

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



579

Respuesta a la Selección de 3 Métodos de Mejoramiento Aplicados a una Población de Maíz (Zeamays L.) Opaco-2

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO  
ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

Salvador Mena Munguia

GUADALAJARA, JALISCO. 1979

"La única materia prima de la cual realmente disponemos, y la cual además de ser la única no sólo no se acaba, sino que se desarrolla más, cuando más nos servimos de ella, es la materia gris".

Pierre Aigrain

## DEDICATORIA

A la memoria de mi Padre  
con respeto y cariño.

A la que con su mejor esfuerzo  
y cariño me animo a realizar-  
mis estudios profesionales, mi  
Madre.

A mis hermanos, Paty, Susy, Gaby,  
Jorge, Lulu, Juan y Memo para que  
sea un motivo mas de superación -  
para cada uno de ellos.

A mi abuelita Amalia por todos  
sus consejos, cariño y ayuda-  
que siempre me ha brindado.

A la memoria de mis abuelitos  
Juan y José.

Al compeñero, amigo y gufa  
Mario Abel. Por toda la mo-  
tivación y ayuda moral que  
he recibido y espero seguir  
recibiendo de él.

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalal  
jara por tantas satisfacciones que me ha brindado.

A cada uno de mis compañeros de campo del grupo E.M.MA.  
pues sin ellos no hubiera realizado este trabajo.

Al Dr. Hermilo H. Angeles Arrieta, por la valiosa revisión  
y corrección de este trabajo.

Al personal de la Coordinación Nacional de Maíz en espe-  
cial a la Sra. Rita Benítez de V. por su cooperación pa-  
ra la realización del manuscrito.

Al Ing. Fernando Castillo G. por la ayuda desinteresada  
en la explicación de algunos conceptos básicos de este  
trabajo.

Al INIA y en especial al Ing. Florentino Monjaraz, Coor-  
dinador Regional del Campo Experimental "Costa de Jalisco"  
por la ayuda brindada en la realización de este trab  
bajo.

COMITE PARTICULAR

Director: Ing. J. Antonio Sandoval Madrigal.

Asesor: Ing. Antonio Alvarez González.

Asesor: Ing. Florencio Recendiz Hurtado

## CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS .....	
LISTA DE FIGURAS .....	
1.- INTRODUCCION .....	1
2.- REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1.- Descripción del maíz Opaco-2 .....	3
2.2.- Acción de los genes modificadores del endospermo .....	9
2.3.- Respuesta a la selección.....	12
2.4.- Selección masal. ....	14
2.4.1.- Concepto .....	14
2.4.2.- Efectividad .....	17
2.4.3.- Respuesta teórica a la selección.	24
2.5.- Selección familiar para hermanos completos	25
2.5.1.- Concepto .....	25
2.5.2.- Efectividad .....	26
2.5.3.- Respuesta teórica a la selección.	29
2.6.- Selección familiar para medios hermanos..	30
2.6.1.- Concepto .....	30
2.6.2.- Efectividad .....	31
2.6.3.- Respuesta teórica a la selección.	34
3.- HIPOTESIS .....	36
4.- OBJETIVOS .....	37
5.- MATERIALES Y METODOS .....	38
5.1.- Descripción del ambiente de selección .....	38
5.2.- Descripción del material genético .....	39

5.3.- Esquema de mejoramiento .....	40
5.4.- Aplicación de los métodos .....	42
5.5.- Descripción del diseño experimental .....	44
6.- RESULTADOS .....	47
6.1.- Análisis de varianza para rendimiento .....	48
6.2.- Análisis de varianza para altura de planta..	51
7.- DISCUSION .....	61
8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
9.- RESUMEN .....	68
10.- BIBLIOGRAFIA .....	70
11.- APENDICE .....	74

LISTA DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. % DE LAS DIFERENTES PROTEINAS QUE CONTIENEN ENDOSPERMOS DE MAIZ NORMAL Y OPACO-2 NELSON (1969).	4
CUADRO 2. COMPOSICION DE AMINOACIDOS ESENCIALES -- (GRAMOS POR 100 GRAMOS DE PROTEINA), DE GRANO ENTERO DESGRASADO DE MAIZ COMUN Y OPACO-2. NELSON (1969).	5
CUADRO 3. COMPARACION DEL PORCENTAJE DE PROTEINA Y DEL PORCENTAJE DE TRIPTOFANO EN LA PROTEINA DE GRANOS COMPLETAMENTE OPACOS Y GRANOS DE FENOTIPO MODIFICADO SELECCIONADO DE DIFERENTES FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS DEL COMPUESTO TROPICAL DE OPACO-2. VASAL (1977).	9
CUADRO 4. PESO HECTOLITRICO DE 100 GRANOS OPACOS Y OPACO-2 DE FENOTIPO MODIFICADO SELECCIONADOS DE DIFERENTES MATERIALES CONVERTIDOS A OPACO-2. VASAL (1977).	11
CUADRO 5. EFECTO DE LA SELECCION PARA MAZORCAS LARGAS Y CORTAS EN LA VARIEDAD CLARAGE. -- SPRAGUE (1955).	18
CUADRO 6. RENDIMIENTO DE LA VARIEDAD GOLDEN Y SUS RENDIMIENTOS DESPUES DE CADA UNA DE LAS CUATRO GENERACIONES DE SELECCION EN MASA PARA RENDIMIENTO. LINCOLN NEBRASKA 1959. LONQUIST (1961).	20
CUADRO 7. DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE RENDIMIENTO DE GRANO DE 102 FAMILIAS DE HERMANOS COMPLETOS QUE REPRESENTAN CRUCES DE PLANTAS DE LOS SINTETICOS SSS <sup>III</sup> Y B <sup>IV</sup> MEDIAS DE 2 AÑOS (1964 Y 1965). LINCOLN NEBRASKA. LONQUIST Y WILLIAMS -- (1967).	33

CUADRO	8.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA EVALUACION DE MATERIALES SELECCIONADOS. LA HUERTA, JAL. 1977-78.	49
CUADRO	9.	MATERIALES QUE RESULTARON ESTADISTICAMENTE SUPERIORES AL NIVEL DE 0.05 EN PRUEBA DE D.M.S. PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO EN LA EVALUACION DE MATERIALES SELECCIONADOS LA HUERTA, JAL. 1977-78	50
CUADRO	10.	FORMULAS DE RESPUESTA A LA SELECCION PARA TRES DIFERENTES METODOS ASI COMO TIEMPO POR CADA CICLO DE MEJORAMIENTO. MARQUEZ. - (1978)	52
CUADRO	11.	MEDIAS DE RENDIMIENTO DE LAS DIEZ MEJORES FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS. LA HUERTA, JAL. 1977-78.	53
CUADRO	12.	MEDIAS DE RENDIMIENTO DE LAS DIEZ MEJORES FAMILIAS DE HERMANOS COMPLETOS. LA HUERTA JAL. 1977-78.	54
CUADRO	13.	MEDIAS DE RENDIMIENTO DE LA POBLACION ORIGINAL COMPUESTO I DE SELECCION MASAL Y POBLACIONES SELECCIONADAS DE MEDIOS HERMANOS Y HERMANOS COMPLETOS. LA HUERTA, JAL. 1977-78.	55
CUADRO	14.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA DE LA EVALUACION DE MATERIALES SELECCIONADOS. LA HUERTA, JAL. 1977-78.	56
CUADRO	15.	MEDIAS DE ALTURA DE PLANTA DEL COMPUESTO I DE SELECCION MASAL, FAMILIAS DE MEDIOS-HERMANOS, FAMILIAS DE HERMANOS COMPLETOS Y TESTIGOS COMERCIALES. LA HUERTA, JAL. - 1977-78.	58
CUADRO	16.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACION ALTURA DE MAZORCA DE LA EVALUACION DE MATERIALES SELECCIONADOS. LA HUERTA, JAL. - 1977-78.	59
CUADRO	17.	MEDIAS DE ALTURA DE MAZORCA DEL COMPUESTO I DE SELECCION MASAL, FAMILIAS DE MEDIOS-HERMANOS, FAMILIAS DE HERMANOS COMPLETOS Y TESTIGOS COMERCIALES. LA HUERTA, JAL. - 1977-78.	60

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. AUMENTOS DE PESO OBTENIDOS EN CERDOS EN CRECIMIENTO CON MAIZ NORMAL Y OPACO-2, A LOS 56 DIAS, A LA MITAD DE LOS CERDOS - SE LES CAMBIO EL MAIZ POR EL TIPO OPUESTO MARTINEZ Y SHIMADA, INIP. 1970.	7
FIGURA 2. DISTRIBUCION DE SUBLOTES EN UN LOTE DE SELECCION MASAL MODERNA.	16
FIGURA 3. DISTRIBUCION DE FAMILIAS EN UN LOTE DE SELECCION FAMILIAL DE MEDIOS HERMANOS.	27
FIGURA 4. DISTRIBUCION DE FAMILIAS EN UN LOTE DE SELECCION FAMILIAL DE HERMANOS COMPLETOS.	32
FIGURA 5. ESQUEMA DE MEJORAMIENTO APLICADO A LA POBLACION EN ESTUDIO.	46
FIGURA 6. CUADRO BASICO PARA REALIZAR LA ALEATORIZACION DEL DISEÑO LATICE SIMPLE 14 x 14.	74
FIGURA 7. DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS DESPUES - DE EFECTUADA LA ALEATORIZACION DE LOS-MISMOS EN EL GRUPO X.	75
FIGURA 8. DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS DESPUES - DE EFECTUADA LA ALEATORIZACION DE LOS-MISMOS EN EL GRUPO Y.	76

CUADRO 18. MEDIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO Y ALGUNAS  
CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS MATE-  
RIALES EVALUADOS EN LA HUERTA, JAL. 1977  
-78.

### 1. INTRODUCCION

El maiz debido a su amplia distribución ecológica y su -- gran adaptación ha persistido a través del tiempo como especie, evolucionando desde los primeros tipos de maiz como el encontrado en Tehuacán, Pue. con una antigüedad de 7 000 años, cuya longitud de mazorca es de alrededor de 10 cm hasta los maices mo--dernos como el Jala con una longitud de mazorca hasta de 40 cm; todos estos cambios se han venido realizando por medio de selección natural.

La domesticación del maiz por el agricultor abrió una -- nueva etapa en la evolución del maiz, el agricultor seleccionaba de entre sus mazorcas cosechadas las más grandes y mejores, sin embargo, sus siembras no resultaban todo lo bueno que ellos esperaban. A pesar de todo se podría considerar esto como una selección masal empírica y por ende como el primer método de - mejoramiento hecho por el hombre; a partir de entonces se em--pieza a buscar la estructuración de métodos de mejoramiento surgiendo finalmente alrededor de 1900 los de hibridación y de selección familiar, métodos que siguen prefiriéndose hasta la década de los 60's en que se establecen otros, algunos más sofistificados, de selección masal moderna, selección familiar para - medios hermanos y selección familiar para hermanos completos. Ahora que se cuenta con estas alternativas para explotar la varianza genética aditiva de una población, surge la interrogan--te de cual de ellos es el mejor método a utilizar en los pro--gramas de mejoramiento. El presente trabajo hace una compara--ción tanto teórica como práctica de los métodos en cuestion,

con el fin de saber cual de ellos es el más eficiente para seleccionar en poblaciones con suficiente variabilidad genética aditiva.

## 2.- REVISION DE LITERATURA

### 2.1.- Descripción del maíz Opaco-2

El maíz con el gene Opaco-2 ( $O_2$ ) fué descubierto en la Estación Experimental de Connecticut en E.U.A. por Singletón y Jones en (1935). La aparición de este maíz fue ocasionada por una mutación espontanea en el brazo corto del cromosoma número 7, dicha mutación se expresó en un cambio del endospermo de duro a suave sin embargo este tipo de maíz no pasó de ser una curiosidad científica hasta 1964 en que Mertz, Bates y Nelson en la Universidad de Purdue al analizar granos opacos y normales de una mazorca segregante encontraron diferencia en el tipo de proteína y en el balance de aminoácidos, Mertz et al (1964).

La herencia del mutante Opaco-2 es de un mecanismo recesivo clásico mendeliano, que para manifestarse fenotípicamente necesita del complemento homocigótico, esto nos indica que los tres gametos que participan en la formación del endospermo (2 de origen materno y 1 paterno) deben ser  $O_2$  para manifestar su calidad proteica y fenotipo amiláceo, Poey (1972).

Como ya se dijo anteriormente, el fenotipo del gen Opaco-2 se manifiesta en una apariencia harinosa del endospermo de maíz, que va asociada con un cambio en el tipo de proteína del endospermo como se observa en el cuadro 1, en el que se muestra que en el maíz Opaco-2 se inhibe la síntesis de prolamina (zeína) que es una proteína de mala calidad, hasta en un 25% de la proteína total, sustituyendo este % por otros tipos de proteína que son de buena calidad nutritiva, Nelson (1969). Poey (1970), en un estudio realizado en Chapingo con 50 mazorcas segregantes

para  $O_2$  encontró que en promedio los granos  $O_2$  duplicaron el contenido de triptofano del endospermo.

CUADRO 1. % DE LAS DIFERENTES PROTEINAS QUE CONTIENEN ENDOSPERMOS DE MAIZ NORMAL Y OPACO-2. NELSON 1969.

PROTEINA	ENDOSPERMO NORMAL	ENDOSPERMO OPACO-2
Prolaminas (zeína)	55.1	22.9
Glutelinas	31.8	50.1
Globulinas	2.0	5.1
Albúminas	3.8	12.1

En cuanto a la lisina se demostró una alta correlación con la cantidad de triptofano con un coeficiente de correlación,  $r=0.81$ .

Los aminoácidos esenciales lisina y triptofano, no pueden ser sintetizados por animales monogástricos, como el hombre, razón por la cual el aumento del contenido de estos en el endospermo del maíz Opaco-2 (ver Cuadro 2) representa un incremento bastante grande en la calidad de la dieta de tanta gente que consume maíz, sobre todo en México.

Bressani y colaboradores (1969), realizaron un estudio con 6 niños de 24 a 75 meses de edad alimentándolos con maíz Opaco-2 y leche para efectuar comparaciones; se les proporcionó una ingesta de 1.8 y 1.5 g/kg de peso/día, resultando al final un índice de balance nitrogenado de 0.80 para la leche y de 0.72 para el maíz Opaco-2, de donde se deduce que la calidad de la proteína del maíz Opaco-2 equivale a un 90% de la de la

CUADRO 2. COMPOSICION DE AMINOACIDOS ESENCIAIALES (GRAMOS -  
POR 100 GRAMOS DE PROTEINA), DE GRANO ENTERO DES--  
GRASADO DE MAIZ COMUN Y OPACO-2 (NELSON 1969).

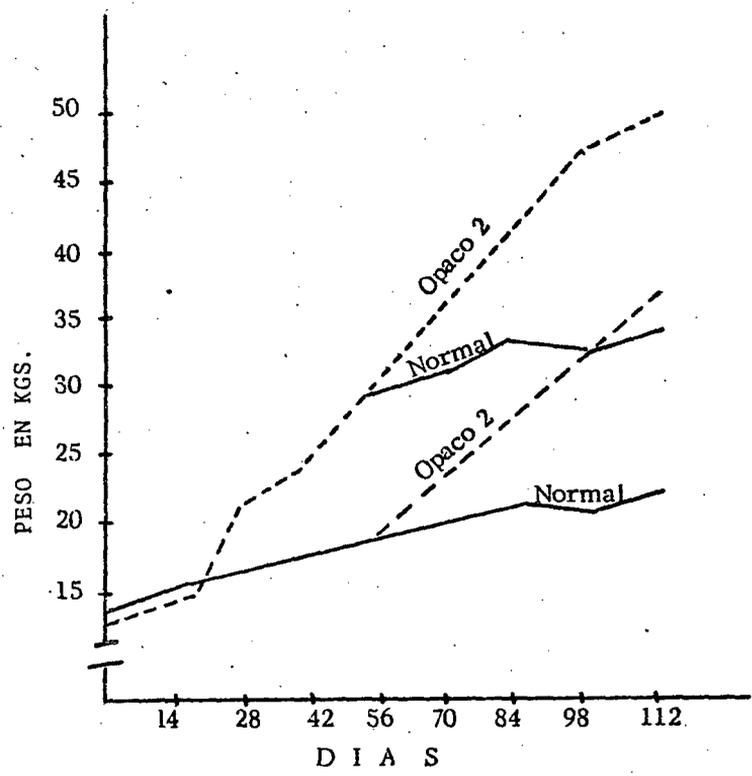
A M I N O A C I D O	OPACO	NORMAL
LISINA	5.0	3.0
TRIPTOFANO	1.3	0.7
TREONINA	3.8	4.1
CISTINA	2.0	1.7
VALINA	5.2	5.7
METIONINA	2.2	1.3
ISOLEUCINA	3.4	4.2
LEUCINA	9.3	14.6
TIROSINA	4.2	5.2
FENILALANINA	4.4	5.8

leche.

