	-3324	351715323	105304
11 Cuba 11-J	-2706	-5652	345	5053	-1546	-638	-6766	-2327	10933	-1959	X	4671	-2397	2990	278782339	63096
12 P.T.R. grupo 6	910	2404	2449	2033	3006	-4522	-2934	-3631	-4447	1717	4671	X	4831	-6486	177963939	4750
13 Sicarigua	8506	5320	-215	-1399	4722	1346	-8178	5681	-6367	-4631	-2397	4831	X	-7218	369088851	115358
14 Am. Chanc.	4305	1941	7356	-5468	6005	-2975	2189	1900	2668	-3324	2990	-6486	-7218	X	280897657	64320

APENDICE CUADRO 4.- AJUSTE CON TOTALES DE HILERA COLUMNA PARA EL CALCULO DE LA APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE LOS CRUZAMIENTOS INTERVA-
RIETALES. PRIMER SEMESTRE DE 1965.

V A R I E D A D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TOTAL	$\frac{2}{O.G}$
1 B. V. 351	X	5420	6631	5886	6158	6438	5010	5998	6180	5566	5014	6306	7494	5754	77855	17663.09
2 Eto	5420	X	6301	5815	5654	6040	6687	6024	7163	5564	5182	6263	7090	5480	78683	- 2895.37
3 Nar. 330	6631	6301	X	5500	5532	6764	7725	6667	7643	6665	6489	7295	7916	6814	87942	415784.48
4 U.S.A. 342	5886	5815	5500	X	5759	5450	7605	4787	6693	6037	5964	5382	6698	4829	76405	76603.14
5 Peru 330	6158	5654	5532	5759	X	5914	6740	6012	6875	6578	6138	5703	6657	6893	80613	-13851.05
6 Cuba 325	6438	6040	6764	5450	5914	X	7052	6175	6481	7429	6095	5821	6447	5306	81412	-3244.61
7 Mix.1	5010	6687	7725	7605	6740	7052	X	6052	5694	5338	5557	6495	6289	6626	82870	38961.65
8 Ant. 2-D	5998	6024	6667	4787	6012	6175	6052	X	6570	5704	5539	5268	5881	6022	76699	62292.40
9 C. Tux. Am.	6180	7163	7643	6693	6875	6481	5694	6570	X	6230	6140	5628	7090	5041	83428	62926.57
10 T. semident.	5566	5564	6665	6037	6578	7429	5338	5704	6230	X	5622	5892	6261	5653	78539	- 3.98
11 Cuba 11-J	5014	5182	6489	5964	6138	6095	5557	5539	6140	5622	X	6374	6990	5293	76397	77009.33
12 P.T.R. grupo 6	6306	6263	7295	5382	5703	5821	6495	5268	5628	5892	6374	X	6768	4882	78077	11216.80
13 Sicarigua	7494	7090	7916	6698	6657	6447	6289	5881	7090	6261	6990	6768	X	5850	87431	361634.86
14 Am. Chanc.	5754	5480	6814	4829	6893	5306	6626	6022	5041	5653	5293	4882	5850	X	74443	202843.05

60

APENDICE CUADRO 5.- AJUSTE CON TOTALES DE HILERA COLUMNA PARA EL CALCULO DE LA APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA DE LOS CRUZAMIENTOS INTERVA-
RIETALES. PRIMER SEMESTRE DE 1965.

V A R I E D A D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	S.C.	$\frac{2}{0'S}$
1 D. V. 351	X	-5283	-10	2587	1643	4204	-14390	3637	-908	-3387	-7869	5955	10857	2965	511620785	106540
2 Eto	-5283	X	-4798	907	-5233	-1400	4906	3121	10060	-4239	-6681	4611	5181	-1151	328144673	358
3 Nar. 330	-10	-4798	X	-12132	-15956	-1971	8103	1578	6561	-286	-256	7736	5834	5598	665246707	195447
4 U.S.A. 342	2587	907	-12132	X	-1695	-6202	18200	-9445	6698	3715	4981	-3683	2755	-6685	765805025	253642
5 Perú 330	1643	-5233	-15956	-1695	X	-4842	3612	1047	4674	5999	2861	-4039	-1945	13875	603770185	159869
6 Cuba 325	4204	-1400	-1971	-6202	-4842	X	6557	2204	-853	15412	1546	-3422	-5264	-5968	448964363	70279
7 Mix.1	-14390	4906	8103	18200	3612	6557	X	-730	-11755	-11138	-6368	3208	-8618	8414	1142756315	471794
8 Ant. 2-D	3637	3121	1578	-9445	1047	2204	-730	X	4928	-575	-413	-5345	-7343	7337	282259865	-26197
9 C. Tux. Am.	-908	10060	6561	6698	4674	-853	-11755	4928	X	-992	70	-7754	436	-11164	560915555	135068
10 T. semident.	-3387	-4239	-286	3715	5999	15412	-11138	-575	-992	X	-1257	303	-4623	1069	466398137	80368
11 Cuba 11-J	-7969	-6681	-256	4981	2861	1546	-6368	-413	70	-1257	X	8229	6267	-1109	292536809	-20249
12 P.T.R. grupo 6	5955	4611	7736	-3683	-4039	-3422	3208	-5345	-7754	303	8228	X	1923	-7721	388261961	35149
13 Sicarigua	10857	5181	5834	2755	-1945	-5264	-8618	-7343	436	-4623	6267	1923	X	-5459	440361209	65300
14 Am. Chanc.	2965	-1151	5598	-6685	13875	-5968	8414	7337	-11164	1069	-1109	-7721	-5459	X	655324529	189705

T
 E-633.17 Inventario 9485 A
 S247
 Autor Sarria V., Daniel
 Título Heterosis, acción genética.....

Fecha Devol.	NOMBRE	Carné
19 NOV 1957	<i>[Handwritten signature]</i>	467
30 JUN 1957	<i>[Handwritten signature]</i>	467

T
 633.17
 S247

9485