Otra de las ventajas que ofrece la explotación del maíz Opaco-2, es la alimentación de cerdos para su posterior utilización en forma de carne, a este respecto en México el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuaria (INIP) efectuó un trabajo de alimentación de cerdos con maíz normal y Opaco-2, a los 56 días a una parte de cada tratamiento se les invirtió el mismo, mientras la otra lo conservó. Los resultados se pueden observar en la Figura-1, en la que se muestra que los cerdos que conservaron la dieta a base de maíz Opaco-2 fueron claramente superiores a los alimentados con maíz normal; lo mismo sucedió con los que cambiaron su dieta a los 56 días por la de maíz Opaco-2, Martínez y Shimada(1970)

Sin embargo, pese a las ventajas que representa la utilización del tipo de maíz citado, su textura harinosa significa el obstáculo mas grande para su comercialización, ya que su aspecto no es aceptado por la mayoría de los consumidores, del mismo modo su textura afecta a la densidad del grano reduciendo los rendimientos en un 13% en comparación con el maíz normal, según Poey (1972), otro inconveniente resulta de la mayor susceptibilidad al ataque de plagas de almacén que acompaña a un endospermo suave. Debido a lo anterior, el único país donde se han aprovechado las ventajas de este tipo de maíz, es Brasil, ya que en este país el maíz no se consume por la gente como en México por lo que el maíz Opaco-2 si ha sido utilizado en la alimentación de cerdos, no importando tanto su aspecto harinoso, sembrándose recientemente alrededor de 45,000 has.

FIGURA 1. AUMENTOS DE PESO OBTENIDOS EN CERDOS EN CRECIMIENTO CON MAIZ NORMAL Y OPACO 2. A LOS 56 DIAS, A LA MITAD DE LOS CERDOS SE LES CAMBIO EL MAIZ POR EL TIPO OPUESTO\*.



\* Datos sin publicar, Martínez y Shimada, INIP 1970

En Colombia se elabora un alimento infantil de alto valor nutritivo producido por Maicena, S.A. a base de maíz Opaco-2.

CUADRO 3. COMPARACION DEL PORCENTAJE DE PROTEINA Y DEL PORCENTAJE DE TRIPTOFANO EN LA PROTEINA DE GRANOS COMPLETAMENTE OPACOS Y GRANOS DE FENOTIPO MODIFICADO SELECCIONADOS DE DIFERENTES FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS DEL COMPUESTO TROPICAL DE Opaco-2 VASAL (1977).

Familia Número	% de proteína en el endosperma			% de triptófano en la Proteína.		
	Opaco	Modificado	Diferencia%	Opaco	Modificado	Dif.%
Med.Her.						
63	9.88	9.75	+1.33	0.89	0.86	3.49
67	9.13	8.94	+2.13	0.82	0.80	2.50
69	9.00	9.75	-8.33	0.84	0.66	27.27
79	9.19	10.63	-15.67	0.89	0.66	34.85
125	7.63	10.19	-33.55	1.05	0.74	41.89
144	7.00	7.56	- 8.00	0.96	0.99	- 3.12
147	8.25	9.00	- 9.09	1.09	0.91	19.78
151	7.75	8.13	- 4.90	0.90	0.87	3.45
159	6.44	7.25	-12.58	0.98	0.87	12.64
162	9.19	9.75	- 6.09	0.97	0.82	18.29
164	8.88	9.38	- 5.63	0.72	0.69	4.35
175	8.38	8.25	+ 1.58	0.80	0.79	1.26
196	8.50	9.25	- 8.82	1.01	0.90	12.22
250	9.13	12.88	-41.07	0.72	0.53	35.84
278	8.50	8.31	+ 2.28	0.88	0.84	4.76
179	8.38	11.38	-35.80	0.93	0.73	27.40
292	11.25	11.50	- 2.22	0.63	0.60	5.00
297	9.13	9.38	- 2.74	0.78	0.70	11.43
118	10.38	11.13	- 7.22	0.84	0.74	13.51
101	9.75	10.50	- 7.69	1.07	0.78	37.18

## 2.2 Acción de los genes modificadores de endospermo

Como se vio en el capítulo anterior, la textura de los maíces Opaco-2 de endospermo amiláceo es una gran limitante para su utilización en países donde se comercia con maíces cristalinos, respecto a este problema los primeros en vislumbrar una posible solución fueron Paez, Helm y Zuber (1969) al describir maíces mitad harinosos mitad corneos, que al ser analizados si

guen teniendo buena calidad proteica.

Sin embargo Poey (1970), cita a Nelson (1966), como el primero en reportar variaciones en el endospermo harinoso de maices Opaco-2, atribuyendo dicha variación a un efecto epistático de  $o_2$  y  $fl_2$ .

Poey y Villegas (1970), al analizar la proteína total y el porcentaje de triptófano en proteína en endospermos amiláceos y modificados, encontraron que los primeros resultaron con menor contenido de proteína, pero al tomar como % de proteína al aminoácido triptófano se observó una disminución altamente -- significativa de los maíces de endospermo modificado en relación a los amiláceos, pero de todas formas superior a los normales.

Vasal (1977), para determinar el cambio que se sucedió al modificar en endospermo harinoso del maíz Opaco-2 hacia translucido, analizó granos de 20 mazorcas segregantes (ver Cuadro 3) observando en general que los granos modificados presentaron un mayor contenido de proteína que los amiláceos, sin embargo, el contenido de triptófano en la proteína fue mayor en los últimos que en los primeros, siendo de todas formas el contenido de triptofano el doble para maíces modificados en comparación con maíces sin el gene Opaco-2.

De lo anterior, se puede concluir que la apariencia harinoso del maíz Opaco-2 puede ser modificada a un tipo cristalino, conservando una calidad de proteína bastante aceptable y siempre superior al maíz normal.

Respecto al mecanismo de acción génica que controla la mo

dificación del endospermo harinoso de Opaco-2, Poey y Villegas (1970), en un estudio realizado en mazorcas  $S_2$  homocigóticas - para el gene ( $o_2/o_2$ ) y heterocigótica ( $o_2/+$ ) segregantes, las autofecundaron y observaron al final que los tipos modificados fueron muy variables concluyendo que este carácter es de herencia cuantitativa. Posteriormente, los mismos investigadores - (1973), después de realizar un estudio de frecuencia en maíces Opacos y Modificados concluyeron que el efecto modificador del endospermo harinoso es cuantitativo con acción génica promedio de recesividad parcial actuando también efectos aditivos y parcialmente dominantes. También en este mismo trabajo, se observó la presencia de efectos maternos (debido a la constitución triploidea del endospermo). Lo anterior sugiere que la característica de grano cristalino se puede lograr mediante la selección, al ir acumulando genes para dicho carácter.

Hasta hace tiempo se daba por un hecho que al cambiar la apariencia amilacea del endospermo Opaco-2 se modificaba también su densidad con lo cual se incrementaría el peso del maíz Opaco-2, que es otra de las desventajas en relación con el maíz normal, sin embargo Vasal (1977), al determinar el peso hectolítrico de varios materiales con el gene Opaco-2 en sus versiones harinosa y modificada, encontró que el peso se incrementa solo en algunos materiales al modificar su endospermo, mientras que en otros es apenas perceptible dicho incremento, lo cual sugiere un mecanismo colateral para modificar la densidad del endospermo harinoso (ver cuadro 4).

CUADRO 4. PESO HECTOLITRICO DE 100 GRAMOS DE GRANOS OPACOS Y OPACO 2 DE FENOTIPO MODIFICADO SELECCIONADOS DE DIFERENTES MATERIALES CONVERTIDOS A OPACO-2 VASAL -- (1977).

No.	Familia o Mazorca	Peso hectolítrico de 100 gra nos en (g)			
		Modificado	Opaco	% Incremen.	
1	PD(MS)6-Eto-Cuba 11J Pob. Crist.	3	23.10	22.73	1.62
2	PD(MS)6-Eto-Cuba 11J Pob. Crist.	4	30.30	30.00	1.00
3	164-3 Cat. 1 (ii)- 2-1	2	29.00	27.83	4.20
4	La Posta-6-1	1	20.00	18.92	5.70
5	Compuesto Cris. Amarillo-6	1	28.11	25.42	10.58
6	Nicarillo ##	1	28.70	26.49	8.34
7	Compuesto K	514	25.71	25.45	1.02
8	Compuesto K	515	28.46	27.08	5.09
9	Compuesto K	517	23.04	22.07	4.39
10	Compuesto K	518	27.30	26.59	2.67
11	Compuesto CIMMYT Opaco-2		28.89	28.68	0.73

### 2.3.- Respuesta a la Selección

Al aplicar un sistema de selección se busca aumentar la frecuencia génica de determinado carácter, (siempre y cuando su expresión sea de herencia cuantitativa), con lo que se entiende que dichos métodos sirven para explotar la varianza genética aditiva de una población.

A medida que los métodos son mas sofisticados se hace preciso investigar cual es la eficiencia que proporciona cada uno de ellos al aplicarlos. Existe una medida un tanto teórica que permite valorar la eficiencia de un método y es conocida como "Respuesta a la Selección", la cual define Falconer (1971), el cambio de la media de una población producido por la selección y que consiste en lo siguiente:

En base a la respuesta obtenida en una población y su diferencial de selección se puede predecir el comportamiento de una población mediante una línea de regresión formada con los valores R/S, dichos valores son el del progenitor medio (S) y el de la progenie (R). Si se parte del supuesto que:

$$(1) R = \bar{b}_{op} S \text{ y como } \bar{b}_{op} = h^2 \text{ se tendrá que:}$$

$$(2) R = h^2 S$$

En donde:

$$\bar{b}_{op} = \text{Regresión progenie - progenitor}$$

$$h^2 = \text{Heredabilidad}$$

La ecuación 1 requiere para su uso del desarrollo de la generación filial, pudiendose entonces tomar sus valores y los del progenitor medio y efectuar así la  $\bar{b}_{op}$ .

En cambio la ecuación 2 se puede utilizar mas facilmente basandose solo en medidas de la generación paterna obtenidas -

antes de la selección, pudiéndose de esa manera predecir la respuesta a la selección del siguiente ciclo.

La predicción de la respuesta solamente es valida para un solo ciclo, pues como esta basada en la medida de la heredabilidad en la generación de los progenitores y como posteriormente se aplicará selección, ésta, tendrá como efecto el cambio de las frecuencias genicas, y de esa manera la heredabilidad de la generación filial no será la misma de la generación paternal, no haciendose valida la predicción a 2 ciclos de selección en base a los datos obtenidos de la generación paternal, sin embargo, algunos experimentos han demostrado que la respuesta se mantiene con cambios pequeños a través de las generaciones, pudiendo utilizarse una primera predicción como un estimador de cierta confianza.

Si, representamos como  $\sigma_p$  a la desviación estandar fenotípica, y si la respuesta y el diferencial de selección se ponen en función de esta, se tiene que:

$R/\sigma_p$  = Medida generalizada de la respuesta a la selección, por medio de la cual se pueden comparar diferentes caracteres o poblaciones.

$S/\sigma_p$  = Medida generalizada del diferencial de selección, mediante la cual se pueden comparar diferentes métodos o procedimientos de selección, equivale a representar la intensidad de selección (i).

Con todo lo anterior la ecuación de la respuesta a la selección se transforma a lo siguiente:

$$R = h^2 S$$

$$\frac{R}{\sigma_p} = h^2 \frac{S}{\sigma_p}$$

Teniendo en cuenta que la heredabilidad es  $h^2$  y que  $h = \frac{\sigma_A}{\sigma_p}$  en donde  $\sigma_A$  = La desviación estandar de los valores reproductivos (raíz cuadrada de la varianza genética aditiva) nuestra ecuación quedará como sigue:

$$\frac{R}{\sigma_p} = \frac{\sigma_A}{\sigma_p} i \quad h$$

Si se elimina entonces el común denominador la ecuación será:

$$R = \sigma_A i \quad h$$

Ahora, considerando que  $h = \frac{\sigma_A}{\sigma_p}$  se tiene que:

$$R = \frac{i \sigma_A^2}{\sigma_p}$$

De esta manera se obtiene una ecuación que se usa para comparar diferentes métodos de selección.

Como se verá mas adelante, la única variante que habrá en las ecuaciones para los diferentes métodos de selección se rá la descomposición de la varianza genética aditiva, y de la desviación estandar fenotípica según sea la manera en que es-ten distribuidas en las poblaciones analizadas.

## 2.4. Selección Masal

### 2.4.1. Concepto.

La selección masal empieza en forma empírica desde que el agricultor selecciona su semilla, lógicamente de las mazorcas que siempre quisiera obtener, las más grandes. La selección masal es defininida por Sprague (1955) como sigue: se cogen mazorcas individuales en base a sus caracterfsticas y las

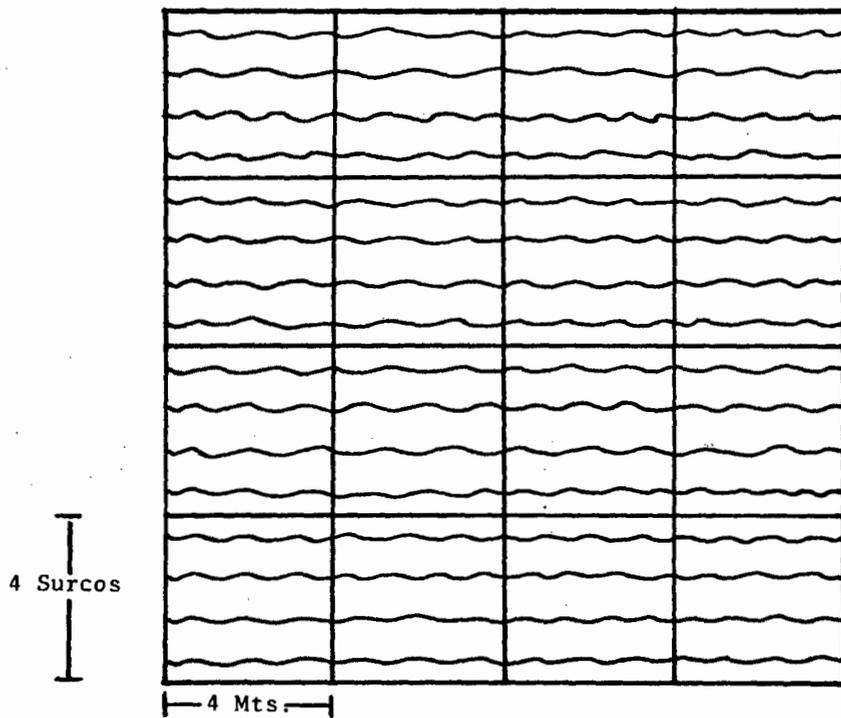
de la planta que las produjo, su semilla es mezclada y de ahí se toma la semilla para la siguiente siembra.

Allard (1967), define la selección masal como una forma de apareamiento al azar con selección en la que se cosechan las mejores plantas, se mezcla su semilla sin pruebas de descendencia, para formar la siguiente generación teniendo por consecuencia el aumento en la proporción de genotipos en la población, siendo efectiva en caracteres que se ven o miden fácilmente.

Brauer (1969), dice que la selección masal consiste en tomar la semilla de los individuos seleccionados, mezclarla y sembrarla toda junta para formar la nueva población en la que se repite el proceso. Se utiliza solo en autógamias, pues en autógamas no hay un intercambio genético intenso, por lo cual, la población formada sería un grupo de líneas independientes.

La selección masal moderna propuesta por Gardner y Lonquist (1967), consiste en dividir el lote de selección en pequeños sublotes (ver figura 2), en los cuales el número de surcos es igual al número de metros para cada uno, estando sus dimensiones relacionadas con el número de plantas de la población y la variabilidad grande o pequeña del terreno donde crece ya que precisamente es una de las finalidades de la subplotificación, el eliminar los efectos de la variabilidad del suelo, por lo tanto, la presión de selección será la misma dentro de cada sublote y realizada en comparación con la media de rendimiento del mismo.

FIGURA 2. DISTRIBUCION DE SUBLOTES EN UN LOTE DE SELECCION MASAL ESTRATIFICADA.



#### 2.4.2.- Efectividad

La selección masal adolece de algunas fallas como el des conocimiento, o falta de control del progenitor masculino, lo cual reduce su eficiencia, esta también se ve afectada por la complejidad del carácter a seleccionar ya que mientras, más lo sea el avance genético requerirá más tiempo.

Williams y Welton, citados por Sprague, presentaron en 1915 resultados de la eficiencia de la selección masal para al gunos caracteres de mazorca en la variedad Clarage; estos resultados demuestran un efecto poco importante en la separación de mazorcas largas y cortas y su diferencial de rendimiento, como puede apreciarse en el Cuadro 5, sin embargo, esta aparen te ineficiencia se atribuyó a los siguientes factores:

- a) Pequeño diferencial de selección.- La diferencia promedio en longitud de mazorca entre larga y corta fue de 2.49 pulgadas, valor que pudo ser menor por efecto del medio ambiente.
- b) Falta de control del padre.- Las selecciones contrastantes se sembraron adyacentes para poder compararlas más objetivamente, sin embargo, en el momento de la polinización hubo un intercambio de polen entre ambas selecciones favoreciendo a la regresión de la longitud de mazorca al acercarse a una media de ambas poblaciones.
- c) Ineptitud de selección. El fitomejorador puede no ser capaz de identificar a los genotipos superiores en base a su fenotipo, alterándose así las frecuencias génicas en forma irregular, tendiendo siempre a la regre sión del carácter en selección. La selección masal según Sprague (1955) y Lonquist (1961), es más efectiva para

CUADRO 5 . EFECTO DE LA SELECCION PARA MAZORCAS LARGAS Y CORTAS EN LA VARIEDAD CLARAGE\*.

Año	Rendimiento bufacre 1			Largo de las mazorcas en centímetros					
	G r a n o			S e m i l l a			C o s e c h a		
	larga	Corta	Dif.	Larga	Corta	Dif.	Larga	Corta	Dif.
1907	64.95	65.38	-0.43	9.43	7.11	2.32	7.56	7.12	0.44
1908	68.22	67.77	+0.45	—	—	—	—	—	—
1909	85.49	82.58	+2.91	8.90	6.60	2.30	7.92	6.87	1.05
1910	31.03	36.74	-5.71	9.50	6.90	2.60	6.25	5.58	0.67
1911	64.81	69.28	-4.47	8.50	6.20	2.30	6.85	6.51	0.34
1912	62.13	55.90	+6.23	8.90	6.60	2.30	7.20	6.28	0.92
1913	68.96	63.61	5.35	8.90	6.30	2.60	7.58	6.29	1.29
1914	61.68	62.29	-0.61	9.10	6.10	3.00	—	—	—
8 años	63.41	62.94	+0.47	9.03	6.54	2.49	7.23	6.44	0.78

\* Tomando del Cuadro XV "Corn Experiments", Ohio. Agr. Exp. Sta. Bull. 282. 1915

1 "Bushels per acre", 1 Bushel = 25.4 kilos de maíz; 1 acre = 0.40469 Ha.

seleccionar caracteres que son poco afectados por el medio ambiente como madurez, altura de planta, tipo de mazorca y composición química.

Lonquist (1961), al evaluar 4 ciclos de selección masal - en la variedad Hays Golden en Lincoln Nebraska 1959 con 20 repeticiones, obtuvo diferencias significativas entre los ciclos de selección y la variedad original los avances por ciclo se - pueden apreciar en el Cuadro 6.

Romero Franco y López H. (1963), practicaron 4 ciclos de selección masal los cuales evaluaron durante 3 años mostrando ganancias de 5.1, 6.1, 9.3 y 12.2% respectivamente para los - ciclos I, II, III y IV. El coeficiente de regresión calculado usando las 4 generaciones fue 2.87, implicando una ganancia semejante por ciclo.

Calzada Marrufo (1970), llevó a cabo 2 ciclos de selección masal en la variedad Celaya II realizados en 1965 y 1966 en este último año al probar el compuesto I contra la variedad original no encontró diferencia significativa. Durante 1967 se - compararon los compuestos I y II contra la variedad original, resultando un avance significativo del compuesto II con respecto a la variedad original y al compuesto I de 5.92%. En 1968 al realizar de nuevo la evaluación de los mencionados ciclos se observó de nuevo diferencia significativa siendo el avance de 4.19% con respecto a la variedad original y 2.81 con el ciclo I.

En este último ensayo se tomaron datos de caracteres vegetativos (floración, altura de planta, índice de prolificidad), con el fin de ver si las frecuencias de los mismos habían

CUADRO 6. RENDIMIENTO DE LA VARIEDAD GOLDEN Y SUS RENDIMIEN-  
TOS DESPUES DE CADA UNA DE CUATRO GENERACIONES DE  
SELECCION EN MASA PARA RENDIMIENTO. LINCOLN, - -  
NEBRASKA. 1959\*

M a t e r i a l	Rendimiento en grano por hectárea	Humedad a la cosecha
	Tons	%
Hays Golden (Variedad de poli- nización abierta)	4.97	17.8
Selección en masa 1 ciclo	5.14	17.8
" 2 Ciclos	5.30	18.5
" 3 Ciclos	5.63	19.0
" 4 Ciclos	6.11	19.2

\* Tomado de Lonquist 1961.

sido alterados indirectamente por la selección practicada, sin embargo, no hubo ningún cambio de las frecuencias de las características con respecto a la población original. Esto podría explicarse por la selección continua que ha practicado el INIA en esta variedad lo que pudo haber reducido la variabilidad genética aditiva en la misma.

Ramírez M.C. (1971), al realizar un estudio de las varianzas fenotípicas en la variedad México 208 y sus siete ciclos de selección, observó mediante el análisis de varianza de sus respectivos rendimientos que todos los compuestos eran significativamente superiores al 1%, lográndose además una ganancia por ciclo de 2.44%, medida por el coeficiente de regresión de los aumentos respecto a México-208.

González Días (1971), al aplicar 3 ciclos de selección masal en el Compuesto Cónico Intermedio, logró un incremento en el rendimiento de 51.25% acumulándose dicho % de la siguiente forma: ciclo I-20.82%, ciclo II-30.83% y ciclo III-51.25% sobre la población original, siendo significativa la diferencia entre los ciclos II y III; el incremento medio por ciclo fue de esta manera de 17.09% con respecto al compuesto original.

Betancourt, Molina y Angeles (1974), evaluaron en un latice triple 3 variedades, la México 208, México grupo 10 y Xolache, sus respectivos sintéticos de VI y VII ciclos de selección masal, los cruzamientos resultantes de cruza plantas  $S_0$ , tanto de las poblaciones originales como sintéticas, por una línea  $S_4$ , complementando el ensayo de rendimiento con las líneas  $S_1$  derivadas tanto de las poblaciones originales como de los sin

téticos y testigos comerciales. Los resultados obtenidos por este autor permiten observar una mayor frecuencia de cruza - con rendimiento superior de los cruzamientos líneas  $S_4$  x sintético, sobre las cruza línea  $S_4$  x variedad original; las líneas  $S_1$  derivadas de las poblaciones sintéticas mostraron también una mayor frecuencia de rendimientos superiores que las derivadas de las poblaciones originales.

Este autor concluyó que las poblaciones mejoradas por selección masal son mejores fuentes que sus poblaciones originales para la derivación de líneas de buena aptitud combinatoria.

Rendón Poblete (1974), utilizando los resultados de 2 -- años de prueba 1970 y 1972, realizó un estudio para observar el efecto de la selección masal para peso de mazorca sobre caracteres determinantes del rendimiento de grano; encontró que la selección fue efectiva al aumentar el rendimiento de mazorca, sin embargo, se pudo observar que la mayor parte del incremento fue debida al aumento del peso del olote; solo una variedad de las tres utilizadas (Méx. 10, Méx. 208 y Xolache) registró avance genético para rendimiento de grano. Al analizar las características relacionadas con el rendimiento de grano, se concluyó que las más afectadas en forma directa por la selección realizada, fueron el % de humedad, la longitud de mazorca y el peso del olote.

García Canales (1976), al realizar selección masal en 2 poblaciones utilizando 2 criterios de selección, uno por el acostumbrado peso de grano y otro por eficiencia de la planta medida con el cociente peso de grano/area foliar concluyó que la selección masal por eficiencia resultó más efectiva que la

hecha por peso de grano, para el incremento del rendimiento y para disminuir el número de días a floración, sin embargo, ambos sintéticos superaron a sus respectivas variedades originales.

Ramírez Vega (1977), aplicó selección masal moderna in situ a 2 poblaciones de maíz criollo, Perla Amarillo y Perla Blanco, efectuando 4 ciclos para la primera y 3 para la segunda; estos compuestos junto con las variedades originales fueron evaluados en 3 localidades de la Sierra de Chihuahua durante varios años lográndose cierto avance genético para la variedad Perla Amarillo y siendo totalmente inefectiva para Perla Blanco, esto debido tal vez a tener poca variabilidad genética este criollo.

Angeles Arrieta (1961), dice que la inefectividad con que en ocasiones se presenta la selección masal para aumentar el rendimiento es atribuible a los bajos coeficientes de correlación que guardan los caracteres vegetativos con el rendimiento.

Mendez Ramírez (1970), al estudiar 34 ensayos de uniformidad usó parcelas de diferente tamaño predominando las parcelas reducidas de alrededor de  $1 \text{ m}^2$ , siendo los valores de  $tk_1$  (productividad del terreno) muy variables para áreas reducidas; esto hace considerar que la suposición de homogeneidad ambiental en los lotes de selección masal moderna no es verdadera.

Velasco Nuño (1972), al evaluar la eficiencia de 2 ciclos de selección masal en el compuesto II Celaya observó un decremento de 2.59% del ciclo II de selección, con respecto a la variedad original, lo cual se atribuyó a una fuerte presión al seleccionar para planta y mazorca bajas.

### 2.4.3.- Respuesta teórica a la selección

Al analizar la respuesta teórica a la selección para el método masal se observa que algunas de sus propiedades son similares al llamado método progenie - progenitor utilizado por Falconer (1971), para hacer una estimación de la heredabilidad de determinado carácter.

La covarianza que se obtendrá será la de los valores genotípicos de los individuos con los valores genotípicos medios de sus progenes producidas por apareamiento aleatorio dentro de la población. Si los valores se representan como desviación con respecto a la media de la población entonces el valor medio de la progenie será la mitad del valor reproductivo del progenitor, por lo tanto la covarianza que se calcula es la del valor genotípico del individuo con la mitad de su valor reproductivo o sea, la covarianza de G con  $1/2 A$  si se recuerda que:

$$G = A + D \text{ donde:}$$

G = Genotipo

A = Valor reproductivo

D = Desviación dominante.

Entonces se tendrá que:

$$\text{COV. } (A + D) \text{ } 1/2 A = 1/2 A^2 + 1/2 AD$$

Como la interacción entre A y D no existe se considera - igual a cero, y como el valor reproductivo es la raíz cuadrada de la varianza genética aditiva.  $1/2 A^2$  será igual a  $1/2 V_A$ . Ahora representando la covarianza expresada, como la del método de selección masal se tendrá como ecuación final - la siguiente:

Entonces, la respuesta teórica de la selección masal será así:

$$R_{SM} = \frac{i \cdot 1/2 \sigma^2_A}{\sigma_{SM}}$$

en donde:

$i$  = Es la intensidad de selección aplicada

$\sigma^2_A$  = Varianza genética aditiva.

$\sigma_{SM}$  = Desviación standard de los individuos del lote de selección masal.

## 2.5. Selección familiar para medios hermanos

### 2.5.1. Concepto

Este es un método derivado de el de surco x mazorca idea do y puesto en práctica en la estación experimental de Illinois en 1896 (Hopkins 1899 citado por Sprague). En principio este método tiene como ventaja el conocimiento mas en detalle de los individuos seleccionados basándose en la prueba de progenies que se efectua al sembrarlos surco x mazorca.

El método de selección familiar para medios hermanos recibe este nombre por tratarse de mazorcas seleccionadas con el conocimiento solamente de las características de la planta ma-

dre, ya que el padre es un polinizador intercalado cada 4 surcos o familias y constituido por contribuciones iguales de semilla de cada una de las familias del lote, formando así el llamado compuesto balanceado, E.M.MA.(1976).

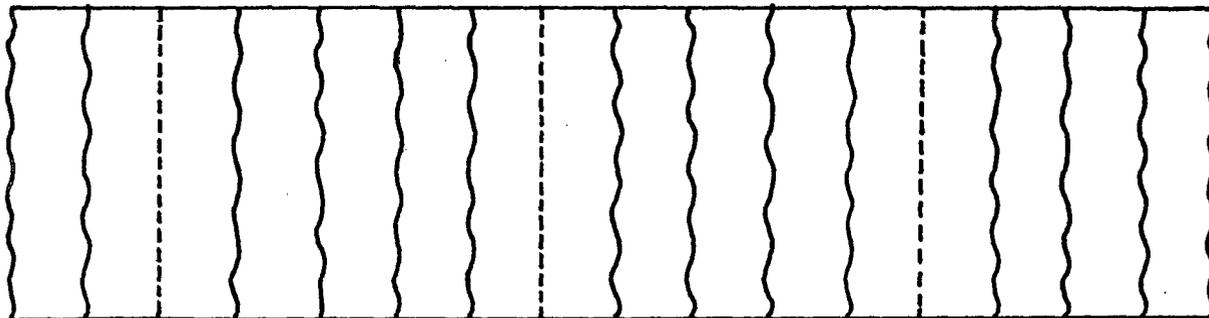
Las familias son establecidas en el campo junto con el compuesto balanceado, como lo muestra la figura 3, y durante la polinización se desespigan todas las familias dejando florear solamente al compuesto balanceado que actuara como macho se desespigan también las plantas indeseables. La aplicación del método se deriva de la modificación propuesta por Lonquist en 1964, que consiste en una selección entre y dentro familias de medios hermanos, la primera se realiza a la floración eliminando las familias que presentan caracteres indeseables, posteriormente a la cosecha se realiza una segunda selección dentro de las familias seleccionadas, las presiones de selección estarán dadas por el número de mazorcas con que se trabaje, a su vez, las mazorcas seleccionadas serán evaluadas con 2 repeticiones por localidad.

#### 2.5.2.- Efectividad

La selección familiar es ciertamente una refinación del método de selección masal, ya que inclusive la segunda se realiza dentro de las familias de medios hermanos; el método es relativamente reciente, por lo que se cuenta con poca información de su efectividad.

Webel y Lonquist (1967), aplicaron 4 ciclos de selección modificada surco x mazorca en la variedad Hays Golden, basando su selección entre familias en el comportamiento promedio

FIGURA 3. DISTRIBUCION DE FAMILIAS EN UN LOTE DE SELECCION FAMILIAL DE MEDIOS HERMANOS



~~~~~ FAMILIAS (HEMERA)  
----- COMPUESTO BALANCEADO (MACHO)

de 3 repeticiones y la selección dentro de familias en un lote de polinización cruzada aislado; el incremento resultante fue de 9.44% por ciclo en relación a la variedad original concordando con la respuesta predicha al estimar las varianzas de la población, este valor comparado con otros obtenidos en la misma variedad resultó mas alto.

Paterniani (1967), aplicó la selección modificada surco x mazorca propuesta por Lonquist a una población Brasileña obteniendo un mejoramiento en el rendimiento de 13.6% por ciclo, al mismo tiempo se prestó alguna atención a la selección de caracteres como resistencia a enfermedades, resistencia al acame y baja altura de mazorca. Los resultados indicaron que este método puede ser de valor en comparación con otros métodos de mejoramiento de poblaciones.

Romero Franco (1968), trabajando con la variedad compuesto Tuxpeño en Honduras de 100 colecciones obtuvo 4 ciclos de selección familiar de medios hermanos, los 3 primeros fueron evaluados en 1967 en Moyagua obteniéndose una ganancia en rendimiento de 31.3% al comparar el ciclo III con la variedad original, implicando un incremento de 10.3% por ciclo.

Ripol (1969), realizó 2 selecciones en el Compuesto Chalqueño 61, una selección fue encaminada hacia alto rendimiento y la otra al contraste bajo rendimiento; la diferencia obtenida entre los 2 grupos fue de 395 kg/ha de alto rendimiento con respecto a las familias no seleccionadas, valor que comparado con 287.5 kg/ha de ganancia obtenida en cada ciclo de selección familiar de medios hermanos (realizados por el CIMMYT\*

\* CIMMYT: Centro Internacional de Mejoramiento Maíz y Trigo, México.

en el mismo compuesto) corresponde a un 70% de la ganancia total, concluyéndose que esta ganancia fue obtenida debido a la selección practicada dentro de las familias de medios hermanos.

Compton y Bahadur (1977), reportan un aumento de 5.26 % por ciclo después de realizar 10 ciclos de selección familiar de medios hermanos aunque dicho aumento tiende a ser en forma curvilínea y no lineal. Sin embargo, estos investigadores comentan que las ganancias por ciclo con este método resultan - mas grandes que aquellas obtenidas con selección masal en algunos cultivares.

### 2.5.3. Respuesta teórica a la selección.

Para la aplicación del método de selección de medios hermanos Falconer (1971), los considera como individuos con un progenitor común y otro diferente, o sea la progenie de un individuo apareado al azar, por lo cual el valor genotípico medio de un grupo de medios hermanos será la mitad del valor reproductivo del progenitor común.

La covarianza en este caso es la varianza de las medias de los grupos de medios hermanos, o sea de la mitad de los valores reproductivos de los progenitores y como consecuencia - un cuarto de la varianza genética aditiva.

$$COV_{M.H.} = 1/4 V_A$$

Como esta cantidad de la varianza genética aditiva se obtiene mediante la selección entre y dentro de familias de medios hermanos, serán atribuibles diferentes fracciones de la misma a tales sucesos, según Marquez 1978, se considera que 1/8 de dicha cantidad es el efecto de la selección entre familias y 3/8 es debido a la selección dentro de familias. Y la respues-

ta teórica de la selección familiar de medios hermanos será:

$$RMH = \frac{i_1 \cdot 1/8 \sigma_{FMH}^2}{\sigma_{FMH}} + \frac{i_2 \cdot 3/8 \sigma_{wm}^2}{\sigma_{wm}}$$

en donde:

$i_1$  = La intensidad de selección aplicada entre familias de medios hermanos.

$\sigma_{FMH}^2$  = Varianza genética aditiva

$\sigma_{MH}$  = Desviación standard de familias de medios hermanos.

$i_2$  = La intensidad de selección aplicada dentro de familias de medios hermanos.

$\sigma_{wm}$  = Desviación standard de hembras dentro de machos.

## 2.6.- Selección familiar para hermanos completos

### 2.6.1.- Concepto

Este método al igual que el anterior tuvo su origen en el de surco x mazorca, ya que es una modificación del mismo, solo con la diferencia de que existe además del control de la hembra el control sobre el progenitor macho y de esa manera se logra un conocimiento completo de los padres de las familias de hermanos completos.

El establecimiento en el campo se realiza sembrando surco x mazorca de las familias que se trabajan, se efectúa una selección visual entre familias tan cerca como se pueda de la floración, después se practica selección dentro de las familias seleccionadas, escogiéndose aproximadamente 5 plantas por familia, las que se cruzaran con otras plantas seleccionadas de manera semejante en otros surcos, cada planta con un surco diferente, los cruzamientos se llevan a cabo hasta donde sea po

sible CIMMYT (1972).

Como se puede apreciar en la Figura 4 los cruzamientos son realizados planta a planta en forma manual. A la cosecha se seleccionan las mejores mazorcas y se dejan al pie de la planta de que provienen, se observa la planta que actuó como macho, si llegase a resultar susceptible a enfermedades, ya sea en la planta o en la mazorca, entonces se eliminaran ambas de la selección. Las familias seleccionadas son evaluadas el siguiente ciclo y las mas rendidoras serán sembradas con semilla remanente para el segundo ciclo de selección E. M.MA. (1976).

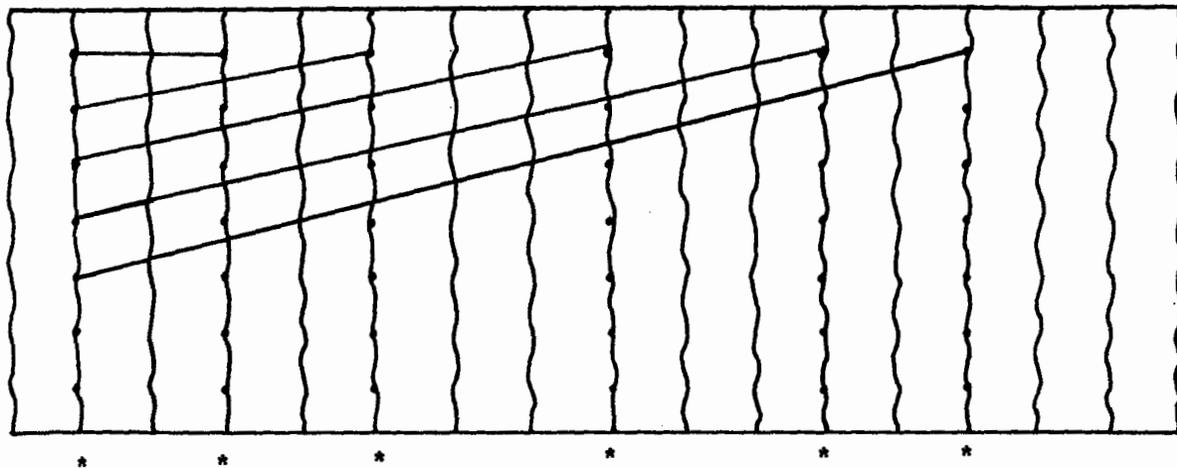
#### 2.6.2.- Efectividad

Este método ha sido utilizado principalmente por el CIMMYT como método central de selección en sus poblaciones mejoradas de maíz, teniendo las siguientes evidencias de su efectividad.

Moll y Robinson (1966), en un experimento comparativo de la efectividad del método de selección recurrente con el de selección familiar para hermanos completos, encontraron que este último resulta más importante cuando se trabaja con genotipos derivados de la misma población y cuando menos tan efectivos como la selección recurrente en la formación de híbridos entre poblaciones.

Lonquist y Williams (1967), evaluaron 102 familias de hermanos completos formadas entre 2 poblaciones, la SSS<sub>III</sub> de la Estación Experimental de Iowa y la B<sub>IV</sub> sintético formado de 25 líneas de diferente origen. La media de rendimiento de

FIGURA 4. DISTRIBUCION DE FAMILIAS EN UN LOTE DE SELECCION FAMILIAL DE HERMANOS  
COMPLETOS



\* FAMILIAS SELECCIONADAS.

las 102 familias fue comparada con la de los padres y la de los híbridos testigos. Durante la evaluación pudo observarse que hubo 23 familias de hermanos completos mas rendidoras que padres e híbridos testigos, como puede observarse en el cuadro 7 que muestra la distribución de frecuencias de los rendimientos obtenidos en el experimento.

CUADRO 7. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO DE 102 FAMILIAS DE HERMANOS COMPLETOS QUE REPRESENTAN CRUCES DE PLANTAS DE LOS SINTETICOS SSS<sup>III</sup> Y B<sup>IV</sup> MEDIAS DE 2 AÑOS (1964 y 1965) LINCON, NEBRASKA.

| Designación       | Marcas de clase (Ton/ha) |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                   | 5.0                      | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 |
| Familias de H.C.  | 1                        | 2   | 3   | 34  | 39  | 20  | 23  |
| Padres            | 1                        | 1   | —   | —   | —   | —   | —   |
| Híbridos Testigos | —                        | —   | 1   | 1   | 1   | —   | —   |

\* Tomado de Lonquist y Williams (1967).

Al comparar las medias mostradas en el Cuadro 7, se pudo observar una heterosis del orden del 31% de las familias de hermanos completos respecto a los padres y una superioridad de 6% respecto a los híbridos testigos.

Poey y colaboradores (1979), formaron híbridos usando familias de hermanos completos derivadas de cuatro poblaciones de diferente origen genético. De estas hubo 22 que resultaron significativamente superiores, presentando en promedio una ganancia en rendimiento de 31% respecto a la mejor población (formada con las mejores 10 familias), al mismo tiempo

pudo observarse una expresión de 12.39% mas rendimiento que los híbridos dobles formados por el sistema convencional; además hubo cuatro familias que superaron el rendimiento del híbrido testigo concluyéndose que este método es efectivo en el incremento del rendimiento.

### 2.6.3.- Respuesta teórica a la selección.

Respecto al método de selección de hermanos completos - Falconer (1971), dice que la covarianza de estos será igual a la varianza de las medias de familias de hermanos completos quedando como:

$$COV_{HC} = 1/2 V_A + 1/4 V_D$$

Como se puede ver este método es el único que presenta un cierto grado de la varianza de dominancia debido a que los hermanos completos al tener ambos padres en común tienen un cuarto de probabilidades de tener el mismo genotipo para cualquier locus.

Sin embargo, algunos autores como Empig (1972) no consideran de importancia esta varianza de dominancia dentro del método cuantificandose solo como:

$$COV_{HC} = 1/2 V_A$$

Según Marquez en este método, la varianza genética aditiva se descompone en 2 fracciones una debida a la selección entre familias de hermanos completos (1/2) y la otra causada por la selección dentro de familias de hermanos completos (1/2).

Quedando la respuesta teórica de la selección de hermanos completos como sigue:

$$RHC = \frac{i_1 \cdot 1/2 \cdot \sigma^2_A}{\sigma_{fHC}} + \frac{i_2 \cdot 1/2 \cdot \sigma^2_A}{\sigma_{wh}}$$

en donde:

- $i_1$  = La intensidad de selección aplicada entre familias de hermanos completos.
- $\sigma^2_A$  = Varianza genética aditiva.
- $\sigma_{HC}$  = Desviación standard de familias de hermanos completos.
- $i_2$  = La intensidad de selección aplicada dentro de familias de hermanos completos.
- $\sigma_{wh}$  = La desviación standard dentro de hembras.

### 3.- HIPOTESIS

La hipótesis de trabajo para la realización de este estudio se explica a continuación.

"La selección familiar para hermanos completos presenta una mayor respuesta a la selección que la de medios hermanos o de selección masal. A su vez la selección familiar de medios hermanos resulta mas eficaz en su respuesta que la selección masal de tal forma que de los 3 métodos en estudio el de selección masal es el menos eficaz".

Esta hipótesis de trabajo está basada en el análisis de ventajas de cada método. Así tenemos que el de selección familiar de hermanos completos. Permite un "control mas amplio de ambos progenitores y un mejor conocimiento de las mazorcas seleccionadas, mediante las pruebas de progenie mientras que el de selección familiar de medios hermanos solo ofrece esto último y el de selección masal resulta el menos seguro pues en este no se efectuan ninguna de las dos cosas.

#### 4. OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son:

- 4.1. Comparar teóricamente los sistemas de selección de hermanos completos y de medios hermanos con el método de selección masal moderna, tomando como base sus respuestas a la selección.
- 4.2. Discutir, los resultados de la aplicación de un - primer ciclo de selección de cada uno de los tipos de selección utilizados en este trabajo.

## 5.- MATERIALES Y METODOS

### 5.1.- Descripción del ambiente de selección

Los ciclos de que constó este trabajo se desarrollaron en 2 ambientes diferentes los cuales son descritos a continuación.

La iniciación del presente trabajo se efectuó en el Campo Experimental "Los Belenes" de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara que se encuentra ubicado en Zapopan, Jal. que se localiza a los  $20^{\circ}43'$  de latitud norte y a los  $103^{\circ}23'$  de longitud oeste; el clima se clasifica como de sabana subhúmedo con oscilación térmica extremosa y con una temperatura media anual de  $22.9^{\circ}\text{C}$  y con una precipitación pluvial media anual de 885.6 mm y una altura de 1598 msnm. García (1973).

Aunque los ambientes de selección fueron únicamente 2 cabe mencionar que en la región de La Huerta, Jal. se utilizaron 2 campos experimentales el de la Escuela de Agricultura de la U. de G. y el del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), perteneciente al Centro de Investigaciones Agrícolas del Pacífico Centro (CIAPAC); como a los Campos Experimentales antes mencionados no los separan más de 2 kms y como las técnicas de cultivo son las mismas, la descripción, que a continuación se hace del hábitat es válida para ambos campos.

La Huerta, Jal. se encuentra localizada a los  $19^{\circ}28'$  de latitud norte y a los  $104^{\circ}38'$  de longitud oeste, con una altitud sobre el nivel del mar de 500 mts; el clima se clasifica como cálido semi-húmedo sin cambio térmico invernal, con una temperatura media anual de  $25.2^{\circ}\text{C}$ , y una precipitación pluvial media anual de 1,105.5 mm I.N.I.A. (1971).

La metodología de cultivo que se utilizó prácticamente - fue la misma para ambos ambientes y se describe a continuación.

La distancia entre surcos utilizada fue de 0.85 m y una - distancia entre plantas de 0.25 m para una densidad de 45,000 plantas/ha. En la fertilización se usó la fórmula 160-40-00, fraccionada: la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y la otra mitad del nitrógeno aplicada durante la segunda escarda, se utilizó herbicida Gesaprim combi al momento de la siembra y se hizo otra aplicación posterior a la segunda escarda respecto a las plagas para las del suelo se aplicó Volatón al 2.5% P. 30 kg/ha en banda, para las del follaje únicamente se presentó gusano cogollero, (Spodoptera frugiperda, J. Smith) utilizándose Dipterex al 2.5% P. 30 kg/ha.

#### 5.2.- Descripción del material genético.

El material utilizado fue la variedad (Ver. 181 x Ant. - Gpo. 2) Ven 1 ( $O_2/O_2$ ), variedad de maíz amarillo semicristalino de madurez y altura intermedia proporcionada por el CIMMYT en 1972; esta población es una generación avanzada de una cruceza intervarietal, compuesta de los 3 materiales siguientes:

El Veracruz 181 es un material de origen tropical colectado en Tihatlán, Veracruz.

El Ant. Gpo. 2 (Antigua grupo-2), compuesto tropical de germoplasma del Caribe formado por seis variedades colectadas en la isla de Antigua de Las Antillas Menores.

El Ven-1 (Venezuela 1) variedad mejorada tipo Flint, formada en Venezuela.

La cruceza intervarietal fue realizada por el CIMMYT empezando por cruzar las variedades Ver.181 y Ant.Gpo. 2 para for

mar la cruz a Ver. 181 x Ant. Gpo. 2 en versión Opaco-2 que fue complementada por la cruz a de la variedad Venezuela-1 (Opaco-2) con la cruz a anterior para quedar integrada de esa manera la variedad (Ver-181 x Ant. Gpo.-2) Ven-1 Opaco-2, con segregación de genes modificadores para la textura de grano, García (1975).

En el Cuadro 18 del Apéndice se hace una caracterización de las familias utilizadas en base a su altura de planta y mazorca, rendimiento de grano, etc.

### 5.3.- Esquema de mejoramiento.

La población original (Ver 181 x Ant.Gpo.2) Ven-1 fué - proporcionada a la Escuela de Agricultura de la Universidad - de Guadalajara por el CIMMYT en 1972; primeramente fue aumentada en el ciclo de temporal en 1973 en un lote de 400 plantas establecido en el campo experimental de la misma; en Los Belenes, Zapopan, Jal. Para tal efecto se realizaron cruza s fraternales sin seleccionar, hasta la cosecha en donde se seleccionaron las mazorcas mas homogéneas las cuales se desgranaron y mezclaron para constituir de nuevo la población original.

En el ciclo otoño-invierno (73-74) establecido en la Huerta, Jalisco, en el Campo Experimental del I.N.I.A., se sembró un lote de selección masal con 5 000 plantas en 40 surcos de 40 m de largo, estratificándose a la cosecha en sublot es de 4 surcos x 4 metros resultando un total de 100. Se seleccionó un 10% de la población por rendimiento escogiéndose 5 plantas de cada sublote para hacer un total de 500 familias de medios hermanos. García (1975).

El trabajo continuó en el ciclo de verano 1975 sembrándose en los Belenes, Zapopan, Jal. las 250 familias de medios hermanos más modificadas hacia endospermo corneo  $o_2/o_2$  estableciéndose en un lote de surco x mazorca al cual se aplicó el método de hermanos completos utilizado por Jhonson en el CIMMYT (1972), aplicándose una presión de selección de 4% que arrojó 200 familias.

En el ciclo de otoño-invierno (1975-76) se sembraron las 200 familias de hermanos completos en Villa Hidalgo, Nay. en campos de agricultores, perdiéndose por falta de la segunda - escarda y un riego mal dirigido que terminó por tumbar las -- plantas del lote.

Para el ciclo de verano de 1976 en Cajititlán, Jal. en - campos del Prof. Juan Gil Preciado se recurrió a las 100 fami - lias de medios hermanos mas rendidoras de las 500 obtenidas - por García Vázquez, utilizándose semilla remanente y se reali - zó un aumento de material efectuándose fraternalmente dentro de cada familia.

En el ciclo de otoño-invierno (76-77) se establecieron 3 lotes formados con las 100 familias de medios hermanos más ren - didoras, aumentadas el ciclo anterior, más las 100 familias de hermanos completos con semilla remanente del ciclo de verano - 1975 de esta manera el primer lote (de selección masal) se for - mó con 20 semillas de cada una de las 200 familias, quedando - constituido de 4 000 plantas, el segundo lote (de selección - familiar para medios hermanos) se sembró surco x mazorca con - 20 plantas x surco, éstos dos primeros quedaron establecidos en campos de la escuela ya mencionada, mientras que un tercer

lote, idéntico al segundo, pero destinado a selección familiar para hermanos completos fue establecido en terrenos de N.K. y Cía. Como hubo fallas de riego debido a escasez de agua los primeros dos lotes no prosperaron, haciéndose necesario utilizar el tercer lote que si prospero, como lote de aumento y se tuvo que posponer la aplicación de los métodos para el ciclo siguiente.

#### 5.4. Aplicación de los métodos.

En el ciclo de verano (1977) realizado en los Belenes, - Zapopan, Jal. en el Campo Experimental de la Escuela de Agricultura (U. de G.) se realizó el segundo intento por establecer los lotes de selección; en esta ocasión la semilla utilizada fueron 150 familias seleccionadas en el lote de aumento en que fue convertido el tercero del ciclo anterior de otoño-invierno (76-77), en esta ocasión el lote de selección masal se integró con 3 000 plantas (20 de cada familia) y los lotes de selección familiar de surco x mazorca de 150 familias.

Las dimensiones del lote de selección masal fueron 26 - surcos de 30 mts de longitud; este lote quedó aislado de los demás lotes del campo experimental por fecha de siembra; para evitar los efectos de orilla, a la cosecha se eliminó 1 surco a cada lado y 1 metro en cada uno de los lados perpendiculares. El lote fue estratificado en sublotes de 4 surcos x 4 mts. lo que arrojó un total de 42 sublotes, dentro de cada uno de los cuales se seleccionaron 3 plantas con competencia completa; la selección fue hacia rendimiento en forma visual -- aunque se consideraron características como resistencia al -

acame, sanidad vegetal, altura de planta y mazorca (considerando la media del sublote). De esta selección se obtuvieron 126 mazorcas de las que se eliminaron 26 para quedarse al final - con 100 mazorcas, que corresponde a un 3.3% de presión de selección.

El lote de selección familiar para medios hermanos se formó sembrando un lote con las 150 familias intercalando un surco de una mezcla formada con 8 semillas de cada una de las familias a la que se denominó compuesto balanceado, el cual actuó como macho durante la floración cuando se desespigaron todas - las familias. Durante la floración se realizó la selección entre familias, eliminando las de características indeseables. A la cosecha se realizó la selección dentro de familias seleccionándose un total de 117 familias de medios hermanos de las cuales se escogieron 92 para ser evaluadas el siguiente ciclo, - que representa un 3.1% de presión de selección.

En cuanto al lote de selección familiar para hermanos completos, se estableció en la misma forma que el anterior pero sin intercalar compuesto balanceado ya que aquí las cruzas se obtienen planta a planta en forma manual; la selección entre familias se realizó igual que en el de medios hermanos, - posteriormente se trabajó solo con las familias seleccionadas escogiéndose 5 plantas de cada familia y cruzándose cada una con una planta de las siguientes 5 familias. A la cosecha se seleccionaron plantas siguiendo el mismo criterio que en los métodos anteriores, solo que esta vez se seleccionó tanto en la planta madre como en la planta padre, eliminándose las mazorcas que tuviera uno de sus progenitores enfermo al final -

se seleccionaron 97 familias de hermanos completos que equivalen a un 3.3% de presión de selección.

#### 5.5. Descripción del diseño experimental.

El diseño de látice se utiliza por lo regular cuando el número de variantes es elevado y la cantidad de semilla disponible es reducida, De la Loma (1966). En este caso se contó con 97 familias de hermanos completos 92 de medios hermanos 4 compuestos (Comp. bal. hermanos completos, comp. bal. medios hermanos Comp. I Selec. masal y el comp. original) y 3 testigos tropicales (T-41, B-665 y T-27). Como es de suponerse de las familias se contó con poca semilla.

Este tipo de distribución llamado látice fue propuesto principalmente por Yates; en esta distribución el número de tratamientos tiene que ser un cuadrado perfecto ( $K \times K$ ), comprendiendo igual número de hileras y columnas. De la Loma (1966); este diseño permite ajustar las medias de tratamientos por diferencias entre hileras y columnas de cada cuadro, de esta manera el diseño permite un doble control dentro de cada repetición, como el diseño permite eliminar la variación ambiental en 2 sentidos (hileras y columnas) se puede lograr una mayor eficiencia en relación con el diseño bloques al azar Cochran y Cox (1978).

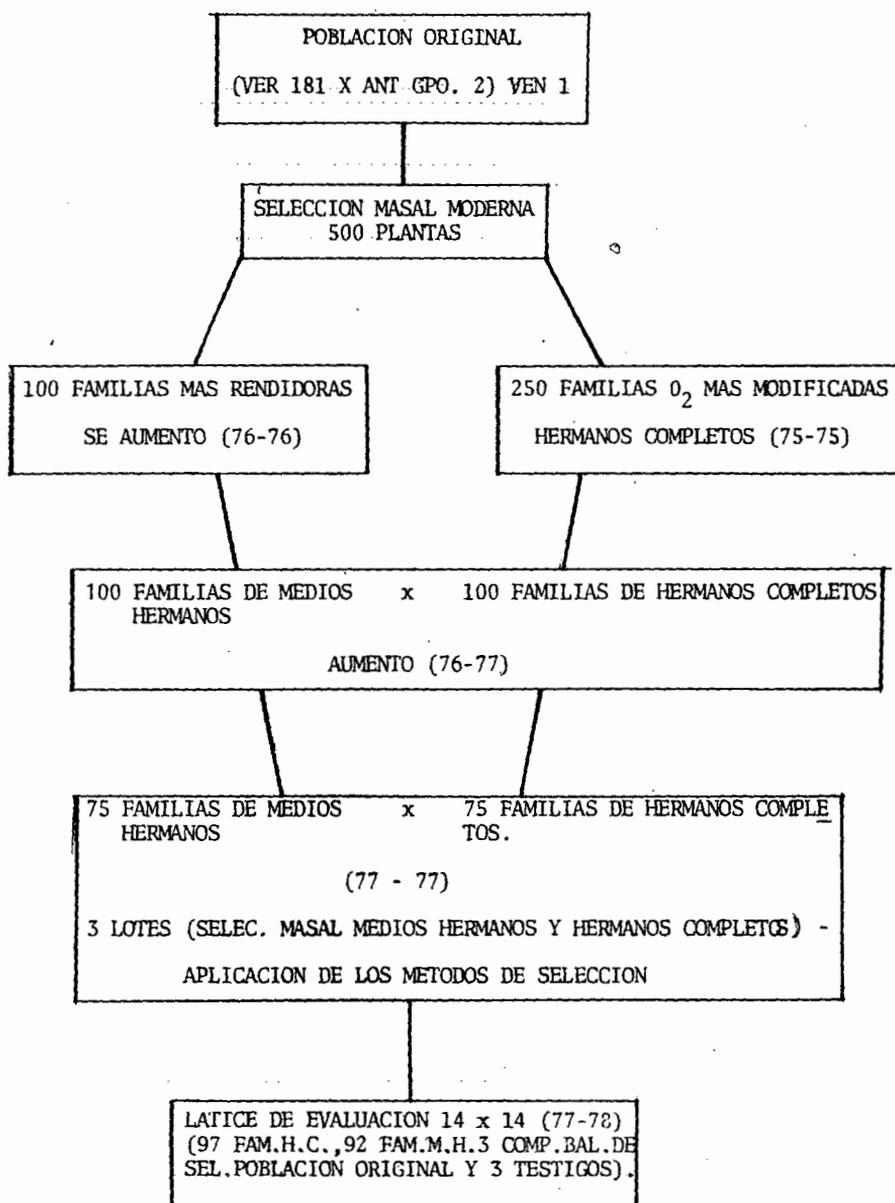
Para lograr la aleatorización del experimento dentro de cada repetición las hileras y columnas del diseño básico deben permutarse entre si según sea el grupo X ó Y; para el grupo X se hará un sorteo entre hileras y posteriormente de tratamientos dentro de cada hilera; para el grupo Y se sortean las co--

lumnas y posteriormente los tratamientos dentro de cada columna; para formar las segundas repeticiones de cada grupo se procede a repetir el mismo proceso.

En este trabajo se contó con 196 tratamientos que fueron distribuidos en un latice simple  $14 \times 14$ , sembrándose una sola repetición de cada grupo (X,Y) por tenerse poca semilla de las familias de evaluación. En las Figuras 6, 7 y 8 en el Apéndice puede apreciarse el cuadro básico y los cuadros definitivos de los grupos X y Y.

El lote de evaluación se estableció en La Huerta, Jal. en terrenos del Campo Experimental "Costa de Jalisco" del INIA, - durante el ciclo de otoño-invierno (77-78) la parcela sembrada para cada tratamiento fue un surco de 5 m con 20 plantas constituyendo al mismo tiempo la parcela útil, las condiciones generales de cultivo fueron las mismas mencionadas en la parte 5.1 de este trabajo; como se contó con riegos y todos los implementos necesarios el trabajo fue concluido sin contratiempos, excepto una falla en la germinación de la población original que fue resembrada a los 7 días.

FIGURA 5 .ESQUEMA DE MEJORAMIENTO APLICADO A LA POBLACION EN ESTUDIO



## 6.- RESULTADOS.

En un látice simple la componente "a" comprende 2 grupos de diferencias entre bloques similares de un mismo grupo (X ó Y) o sea que los bloques incompletos de la segunda repetición de un grupo son iguales a los de la primera solo que con una distribución de tratamientos dentro de bloques, diferentes. En el presente trabajo no se establecieron las segundas repeticiones de cada grupo, por contar con muy poca semilla, de esa manera al no haber comparaciones de este tipo, - no hay diferencias entre bloques incompletos iguales y no es cuantificable la componente "a" que expresa la varianza dentro de un grupo (X ó Y).

Con respecto a la componente "b", se sabe que sirve para medir la variabilidad entre bloques incompletos de distinto grupo para lo cual se utilizan 2 series de diferencias, - la primera entre las columnas del grupo X y las filas del grupo Y, la segunda entre las columnas del grupo Y y las filas del grupo X, se hace de esta manera puesto que los tratamientos incluidos en una columna del grupo X corresponden -- exactamente a los de una fila del grupo Y ocurriendo lo mismo entre cada una de las columnas del grupo Y y cada una de sus correspondientes filas del grupo X.

Si se observa cada uno de los cuadros de análisis de varianza que aquí se presentan se observará que de no existir - la componente "b" la varianza atribuida a esta sería atribui-

da a la del error experimental y el total constituiría la varianza del error experimental considerando el diseño como bloques al azar, por lo tanto la consecuencia de tener una varianza del error experimental tan alta ( $0.6735 + 0.2042 = 0.8777$ ) reduciría el valor de la  $F_c$  que resulta de dividir la varianza de tratamientos entre la varianza del error experimental, ejem.  $0.2042/0.8777 = 0.2326$  valor que no superaría a los de tablas (se han tomado para ejemplo los datos del cuadro de análisis de varianza para rendimiento).

#### 6.1.- Análisis de varianza para rendimiento.

En el cuadro de análisis de varianza para rendimiento - - (Cuadro 8) se puede observar que existe diferencia altamente significativa entre repeticiones lo cual indica que existe variabilidad en la composición de los suelos, respecto a la de los bloques incompletos existe diferencia altamente significativa que indica que ha sido eficiente la utilización de este diseño respecto al de bloques al azar, del mismo modo hay una diferencia altamente significativa entre tratamientos de tal forma que resulta interesante proseguir con la segunda parte del análisis con el fin de determinar cual o cuales tratamientos son estadísticamente superiores.

Los tratamientos que se encuentran en el Cuadro 9 son los que resultaron estadísticamente superiores al 0.05 de significancia utilizando el método de diferencia mínima significativa (D.M.S.) como se puede notar 2 de los 3 testigos comerciales - utilizados encabezan la lista; también se observa que ninguno de los 4 compuestos (original y seleccionados) evaluados apa-

CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA EVALUACION DE MATE-  
RIALES SELECCIONADOS. LA HUERTA, JAL. 1977-78.

| F.V.                | G.L. | S. C.   | C. M.   | $F_c$    | F. T.          |
|---------------------|------|---------|---------|----------|----------------|
|                     |      |         |         |          | 0.05      6.90 |
| Repeticiones        | 1    | 10.145  | 10.1457 | 49.685** |                |
| Componente B        | 26   | 17.513  |         |          |                |
| Bloques incompletos | 26   | 17.513  | 0.6735  | 3.298**  | 1.68      2.06 |
| Variedades          | 195  | 65.398  | 0.3353  | 1.642**  | 1.28      1.43 |
| Error Exp.          | 169  | 34.526  | 0.2042  |          |                |
| Total               | 391  | 127.573 |         |          |                |
| C.V. = 19.359       |      |         |         |          |                |

\*\* Significativo al 0.01

\* Significativo al 0.05

CUADRO 9. MATERIALES QUE RESULTARON ESTADISTICAMENTE SUPERIORES AL NIVEL DEL 0.05 EN PRUEBA DE D.M.S. PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO EN LA EVALUACION DE MATERIALES SELECCIONADOS. LA HUERTA, JAL. 1977-78.

| G e n e a l o g í a | Kg/ha | Flor.Masculina |
|---------------------|-------|----------------|
| T-27                | 8739  | 73.0           |
| B-665               | 7922  | 75.0           |
| 3103                | 7330  | 68.0           |
| 3065-A              | 7513  | 65.0           |
| 3149                | 7419  | 72.0           |
| 3029 x 2950         | 7381  | 73.0           |
| 3098-C              | 7143  | 70.0           |
| 2958 x 3027         | 7120  | 71.0           |
| 2968 x 3027         | 6919  | 68.0           |
| 3000 x 3027         | 6867  | 65.5           |
| 3071-C              | 6795  | 67.0           |
| 3082                | 6691  | 73.0           |
| 3085-D              | 6676  | 68.0           |
| 3060-B              | 6660  | 79.0           |

rece en este grupo, de acuerdo al análisis realizado se requiere una diferencia de 2,109 kg/ha entre los rendimientos de un tratamiento y otro para que exista una diferencia estadística al nivel del 0.05 de probabilidad entre ambos.

Con relación a la respuesta teórica a la selección en el cuadro 10 se agrupan las fórmulas de respuesta para cada uno de los métodos de mejoramiento, acompañados además del del tiempo en años que lleva la realización de un ciclo de cada uno de los métodos estudiados.

Para el método de selección de medios hermands se seleccionaron las 10 mejores familias de las 92 probadas que constituyen el 10.87%, dichas familias y sus rendimientos se muestran en el cuadro 11. Con respecto al método de hermanos completos se seleccionaron también 10 familias que representan el 10.31%, los datos de éstas se enlistan en el Cuadro 12.

En el cuadro 13 se reúnen las medias de rendimiento de la población original, del compuesto de selección masal y de las poblaciones de hermanos completos y medios hermanos así como el porcentaje sobre la población original del método de selección masal y el diferencial de selección de los sistemas de medios hermanos y hermanos completos.

#### 6.2. Análisis de Varianza para altura de planta.

La observación de los resultados en el Cuadro 14 permite notar que existe una diferencia altamente significativa para la variable en estudio, lo que indica que la variabilidad presente es lo suficientemente amplia para poder seleccionar los individuos deseables para dicho carácter.

CUADRO 10. FORMULAS DE RESPUESTA A LA SELECCION PARA TRES DIFERENTES METODOS ASI COMO TIEMPO POR CADA CICLO DE MEJORAMIENTO. MARQUEZ (1978).

| M é t o d o        | R e s p u e s t a                                                                                        | Tiempo por ciclo<br>(años) |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Selección masal    | $RSM = \frac{1}{\sigma_{SM}} \frac{1}{2} \sigma^2 A$                                                     | 0.5                        |
| Medios hermanos    | $RMH = \frac{i_1}{\sigma_{FMH}} \frac{1}{8} \sigma^2 A + \frac{i_2}{\sigma_{WM}} \frac{3}{8} \sigma^2 A$ | 1.5                        |
| Hermanos completos | $RHC = \frac{i_1}{\sigma_{FHC}} \frac{1}{2} \sigma^2 A + \frac{i_2}{\sigma_{WH}} \frac{1}{2} \sigma^2 A$ | 1.0                        |

CUADRO 11. MEDIAS DE RENDIMIENTO DE LAS DIEZ MEJORES FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS. LA HUERTA, JAL. 1977-78

| Familia                            | Rendimiento<br>Kg/ha |
|------------------------------------|----------------------|
| 3103                               | 7,530                |
| 3065-A                             | 7,513                |
| 3149                               | 7,419                |
| 3098-C                             | 7,143                |
| 3071-C                             | 6,795                |
| 3082                               | 6,691                |
| 3085-D                             | 6,676                |
| 3060-B                             | 6,660                |
| 3159-A                             | 6,579                |
| 3071-A                             | 6,579                |
| $\bar{X}$ Diferencial de selección | 6,958                |

CUADRO 12. MEDIAS DE RENDIMIENTO DE LAS DIEZ MEJORES FAMILIAS DE HERMANOS COMPLETOS. LA HUERTA, JAL. - - 1977-78.

| Familia                            | Rendimiento<br>Kg/ha |
|------------------------------------|----------------------|
| 3029 x 2950                        | 7,381                |
| 2958 x 3027                        | 7,120                |
| 2968 x 3027                        | 6,919                |
| 3000 x 3027                        | 6,867                |
| 3027 x 2987                        | 6,548                |
| 3029 x 3042                        | 6,486                |
| 2988 x 3029                        | 6,438                |
| 2904 x 2958                        | 6,438                |
| 3042 x 2976                        | 6,390                |
| 2977 x 2986                        | 6,299                |
| $\bar{X}$ Diferencial de selección | 6,689                |

CUADRO 13. MEDIAS DE RENDIMIENTO DE LA POBLACION ORIGINAL - COMPUESTO I DE SELECCION MASAL Y POBLACIONES SELECCIONADAS DE MEDIOS HERMANOS Y HERMANOS COMPLETOS.

| M a t e r i a l                                 | Rendimiento<br>(Kg/ha) | % sobre la pobla<br>ción original |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Población original                              | 4777                   | 100.00                            |
| Selección masal                                 | 5948                   | 114.05                            |
| Población seleccionada<br>de medios hermanos    | 6958                   | 145.66*                           |
| Población seleccionada<br>de hermanos completos | 6689                   | 140.03*                           |

\* Diferencial de selección.

CUADRO 14. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA, DE LA EVALUACION DE MATERIALES SELECCIONADOS. LA HUERTA, JAL. 1977-78.

|                     | F. V. | G.L.   | S.C.  | C.M.     | F <sub>c</sub> | F.   | T.   |
|---------------------|-------|--------|-------|----------|----------------|------|------|
| Repeticiones        | 1     | 3.592  | 3.592 | 10.647** | 3.94           | 0.05 | 0.01 |
| Componente B        | 26    | 2.363  |       |          |                |      |      |
| Bloques incompletos | 26    | 2.363  | 0.091 | 2.676**  | 1.68           | 2.06 |      |
| Variedades          | 195   | 10.062 | 0.052 | 1.529**  | 1.28           | 1.43 |      |
| Error Exp.          | 169   | 5.743  | 0.034 |          |                |      |      |
| Total               | 391   | 21.762 |       |          |                |      |      |

C.V. = 9.483

\*\* Significativo al 0.01

\* Significativo al 0.05

En el Cuadro 15 se presentan las diferentes alturas de planta en cm para las medias de la población original, el Compuesto I de selección masal, las familias de medios hermanos, las familias de hermanos completos y los testigos, debe señalarse que la población original tuvo mala germinación y fue resembrada por lo cual no alcanzó su desarrollo óptimo, sin embargo la comparación entre los demas materiales es correcta; se puede observar que de los 3 métodos el mas efectivo para reducir la altura de planta resultó el de hermanos completos con 1.91 cm teniendo una diferencia de 4 cm el de medios hermanos (1.95 cm) y de 8 cm con el de selección masal (1.99 cm).

### 6.3 Análisis de Varianza para Altura de Mazorca.

Del mismo modo que con la altura de plantas se observó (Cuadro 16) una diferencia significativa para la variable altura de mazorca, respecto a la altura de mazorca del Compuesto I selección masal, familias de medios hermanos, familias de hermanos completos y testigos cuyas medias se pueden apreciar en el Cuadro 17, se hace válida la misma aseveración para el carácter anterior en lo concerniente a la población original, en cuanto a las diferencias entre los 3 métodos al reducir la altura de mazorca se observa que las diferencias son mínimas siendo 1.17 cm para la selección masal, solo 1 cm mas para hermanos completos (1.18 cm) y 3 mas para el de medios hermanos.

CUADRO 15. MEDIAS DE ALTURA DE PLANTA DEL COMP. I SELECCION MASAL, FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS, FAMILIAS DE HERMANOS COMPLETOS Y TESTIGOS COMERCIALES. LA HUERTA, JAL. 1977-78.

| Genealogía                     | Altura de Planta (CMS) |
|--------------------------------|------------------------|
| Selección masal (Ciclo I)      | 1.99                   |
| Familias de medios hermanos    | 1.95                   |
| Familias de hermanos completos | 1.91                   |
| NK-T-27                        | 2.36                   |
| NK-T-41                        | 1.66                   |
| Dekalb-B-665                   | 2.27                   |

CUADRO 16. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE MAZORCA, DE LA EVALUACION DE MATERIALES SELECCIONADOS. LA HUERTA, JAL. 1977-78.

| F. V.               | G.L. | S.C.   | C.M.  | F <sub>C</sub> | F. T. |      |
|---------------------|------|--------|-------|----------------|-------|------|
|                     |      |        |       |                | 0.05  | 0.01 |
| Repeticiones        | 1    | 0.977  | 0.977 | 53.388**       | 3.94  | 6.90 |
| Componente B        | 26   | 1.149  |       |                |       |      |
| Bloques incompletos | 26   | 1.149  | 0.044 | 2.404**        | 1.68  | 2.06 |
| VARIEDADES          | 195  | 5.056  | 0.026 | 1.421*         | 1.28  | 1.43 |
| Error Exp.          | 169  | 3.088  | 0.018 |                |       |      |
| Total               | 391  | 10.272 |       |                |       |      |
| C.V. = 11.282       |      |        |       |                |       |      |

\*\* Significativo al 0.01

\* Significativo al 0.05

CUADRO 17. MEDIAS DE ALTURA DE MAZORCA DEL COMP. I SELECCION MASAL, FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS, FAMILIAS DE HERMANOS COMPLETOS Y TESTIGOS COMERCIALES. LA HUERTA, JAL. 1977-78.

| Genealogía                     | Altura de mazorca (CMS) |
|--------------------------------|-------------------------|
| Selección masal                | 1.17                    |
| Familias de medios hermanos    | 1.20                    |
| Familias de hermanos completos | 1.18                    |
| NK-T-27                        | 1.25                    |
| NK-T-41                        | 1.36                    |
| Dekalb B-665                   | 1.35                    |

## 7. DISCUSION

Con respecto a la respuesta teórica a la selección, si se compara la selección familiar mediante hermanos completos con la selección masal se puede observar en el Cuadro 10 que ambas aprovechan 1/2 del total de la varianza genética aditiva, sin embargo la desviación estandar en el método de selección masal es mas grande debido a la mayor divergencia entre los individuos seleccionados, reduciéndose con esto el cociente obtenido en su respuesta y siendo por lo tanto mas alta la respuesta para el método de hermanos completos que presenta una desviación estandar menor.

Con relación a la comparación medios hermanos - selección masal sucede algo similar pero en menor cantidad que con hermanos completos ya que la respuesta entre familias es menor en medios hermanos que en hermanos completos.

Si se compara ahora el método de hermanos completos con el de medios hermanos se observará que el método de hermanos completos tiene una eficiencia mayor demostrada así:

$$\frac{i_1 \ 1/2\sigma^2A}{\sigma_{FHC}} + \frac{i_2 \ 1/2\sigma^2A}{\sigma_{wh}}$$


---

$$\frac{i_1 \ 1/8\sigma^2A}{\sigma_{FMH}} + \frac{i_2 \ 3/8\sigma^2A}{\sigma_{wm}}$$

$$\frac{i_1 \ 1/2\sigma^2A \ \sigma_{FMH}}{i_1 \ 1/8\sigma^2A \ \sigma_{FHC}} + \frac{i_2 \ 1/2 \ \sigma^2A \ \sigma_{wm}}{i_2 \ 3/8 \ \sigma^2A \ \sigma_{wh}}$$

$$4 \frac{\sigma^2_A \sigma_{FMH}}{\sigma_{FHC}} + 4/3 \frac{\sigma^2_A \sigma_{wm}}{\sigma_{wh}}$$

En cuanto a la aplicación del primer ciclo de selección para cada uno de los métodos podemos apreciar en el Cuadro 13 que la media de rendimiento para el método de selección masal fue de 5448 kg/ha que es superior a la población original indicando con esto que el método tuvo efectividad al seleccionar rendimiento.

Las medias de rendimiento de las poblaciones seleccionadas de medios hermanos y hermanos completos fueron 6958 y 6689 kg/ha respectivamente; la diferencia que existe entre las mismas y la población original es el resultado del diferencial de selección; una vez recombinados los individuos seleccionados de cada población reducirán su capacidad rendidora, debido a efectos de la estabilización genética, sin embargo, seguramente ese rendimiento será superior al exhibido por la selección masal, lo que sugiere que los dos sistemas son mejores que el de selección masal. Respecto a la comparación entre los métodos de selección familiar para hermanos completos y medios hermanos se tendrá que esperar que sea efectuada la recombinación genética y entonces si evaluar el rendimiento de dichas recombinaciones para poder decidir cual es la respuesta real de cada uno.

En lo que concierne al factor tiempo se aprecia en el Cuadro 10 que el de selección masal es el más rápido debido a que no necesita recombinación genética pues el resultado final es un compuesto o mezcla mecánica; el método de hermanos completos ocupa un ciclo más de recombinación, sin embargo, como ya

vimos su ganancia es mayor, respecto al de medios hermanos observamos que requiere de 3 ciclos para completar uno del método, uno de selección, otro de prueba de progenie y el otro de recombinación lo que le convierte en menos eficiente desde ese punto de vista.

En lo que respecta a los materiales obtenidos como superiores en rendimiento (Cuadro 9) conviene mencionar que la familia designada como 3027 presenta una buena aptitud combinadora pues figura en tres hermanos completos considerados superiores, además si observamos sus días a floración veremos que su tendencia es a la precocidad.

De los catorce materiales que se consideraron como superiores estadísticamente, ocho fueron hermanos completos, cuatro medios hermanos y dos testigos comerciales.

Como se ha visto en la revisión de literatura varios investigadores han trabajado con cada uno de los métodos en estudio pero en forma independiente, entre los logros que han obtenido tenemos los siguientes; en lo que respecta al método de selección masal los aumentos en rendimiento con respecto a la población original por ciclo de selección han variado de alrededor de 2.7% Romero Branco (1968), Calzada Marrufo (1970), Ramírez C.M. (1971), Velasco Nuño (1972) hasta los mas altos obtenidos por González Díaz (1971) que son del orden del 17.09% por ciclo.

Para la selección familiar de medios hermanos se tiene una variación en el aumento del rendimiento por ciclo con respecto a la población original que va desde el 5.26% obtenido-

por Compton y Bahadur (1977) como promedio de 10 años, hasta los aumentos en rendimiento de alrededor del 11% obtenidos por Webel y Lonquist (1967), Paterniani (1967) y Romero Franco (1968).

En lo concerniente a la selección familiar de hermanos completos se cuenta con poca información por ser el de utilización más reciente, observándose aumentos en el rendimiento por ciclo con respecto a la población original de 31% Lonquist y Williams (1967) y Poey (1979).

Si se comparan las ganancias en rendimiento por ciclo de selección de cada método, obtenidas por otros investigadores se puede observar una notable superioridad del método de selección familiar de hermanos completos con respecto a los métodos de selección familiar de medios hermanos y selección masal; de la misma manera se observa cierta superioridad en las ganancias obtenidas con el método de selección de medios hermanos sobre las obtenidas con el método de selección masal.

De la revisión de literatura correspondiente a la calidad nutritiva del maíz Opaco-2 se desprende que este puede ser de gran utilidad en la alimentación de animales monogástricos debido a su composición proteínica en el endospermo y el balance de aminoácidos esenciales más provechoso para el tipo de animales mencionado; siendo evidente la superioridad del maíz Opaco-2 comparado con el normal.

Aunque en este trabajo se realizaron selecciones tendientes a aumentar la frecuencia de fenotipos modificados de maíz Opaco-2 no fue posible comprobar que se cuenta con una buena

calidad de proteina en dichos granos por no haber tenido los recursos necesarios para realizar los análisis de calidad de proteina correspondientes.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para los materiales seleccionados en el presente estudio, un ciclo del método y un ciclo de evaluación, son válidas las siguientes conclusiones.

- 8.1.- El método de selección familiar para hermanos completos - promete ser el más eficiente, sobre el de medios hermanos y el de selección masal estratificada, después de considerar cada uno de los factores analizados en el presente -- trabajo.
- 8.2.- En base a la comparación de la ganancia del método de selección masal y los diferenciales de selección de medios hermanos y hermanos completos, asumiendo que la reducción de estos últimos no será drástica después de la recombinación, se concluye que ambos métodos son más eficientes -- que el de selección masal.
- 8.3.- Se sugiere evaluar los productos de cada uno de los métodos con su ciclo completo terminado, en conjunto con la población original, con el fin de obtener resultados definitivos en la comparación de la efectividad de los métodos utilizados. Con un buen número de repeticiones y en 2 ó 3 años.
- 8.4.- La familia 3027 puede ser aprovechada como línea contra líneas o familias de alguna variedad compatible con (Vera cruz 181 x Ant. Gpo:2 ) Ven 1, en la formación de un híbrido interfamiliar.
- 8.5.- De la discusión de los resultados obtenidos por otros investigadores con los métodos en estudio en forma indepen -

diente se concluye una clara superioridad del método de selección familiar de hermanos completos sobre el de selección familiar de medios hermanos y de selección masal estratificada. A su vez el método de selección familiar de medios hermanos resulta más efectivo que el de selección masal para el aumento de rendimiento.

- 8.6.- El maíz con el gen opaco-2 ( $O_2$ ) de fenotipo modificado constituye una perspectiva para mejorar la calidad biológica del grano de maíz sin disminuir significativamente su rendimiento.

## 9. RESUMEN

Es necesario conocer mas acerca de los factores que condicionan la respuesta a la selección de los métodos de mejoramiento para su mejor aprovechamiento, por esa razón se hace la comparación en este trabajo de 3 métodos de mejoramiento selección masal estratificada, selección familiar de medios hermanos y selección familiar de hermanos completos, los cuales fueron aplicados en la misma población (Veracruz 181 x Ant. Gpo. 2) Ven-1 en su versión Opaco-2 modificado.

Se presentó la comparación teórica de varios autores en la que resultan ser mas eficientes los métodos de selección familiar de medios hermanos y hermanos completos sobre el de selección masal y a su vez el de hermanos completos sobre el de medios hermanos.

De la aplicación práctica de los métodos se comparan las medias de rendimiento de los diferenciales de selección de hermanos completos y medios hermanos, 140.03 y 145.66% respectivamente con la ganancia de 114.5% del método de selección masal tomando como 100% el rendimiento del compuesto original. Se asume que después de recombinarse las familias seleccionadas de cada método la reducción por estabilización genética no dejará a ambos en desventaja con selección masal, por lo que se concluye que ambos métodos son mas efectivos que este último. Se considera necesario hacer una nueva evaluación cuando se cuente con la recombinación genética de los grupos de familias seleccionadas para hermanos completos y medios hermanos pudiéndose entonces determinar en forma práctica cual es el mejor en

tre estos, métodos.

Se hace una revisión bibliográfica de las ventajas del maíz con el gen Opaco-2 ( $O_2$ ) comparado con el normal, concluyéndose una clara superioridad alimenticia del primero sobre el segundo.

- ALLARD, R.W. 1967 Principios de la mejora genética de las plantas, ediciones Omega S.A. Barcelona, España.
- ANGELES A.H.H., 1961, Comentarios sobre la selección masal en el pasado y sus posibilidades en los programas actuales de mejoramiento PCCMCA 7o. Reunión Tegucigalpa, Honduras.
- BETANCOURT V.A. MOLINA, G.J. y ANGELES A.H.H. 1974. Comparación del potencial genético entre variedades de maíz no seleccionadas y mejoradas por selección masal como fuentes de líneas de alta aptitud combinatoria general.
- BRAUER H. OSCAR, 1969, Fitogenética aplicada editorial Limusa, México.
- BRESSANI, R.J., ALVARADO y F. VITERI, 1969, Evaluación en niños de la calidad de la proteína del maíz Opaco-2. Archivos Latinoamericanos de nutrición Vol. 19: 129-140.
- CALZADA M.J.J. 1970. Selección masal moderna para rendimiento en la variedad mejorada de maíz Celaya II Tesis Profesional, E.N.A. Chapingo, Mex.
- CIMMYT, 1972, Informe Anual del, El Batán, México.
- COCHRAN W., COX G., 1978. Diseños experimentales, Edit. Trillas México.
- COMPTON W.A., BAHADUR K. 1977. Ten cycles of progress from modified ear to row selection in corn.
- DE LA LOMA, J.L. 1966, Experimentación Agrícola, Edit. Uteha, México.
- E.M.MA. 1976, Programa de mejoramiento de maíz, Escuela de Agricultura Universidad de Guadalajara (1969-1976). No publicado.
- EMPIG L.T., GARDNER, C.O., COMPTON W.A. 1972. Theoretical gains for different population improvement procedures, University of Nebraska College of Agriculture.
- FALCONER D.S. 1971 Introducción a la Genética Cuantitativa, C.E.C.S.A. México.

- GARCIA C.J. 1976. Comparación de dos criterios de selección aplicados por selección masal a dos poblaciones de maíz. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- GARCIA ENRIQUETA, 1973, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, Instituto de Geografía, UNAM, Méx.
- GARCIA VAZQUEZ M.A., 1975, Mejoramiento jerarquizado en el rendimiento y valores de proteína en una población de maíz Opaco-2. Tesis Prof. Esc. de Agric. Univ. de Guadalajara.
- GONZALEZ D.L. 1971, Selección masal moderna en un compuesto de maíz de temporal Tesis profesional, E.N.A. Chapingo, Méx.
- INIA,SAG. 1971. Guía para la asistencia técnica agrícola del Campo Experimental Costa de Jalisco, CIAB.
- LONQUIST J.H. 1961 El mejoramiento de las poblaciones de maíz, CIMMYT Library El Batán, Méx.
- LONQUIST J.H. 1964. A modification of the ear to row procedures for the improvement of maize population Crop Science 4:227-228.
- LONQUIST J.H., EILLIAMS N.E. 1967, Development of maize hybrids through selection among full-sib families, crop science 7:369-370
- MARQUEZ S.F. 1978. Apuntes de Genotecnia II, Apuntes Colegio de Postgraduados Chapingo, Méx.
- MARTINEZ, R.L. y S. SHIMADA, 1971, Valor alimenticio de una variedad Mexicana de maíz Opaco-2 para cerdos en crecimiento. Técnica Pecuaria en México.
- MENDEZ R.I. 1970. Refinamiento al método de selección masal moderna agrociencia 6-87-91.
- MERTZ E.T., L.S. BATES and O.E. NELSON, 1964, Mutant gene that changes protein composition an increases Lysine content of maize endosperm Science 145:279-280.

- MOLL R.H., ROBINSON H. F. 1966, observed and expected response in four experiments in maize, crop science, 6:319-323.
- NELSON O.E., 1969, The modification by mutation of protein - - quality in Maize. New approaches to breeding for improved atomic energy agency Viena 41-45.
- PAEZ A.V., J.L. Helm and M.S. Zuber 1969, Lysine Content of Opaque-2 Maize Kernels Having different phenotypes Crop Science Vol. 9:251-252.
- PATERNIANI E. 1967. Selection among and within half-sib - - families in a Brazilian population of maize, crop science 7:212-215.
- POEY F.R. y E. VILLEGAS, 1970, Variaciones en el fenotipo de Maíz Opaco-2 Resumen VIII Reunión Latino-Americana de Fitotecnia Colombia 1970.
- POEY F.R., 1972, Descripción comparativa de los efectos en el grano de maíz de los genes Opaco-2 ( $O_2$ ) y harinoso-2 ( $FI_2$ ) Colegio de Postgraduados, Chapíngo, Méx.
- POEY F.R. y E. VILLEGAS, 1973, Herencia del fenotipo corneo en maíces Opaco-2 y su efecto en el contenido de proteína y triptofano del endospermo. V. Reunión de Maíces ros de la Zona Andina Cochabamba, Bolivia.
- POEY F.R., 1975, El maíz opaco problemas y soluciones. No publicado.
- POEY F.R., VELAZQUEZ R.R., CORDOVA O.H.S. 1979. Eficiencia relativa de la formación de híbridos de maíz en familias de hermanos completos de diferente origen genético - XXV reunión del PCCMCA, Tegucigalpa Honduras.
- RAMIREZ C.M. 1971 La varianza fenotípica en siete ciclos de selección de la variedad de maíz Mex. 208 con dos densidades de siembra y dos niveles de fertilización, Tesis Profesional E.N.A. Chapíngo, Méx.
- RAMIREZ V.S., 1977, Selección masal moderna en variedades de - maíz perla amarillo y perla blanco en cuatro localidades de la sierra de Chihuahua Tesis M.C. Colegio - de Postgraduados. Chapíngo, Méx.

- RENDON P. E. 1974, Efecto de la selección masal para peso de mazorca sobre caracteres de terminantes del rendimiento de grano en maíz. Tesis de maestro en ciencias C.P. Chapingo, Méx.
- RIPOL C.A.M. 1969, Efecto de la selección dentro de familias de medios hermanos en el método modificado mazorca x surco. Tesis profesional, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- ROMERO F.J. y LOPEZ H.I. 1968. Mejoramiento de Honduras compuesto precoz mediante selección masal. Servicio Cooperativo de desarrollo. Servicio Cooperativo de Desarrollo Rural, Secretaría de Recursos Naturales, Tegucigalpa, D.C. Honduras.
- ROMERO F.J. 1968. Selección mazorca por hilera en maíz Honduras, C.A. servicio cooperativo de desarrollo rural, Secretaría de Recursos Naturales, Tegucigalpa Honduras D.C.
- SPRAGUE GEORGE F, 1955, Traducción al capítulo V de "Corn and Corn Improvement" por Angel Salazar B y Alfredo Carballo Q. corregido por Hermilo Angeles publicado por El P.C.C.M.C.A., México 1960.
- VASAL S.K., 1977, El uso de modificadores genéticos para obtener granos de tipo normal con el gene Opaco-2. Aparecido en "Maíz de Alta Calidad de Proteína" CIMMYT, Purdue, Edit. Limusa, México.
- VELASCO N.R. 1972. Dos ciclos de selección masal para la región de Zapopan en el Compuesto II Celaya. Tesis Profesional Esc. de Agricultura U. de G.
- WEBEL O.D. y LONQUIST J.H. 1967. An evaluation of modified ear to row selection in a population of corn crop science 7:651-655.

FIGURA 6. CUADRO BASICO PARA REALIZAR LA ALEATORIZACION DE DISEÑO LATICE SIMPLE  
14 x 14

|    | N   | Ñ   | O   | P   | Q   | R   | S   | T   | U   | V   | W   | X   | Y   | Z   |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| B  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  |
| C  | 29  | 30  | 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  |
| D  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  |
| E  | 57  | 58  | 59  | 60  | 61  | 62  | 63  | 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  |
| F  | 71  | 72  | 73  | 74  | 75  | 76  | 77  | 78  | 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  |
| G  | 85  | 86  | 87  | 88  | 89  | 90  | 91  | 92  | 93  | 94  | 95  | 96  | 97  | 98  |
| H  | 99  | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 |
| I  | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 |
| J  | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 |
| K  | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 |
| L  | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 |
| LL | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 |
| M  | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 |

FIGURA 7. DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS DESPUES DE EFECTUADA LA ALEATORIZACION DE LOS MISMOS EN EL GRUPO X

---

G R U P O X

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| B  | 16  | 17  | 28  | 18  | 20  | 19  | 21  | 15  | 22  | 24  | 25  | 27  | 23  | 26  |
| I  | 121 | 115 | 120 | 123 | 117 | 114 | 118 | 119 | 125 | 122 | 116 | 113 | 126 | 124 |
| G  | 90  | 98  | 94  | 86  | 92  | 93  | 89  | 95  | 96  | 88  | 87  | 91  | 85  | 97  |
| E  | 66  | 68  | 61  | 64  | 62  | 59  | 60  | 67  | 58  | 65  | 57  | 63  | 70  | 69  |
| C  | 32  | 37  | 41  | 36  | 42  | 34  | 38  | 31  | 29  | 30  | 35  | 33  | 40  | 39  |
| LL | 172 | 179 | 182 | 177 | 176 | 178 | 170 | 175 | 181 | 180 | 171 | 169 | 174 | 173 |
| D  | 51  | 49  | 46  | 44  | 45  | 48  | 54  | 55  | 43  | 50  | 56  | 53  | 52  | 47  |
| J  | 129 | 135 | 134 | 130 | 131 | 127 | 128 | 140 | 139 | 133 | 138 | 137 | 136 | 132 |
| L  | 158 | 161 | 159 | 165 | 155 | 156 | 168 | 166 | 164 | 160 | 167 | 163 | 157 | 162 |
| H  | 102 | 104 | 108 | 105 | 101 | 112 | 99  | 106 | 103 | 107 | 100 | 111 | 109 | 110 |
| M  | 189 | 186 | 185 | 194 | 192 | 187 | 188 | 196 | 184 | 195 | 193 | 191 | 183 | 190 |
| K  | 143 | 146 | 144 | 151 | 142 | 147 | 148 | 149 | 150 | 152 | 154 | 145 | 153 | 141 |
| A  | 4   | 8   | 3   | 7   | 9   | 12  | 10  | 1   | 6   | 13  | 2   | 5   | 11  | 14  |
| F  | 171 | 173 | 176 | 175 | 180 | 79  | 81  | 72  | 84  | 82  | 74  | 77  | 78  | 83  |

---

FIGURA 8. DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS DESPUES DE EFECTUADA LA ALEATORIZACION DE LOS MISMOS EN EL GRUPO Y.

---

|   | GRUPO Y |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Q | 173     | 75  | 47  | 5   | 61  | 131 | 187 | 89  | 103 | 159 | 33  | 19  | 145 | 117 |
| N | 113     | 71  | 127 | 99  | 57  | 141 | 29  | 15  | 1   | 183 | 43  | 155 | 169 | 85  |
| V | 10      | 150 | 192 | 178 | 80  | 24  | 66  | 38  | 136 | 94  | 52  | 122 | 164 | 108 |
| Z | 14      | 56  | 154 | 42  | 84  | 28  | 196 | 98  | 182 | 126 | 140 | 112 | 70  | 168 |
| R | 62      | 174 | 160 | 188 | 132 | 90  | 76  | 20  | 104 | 118 | 34  | 6   | 146 | 48  |
| R | 30      | 128 | 86  | 16  | 2   | 142 | 184 | 100 | 114 | 44  | 156 | 58  | 72  | 170 |
| U | 65      | 37  | 51  | 121 | 191 | 177 | 107 | 163 | 79  | 9   | 93  | 23  | 135 | 149 |
| Y | 97      | 83  | 13  | 111 | 125 | 139 | 27  | 69  | 181 | 195 | 41  | 167 | 153 | 55  |
| O | 45      | 185 | 129 | 101 | 31  | 73  | 87  | 115 | 157 | 171 | 17  | 3   | 143 | 59  |
| W | 67      | 81  | 123 | 25  | 151 | 137 | 11  | 165 | 193 | 53  | 95  | 39  | 109 | 179 |
| S | 77      | 147 | 161 | 175 | 91  | 49  | 35  | 105 | 7   | 119 | 21  | 189 | 133 | 63  |
| P | 60      | 102 | 186 | 88  | 116 | 74  | 144 | 4   | 172 | 32  | 130 | 46  | 18  | 158 |
| X | 124     | 152 | 96  | 180 | 82  | 138 | 110 | 166 | 194 | 26  | 68  | 12  | 40  | 54  |
| T | 50      | 64  | 148 | 106 | 176 | 120 | 8   | 162 | 36  | 22  | 92  | 190 | 134 | 78  |

---

CUADRO 18. MEDIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO Y ALGUNAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS MATERIALES EVALUADOS EN LA HUERTA, JAL. 1977-78.

| Genealogía  | Trat. | Kg/ha | Altura<br>Planta | Altura<br>Mz. | Días a Flor.<br>Masculina | Días a Flor.<br>Femenina |
|-------------|-------|-------|------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| T-27        | 195   | 8739  | 2.36             | 1.25          | 73                        | 80                       |
| B-665       | 191   | 7922  | 2.27             | 1.35          | 75                        | 75                       |
| 3103        | 24    | 7530  | 2.00             | 1.20          | 68                        | 71                       |
| 3065-A      | 11    | 7513  | 2.04             | 1.29          | 65                        | 79                       |
| 3149        | 5     | 7419  | 1.93             | 1.23          | 72                        | 75                       |
| 3029 x 2950 | 129   | 7381  | 1.78             | 1.09          | 73                        | 76                       |
| 3098-C      | 67    | 7143  | 2.11             | 1.31          | 70                        | 81                       |
| 2958 x 3027 | 145   | 7120  | 2.07             | 1.21          | 71                        | 73                       |
| 2968 x 3027 | 147   | 6919  | 2.04             | 1.22          | 68                        | 72                       |
| 3000 x 3027 | 151   | 6867  | 1.96             | 1.24          | 65.5                      | 75                       |
| 3071-C      | 70    | 6795  | 1.77             | 1.11          | 67                        | 71                       |
| 3082        | 76    | 6691  | 1.98             | 1.31          | 73                        | 76                       |
| 3085-D      | 63    | 6676  | 2.01             | 1.23          | 68                        | 80                       |
| 3060-B      | 31    | 6660  | 1.96             | 1.12          | 79                        | 82                       |
| 3159-A      | 69    | 6579  | 2.00             | 1.18          | 71                        | 80                       |
| 3027 x 2987 | 106   | 6548  | 2.07             | 1.20          | 70                        | 73                       |
| 3096        | 60    | 6544  | 1.83             | 1.23          | 74                        | 82                       |
| 3087-B      | 23    | 6491  | 1.95             | 1.31          | 72                        | 80                       |
| 3029 x 3042 | 146   | 6486  | 1.98             | 1.40          | 68.5                      | 77                       |

| G e n e a l o g í a | Trat. | Kg/ha. | Altura<br>Planta | Altura<br>Mz. | Días a Flor.<br>Masculina | Días a Flor.<br>Femenina |
|---------------------|-------|--------|------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 3063                | 57    | 6485   | 2.17             | 1.38          | 68                        | 73                       |
| 2988 x 3029         | 176   | 6438   | 1.96             | 1.23          | 74                        | 84                       |
| 2904 x 2958         | 158   | 6438   | 1.93             | 1.09          | 70                        | 74                       |
| 3042 x 2976         | 174   | 6390   | 2.01             | 1.10          | 75                        | 81                       |
| 3194-D              | 68    | 6319   | 2.02             | 1.14          | 71                        | 80                       |
| 3087-A              | 88    | 6313   | 1.95             | 1.23          | 70                        | 80                       |
| 2977 x 2986         | 159   | 6299   | 2.06             | 1.31          | 70                        | 73                       |
| 3110 x 3020         | 157   | 6298   | 1.94             | 1.22          | 64                        | 73                       |
| 2998 x 3020         | 128   | 6266   | 1.94             | 1.19          | 73                        | 78                       |
| 3075-D              | 27    | 6555   | 2.01             | 1.35          | 72                        | 80                       |
| 3052-A              | 9     | 6228   | 1.97             | 1.16          | 71                        | 76                       |
| 2911 x 2964         | 143   | 6220   | 2.16             | 1.39          | 67                        | 78                       |
| 2904 x 2963         | 142   | 6171   | 1.94             | 1.24          | 69                        | 75                       |
| 3085 -C             | 59    | 6165   | 2.20             | 1.42          | 74                        | 82                       |
| 2911 x 2953         | 184   | 6153   | 1.88             | 1.06          | 71                        | 79                       |
| 2953 x 2958         | 186   | 6134   | 1.82             | 1.06          | 68.5                      | 73                       |
| 3021 x 2955         | 166   | 6126   | 1.96             | 1.66          | 69                        | 71                       |
| 2911 x 2938         | 163   | 6124   | 1.72             | 1.63          | 65.5                      | 70.5                     |
| 2924 x 2992         | 161   | 6120   | 1.94             | 1.14          | 67                        | 69                       |
| 3161                | 28    | 6104   | 2.00             | 1.28          | 70                        | 80                       |
| 3094-B              | 13    | 6093   | 2.04             | 1.18          | 72                        | 74                       |
| 2903 x 2911         | 152   | 6065   | 2.02             | 1.14          | 68                        | 71                       |

| Genealogía  | Trat. | Kg/ha | Altura<br>Planta | Altura<br>Mz. | Días a Flor.<br>Masculina | Días a Flor.<br>Femenina |
|-------------|-------|-------|------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 3104-B      | 58    | 6057  | 2.01             | 1.25          | 71                        | 80                       |
| 3044 x 3041 | 138   | 6056  | 2.18             | 1.27          | 75                        | 82                       |
| 2905 x 2953 | 149   | 6031  | 1.88             | 1.22          | 70                        | 78                       |
| 2958 x 2968 | 130   | 6030  | 1.96             | 1.05          | 73                        | 77                       |
| 13-41       | 196   | 6014  | 1.66             | 1.36          | 71                        | 79                       |
| 3061        | 41    | 6003  | 1.99             | 1.12          | 73                        | 81                       |
| 3066        | 55    | 6000  | 1.76             | 1.10          | 71                        | 77                       |
| 3157-A      | 18    | 5992  | 1.94             | 1.05          | 69                        | 81                       |
| 3083        | 71    | 5979  | 1.12             | 1.24          | 71                        | 75                       |
| 3062        | 47    | 5938  | 2.02             | 1.18          | 73                        | 80                       |
| 2999 x 2902 | 118   | 5936  | 1.74             | 1.04          | 75                        | 82                       |
| 2998 x 3010 | 98    | 5935  | 1.92             | 1.11          | 79                        | 80                       |
| 3106        | 61    | 5913  | 2.07             | 1.16          | 70                        | 81                       |
| 3078-B      | 82    | 5899  | 2.08             | 1.21          | 69                        | 73                       |
| 2969 x 3036 | 124   | 5896  | 1.51             | 1.02          | 74                        | 81                       |
| 3001 x 3012 | 123   | 5893  | 2.10             | 1.32          | 73                        | 82                       |
| 2953 x 3000 | 175   | 5882  | 1.99             | 1.24          | 75                        | 82                       |
| 3153        | 56    | 5857  | 1.97             | 1.20          | 74                        | 78                       |
| 3105-B      | 80    | 5828  | 2.08             | 1.33          | 75                        | 77                       |
| 2986 x 3042 | 150   | 5828  | 2.13             | 1.35          | 68                        | 76                       |
| 3065-A      | 8     | 5821  | 2.13             | 1.31          | 70                        | 73                       |
| 3121        | 6     | 5810  | 2.00             | 1.15          | 71                        | 74                       |

| Genealogía  | Trat. | Kg/ha | Altura<br>Planta | Altura<br>Mz. | Días a Flor.<br>Masculina | Días a Flor.<br>Femenina |
|-------------|-------|-------|------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 3095        | 83    | 5799  | 1.87             | 1.20          | 71                        | 74                       |
| 3010 x 3020 | 109   | 5791  | 1.93             | 1.19          | 69                        | 75                       |
| 2964 x 2968 | 170   | 5790  | 1.93             | 1.15          | 74                        | 79                       |
| 2976 x 2986 | 107   | 5787  | 1.77             | 1.21          | 75                        | 82                       |
| 2985 x 3011 | 164   | 5784  | 1.72             | 0.94          | 69                        | 70                       |
| 3052-B      | 44    | 5781  | 2.00             | 1.10          | 74                        | 82                       |
| 3071-B      | 74    | 5780  | 1.91             | 1.02          | 72                        | 76                       |
| 3085-A      | 85    | 5774  | 1.91             | 1.09          | 74                        | 81                       |
| 2901 x 2987 | 97    | 5769  | 1.83             | 1.12          | 70                        | 80                       |
| 3194-E      | 65    | 5764  | 1.90             | 1.12          | 65                        | 73                       |
| 3068-A      | 46    | 5748  | 1.88             | 1.17          | 69                        | 72                       |
| 2963 x 2978 | 155   | 5745  | 1.76             | 1.23          | 75                        | 78                       |
| 3130        | 52    | 5734  | 2.07             | 1.29          | 75                        | 79                       |
| 2936 x 2903 | 99    | 5719  | 2.02             | 1.23          | 69                        | 74                       |
| 3073        | 33    | 5709  | 1.99             | 1.20          | 76                        | 82                       |
| 3190        | 91    | 5702  | 1.91             | 1.19          | 68                        | 80                       |
| 2999 x 3042 | 125   | 5696  | 1.78             | 1.11          | 76                        | 77                       |
| 3093-A      | 19    | 5692  | 2.00             | 1.30          | 77                        | 80                       |
| 2998 x 3004 | 171   | 5651  | 2.16             | 1.27          | 71                        | 76                       |
| 2961 x 2985 | 127   | 5949  | 1.93             | 1.22          | 76                        | 80                       |
| 3038 x 2985 | 165   | 5648  | 1.95             | 1.11          | 69                        | 69                       |
| 3071-D      | 93    | 5647  | 1.85             | 1.17          | 75                        | 81                       |

| Genealogía           | Trat. | Kg/ha | Altura<br>Planta | Altura<br>Mz... | Días a Flor.<br>Masculina | Días a Flor.<br>Femenina |
|----------------------|-------|-------|------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|
| 3159-B               | 10    | 5621  | 2.01             | 1.25            | 69                        | 75                       |
| 2996 x 3017          | 178   | 5617  | 2.06             | 1.37            | 74                        | 77                       |
| 3085-C               | 64    | 5608  | 2.09             | 1.27            | 75                        | 82                       |
| 3194-C               | 36    | 5567  | 2.00             | 1.24            | 77                        | 82                       |
| 3141-A               | 3     | 5560  | 2.21             | 1.35            | 69                        | 72                       |
| 3109-D               | 14    | 5550  | 2.04             | 1.23            | 70                        | 77                       |
| 3002 x 3049          | 182   | 5548  | 1.81             | 1.33            | 75                        | 82                       |
| 2968 x 2988          | 180   | 5535  | 1.83             | 1.02            | 69                        | 72                       |
| 3098-B               | 42    | 5530  | 2.00             | 1.36            | 79                        | 82                       |
| 3098-A               | 87    | 5512  | 2.01             | 1.19            | 78                        | 81                       |
| 3105-A               | 94    | 5503  | 1.95             | 1.25            | 70                        | 80                       |
| 3029 x 2050          | 160   | 5497  | 2.08             | 1.31            | 74                        | 76                       |
| 2950 x 2989          | 122   | 5450  | 1.94             | 1.19            | 77                        | 82                       |
| Comp. I Selec. Masal | 194   | 5448  | 1.99             | 1.17            | 68                        | 75                       |
| 3044 x 2936          | 137   | 5443  | 2.17             | 1.39            | 79                        | 82                       |
| 2967 x 3000          | 139   | 5443  | 1.78             | 1.22            | 73                        | 81                       |
| 2955 x 2985          | 116   | 5432  | 2.02             | 1.26            | 77                        | 82                       |
| 2986 x 2989          | 167   | 5432  | 2.05             | 1.18            | 70                        | 74                       |
| 2989 x 2994          | 135   | 5424  | 1.99             | 1.25            | 72                        | 77                       |
| 2963 x 2978          | 156   | 5396  | 1.83             | 1.14            | 70                        | 74                       |
| 3040-A               | 48    | 5393  | 2.01             | 1.10            | 73                        | 77                       |
| 3194-B               | 16    | 5361  | 1.99             | 1.16            | 71                        | 80                       |

| Genealogía  | Trat. | Kg/ha | Altura<br>Planta | Altura<br>Mz. | Días a Flor.<br>Masculina | Días a Flor.<br>Femenina |
|-------------|-------|-------|------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 2961 x 3029 | 141   | 5358  | 1.71             | 1.01          | 71                        | 73                       |
| 2924 x 3001 | 187   | 5352  | 1.93             | 1.09          | 69                        | 78                       |
| 3141-B      | 54    | 5347  | 1.92             | 1.22          | 72                        | 76                       |
| 3072-A      | 12    | 5340  | 2.14             | 1.23          | 69                        | 75                       |
| 3104-A      | 79    | 5334  | 2.00             | 1.21          | 72                        | 75                       |
| 3192        | 38    | 5332  | 1.90             | 1.25          | 77                        | 82                       |
| 3093-B      | 77    | 5314  | 1.96             | 1.21          | 73                        | 74                       |
| 3085-B      | 62    | 5310  | 1.89             | 1.09          | 75                        | 81                       |
| 2976 x 2977 | 185   | 5306  | 1.63             | 0.96          | 68                        | 74                       |
| 3075-A      | 34    | 5295  | 1.75             | 1.09          | 79                        | 82                       |
| 3194-A      | 90    | 5294  | 1.93             | 1.28          | 69                        | 77                       |
| 3078 x 3047 | 119   | 5271  | 2.07             | 1.29          | 75                        | 82                       |
| 2904 x 2988 | 126   | 5258  | 1.90             | 1.15          | 72                        | 81                       |
| 2903 x 2953 | 136   | 5254  | 2.04             | 1.19          | 79                        | 83                       |
| 3109-A      | 78    | 5253  | 1.74             | 0.94          | 72                        | 73                       |
| 3072        | 75    | 5245  | 1.77             | 1.01          | 71                        | 73                       |
| 3171        | 29    | 5183  | 1.81             | 1.14          | 72                        | 82                       |
| 3042 x 2976 | 153   | 5178  | 1.88             | 1.21          | 72                        | 76                       |
| 2911 x 2918 | 188   | 5138  | 1.89             | 1.10          | 66                        | 76                       |
| 3099-A      | 81    | 5134  | 2.11             | 1.36          | 71                        | 72                       |
| 3075-C      | 37    | 5128  | 1.66             | 0.98          | 78                        | 81                       |
| 3068-B      | 49    | 5112  | 1.83             | 1.20          | 74                        | 77                       |

| Genealogía  | Trat. | Kg/ha | Altura<br>Planta | Altura<br>Mz. | Días a Flor.<br>Masculina | Días a Flor.<br>Femenina |
|-------------|-------|-------|------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 3180        | 15    | 5106  | 1.84             | 1.28          | 81                        | 82                       |
| 3056        | 30    | 5099  | 2.03             | 1.19          | 80                        | 82                       |
| 2983 x 2994 | 140   | 5093  | 1.66             | 1.01          | 74                        | 77                       |
| 2904 x 2958 | 189   | 5078  | 1.94             | 1.12          | 67                        | 71                       |
| 2953 x 2958 | 115   | 5051  | 1.89             | 0.99          | 66                        | 80                       |
| 3157-B      | 2     | 5047  | 2.03             | 1.17          | 72                        | 73                       |
| 3087-C      | 21    | 5046  | 1.96             | 1.16          | 78                        | 81                       |
| 3027 x 2988 | 181   | 5035  | 2.07             | 1.42          | 75                        | 85                       |
| 3075-B      | 35    | 5022  | 1.92             | 1.22          | 79                        | 82                       |
| 3044 x 2963 | 96    | 5016  | 1.87             | 1.06          | 71                        | 80                       |
| 3011 x 2922 | 120   | 5004  | 2.03             | 1.27          | 72                        | 81                       |
| 3109-E      | 26    | 5001  | 2.06             | 1.21          | 72                        | 81                       |
| 3101        | 73    | 4993  | 2.11             | 1.34          | 72                        | 79                       |
| 2917 x 2961 | 183   | 4988  | 2.17             | 1.32          | 70                        | 77                       |
| 3159-B      | 1     | 4979  | 1.91             | 1.15          | 72                        | 74                       |
| 2994 x 3020 | 144   | 4969  | 1.95             | 1.13          | 67                        | 74                       |
| 3130        | 53    | 4960  | 2.03             | 1.32          | 73                        | 77                       |
| 3075-E      | 95    | 4933  | 2.06             | 1.26          | 76                        | 80                       |
| 2964 x 2901 | 101   | 4931  | 1.91             | 1.28          | 73                        | 78                       |
| 3099-B      | 22    | 4918  | 1.96             | 1.26          | 79                        | 82                       |
| 3072-B      | 32    | 4858  | 1.92             | 1.20          | 71                        | 81                       |
| 3044 x 3049 | 131   | 4840  | 1.93             | 1.13          | 74                        | 77                       |

| Genealogía           | Trat. | Kg/ha | Altura<br>Planta | Altura<br>Mz. | Días a Flor.<br>Masculina | Días a Flor.<br>Femenina |
|----------------------|-------|-------|------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 3027 x 3029          | 111   | 4835  | 1.90             | 1.14          | 70                        | 73                       |
| Comp. Bal. HermComp. | 193   | 4811  | 2.03             | 1.16          | 72                        | 80                       |
| 2919 x 2949          | 103   | 4794  | 2.14             | 1.40          | 68                        | 76                       |
| Comp. Original       | 92    | 4777  | 1.50             | 1.01          | 69                        | 81                       |
| 2967 x 2968          | 172   | 4777  | 1.92             | 1.18          | 74                        | 82                       |
| 3047 x 2961          | 190   | 4774  | 1.82             | 1.04          | 70                        | 74                       |
| 3047 x 2955          | 179   | 4769  | 1.84             | 1.10          | 75                        | 81                       |
| 2905 x 2958          | 133   | 4747  | 1.94             | 1.19          | 71                        | 77                       |
| 3154-C               | 39    | 4739  | 1.87             | 1.12          | 73                        | 81                       |
| 2963 x 2901          | 148   | 4738  | 2.03             | 1.32          | 77                        | 82                       |
| 3041 x 2911          | 104   | 4721  | 1.95             | 1.35          | 70                        | 76                       |
| 3038 x 2961          | 154   | 4701  | 1.99             | 1.34          | 72                        | 74                       |
| 2988 x 2990          | 121   | 4696  | 2.13             | 1.27          | 73                        | 81                       |
| 2950 x 2976          | 173   | 4686  | 1.48             | 0.84          | 72                        | 77                       |
| 2964 x 2968          | 72    | 4671  | 1.88             | 1.20          | 70                        | 72                       |
| 3065-B               | 7     | 4661  | 1.89             | 1.23          | 69                        | 74                       |
| 3086                 | 20    | 4615  | 1.93             | 1.44          | 70                        | 81                       |
| 3119                 | 25    | 4614  | 2.01             | 1.23          | 77                        | 80                       |
| 3109-C               | 84    | 4573  | 1.46             | 1.24          | 70                        | 75                       |
| 3098-A               | 43    | 4565  | 1.81             | 1.03          | 69                        | 79                       |
| 3029 x 2976          | 162   | 4533  | 1.96             | 1.28          | 69                        | 71                       |
| 2968 x 2901          | 113   | 4524  | 1.96             | 1.18          | 77                        | 82                       |

| Genealogía            | Trat. | Kg/ha | Altura<br>Planta | Altura<br>Mz. | Días a Flor.<br>Masculina | Días a Flor.<br>Femenina |
|-----------------------|-------|-------|------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 2992 x 3012           | 102   | 4516  | 2.00             | 1.06          | 70                        | 76                       |
| 3047 x 2917           | 177   | 4511  | 1.99             | 1.12          | 77                        | 80                       |
| 2904 x 2958           | 4     | 4486  | 2.04             | 1.30          | 71                        | 74                       |
| 3154-A                | 45    | 4481  | 1.42             | 0.80          | 72                        | 77                       |
| 3140-B                | 40    | 4401  | 1.92             | 1.12          | 77                        | 82                       |
| 2983 x 2986           | 110   | 4385  | 1.94             | 1.25          | 69                        | 78                       |
| 3084- A               | 89    | 4380  | 1.84             | 1.22          | 73                        | 81                       |
| 2976 x 2989           | 100   | 4387  | 1.84             | 1.08          | 69                        | 70                       |
| Comp. Bal. Med. Herm. | 192   | 4339  | 1.95             | 1.33          | 68                        | 75                       |
| 2994 x 3004           | 117   | 4266  | 2.08             | 1.30          | 77                        | 82                       |
| 2969 x 3039           | 134   | 4249  | 1.94             | 1.23          | 73                        | 77                       |
| 3126                  | 51    | 4136  | 1.65             | 1.07          | 73                        | 75                       |
| 2996 x 3007           | 132   | 4277  | 2.00             | 1.41          | 74                        | 81                       |
| 3004 x 2992           | 114   | 4042  | 1.86             | 1.11          | 78                        | 82                       |
| 3004 x 2992           | 112   | 4041  | 2.02             | 1.19          | 72                        | 73                       |
| 3140-C                | 50    | 4031  | 2.09             | 1.16          | 74                        | 79                       |
| 3012 x 3017           | 108   | 3820  | 1.94             | 1.22          | 71                        | 77                       |
| 3109-B                | 66    | 3792  | 1.79             | 1.02          | 85                        | 81                       |
| 3149-B                | 86    | 3561  | 1.86             | 1.30          | 78                        | 82                       |
| 2967 x 2964           | 105   | 3157  | 1.75             | 1.11          | 72                        | 77                       |