

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



SELECCIÓN RECURRENTE DE FAMILIAS DE HERMANOS
COMPLETOS EN MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA POBLACIÓN
TLAHUA 100

POR

JUAN ANTONIO LÓPEZ DÍAZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JUAN ANTONIO LÓPEZ DÍAZ ELABORADA BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

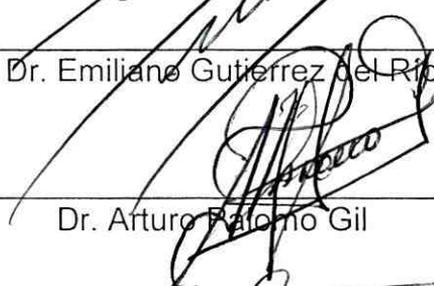
APROBADA POR:

Asesor principal:



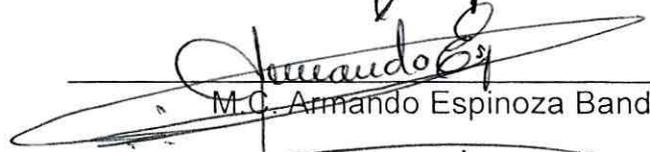
Dr. Emiliano Gutierrez del Rio

Asesor:



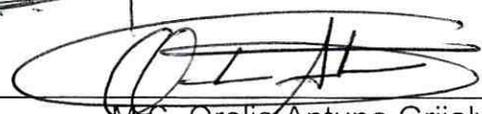
Dr. Arturo Patomo Gil

Asesor:



M.C. Armando Espinoza Banda

Asesor:



M.C. Oralia Antuna Grijalva

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS



Ing. Rolando Loza Rodríguez



COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
UAAAN - UL

Torreón, Coahuila.

Mayo de 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JUAN ANTONIO LÓPEZ DÍAZ QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

Presidente:


Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

Vocal:


Dr. Arturo Palomo Gil

Vocal:


M.C. Armando Espinoza Banda

Vocal suplente:


M.C. José Jaime Lozano García

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


Ing. Rolando Loza Rodríguez



COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS

Mayo de 2003

Torreón, Coah.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: por permitirme llegar hasta este momento importante de mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna por darme la oportunidad de cursar en ellos mis estudios profesionales.

A mis asesores:

Dr. Emiliano Gutiérrez Del Rio

Dr. Arturo Palomo Gil

M.C. Armando Espinoza Banda

M.C. Oralia Antuna Grijalva

M.C. José Jaime Lozano García

Por mantenerme y enseñarme sus conocimientos para terminar satisfactoriamente mi trabajo.

A todos mis amigos por brindarme su cariño y amistad incondicional.

A TODOS USTEDES ¡MUCHAS GRACIAS!

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres: **José Antonio López Mendoza y Juana Díaz Sánchez**. Por haberme dado la vida y por apoyarme incondicionalmente en todo momento.

A mis hermanas **María de los Ángeles y Violeta del Carmen** por tenerme paciencia durante mi carrera.

A mi novia, **Midory Klaieth**. Por la confianza y el amor incondicional que me tiene y que han sido siempre mi fuente de fortaleza en los momentos que no estuvimos juntos.

A mis tíos y tías: que nunca dejaron de insistir en terminar satisfactoriamente mi carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Selección recurrente	4
2.2 Selección recurrente de familias de hermanos completos	6
2.2.1 Comparación con otros métodos	10
III. MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Localización Geográfico del área de estudio	13
3.2 Material genético	14
3.3 Siembra	15
3.4 Riegos	16
3.5 Fertilización	16
3.6 Control de malezas	16
3.7 Primera etapa	17
3.7.1 Formación de cruzas	17
3.7.2 Cosecha	17
3.8 Segunda etapa	18
3.8.1 Floración	18
3.8.2 Altura de planta	18
3.8.3 Altura de mazorca	18
3.8.4 Peso volumétrico	19
3.8.5 Relación mazorca grano	19
3.8.6 Peso de grano	19
3.9 Análisis genético	20
3.10 Estimación de componentes de varianza	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1 Análisis de varianza	23
4.2 Estimación de componentes de varianza	26
4.3 Análisis de correlación	28
V. CONCLUSIONES	29
VI. RESUMEN	31
VII. LITERATURA CITADA	32
VIII. APENDICE	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
3.1	Material genético de las familias evaluadas y su genealogía.	14
3.2	Análisis de varianza para el diseño propuesto por Comstock y Robinson (1948).	20
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza de seis características evaluadas.	25
4.2	Promedio de seis características agronómicas.	26
4.3	Estimación de los parámetros genéticos de seis características evaluadas.	27
4.4	Coefficientes de correlación y significancia de seis características agronómicas.	28

I. INTRODUCCION

El maíz es uno de los productos agrícolas más importante del mundo y es el tercer cereal más cultivado después del trigo y el arroz. Su uso se ha extendido por casi todo el mundo y ha adquirido una importancia fundamental en la economía agrícola de los cinco continentes.

En México, los estados con mayor producción son: Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz. (SAGARPA, 2001)

En la Región Lagunera, como en resto del país, el consumo de este cereal es importante tanto para consumo humano como para la alimentación de ganado ya que esta región es una de las cuencas lecheras más importantes del país. Sin embargo actualmente son pocos los materiales adaptados a la Comarca Lagunera, por tal motivo la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en su programa de mejoramiento genético esta utilizando la técnica de selección recurrente de familias de hermanos completos, para generar nuevos materiales que cumplan las necesidades de la región. Por lo anterior, en el presente trabajo se evaluaron 80 familias de hermanos completos

(HC) de maíz para seleccionar las mejores con base a sus características agronómicas deseables procurando, conservar la heterogeneidad de la población que se forme, lo que permitirá su adaptación a diversos ambiente.

Objetivos:

- Conocer el comportamiento de 80 familias de hermanos completos de maíz derivadas de la población Tlahua 100.
- Estimar los principales componentes genéticos de las familias evaluadas así como la probable ganancia generacional.
- Formar una nueva población con las mejores familias resultantes de la evaluación

Hipótesis:

Ho: Las familias de hermanos completos se comportan en forma similar en evaluar sus principales características agronómicas, considerando la ganancia obtenida al efectuar la selección de las mejores familias.

Ha: Las familias de hermanos completos difieren en su comportamiento agronómico, de acuerdo a su ganancia significativa al efectuar la selección de las mejores familias.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Selección recurrente

El método de selección recurrente entre familias de hermanos completos (FHC) fue descrito por Mather (1949), como cruce biparentales.

Gardner (1961), Hallauer y Eberthart (1976), entre otros, consideran muy importante utilizar el método de selección recurrente para mejorar una población original y obtener líneas sobresalientes, híbridos y variedades sintéticas de manera sucesiva.

Entre las metodologías que comprende la selección recurrente se encuentran las siguientes: selección masal modificada (Gardner, 1961), método efectivo para características de heredabilidad alta. En este método de selección no se generan progenies en cada ciclo de selección, ya que esta se basa en genotipos individuales recombinados por polinización libre. Este método no es muy preciso ni tan efectivo como las progenies evaluadas en pruebas de rendimiento.

La selección mazorca por surcos modificada (Lonnquist, 1964), consiste en la selección entre y dentro de familias de medios hermanos, sobre la selección masal y la selección de mazorca por surco original presenta una ventaja, ya que se utilizan varios ambientes para evaluar las familias, esto permite calcular mejor el efecto del ambiente sobre el genotipo y combinar los resultados a través de los ambientes para seleccionar las mejores familias para recombinar. Paterniani (1967), Weber y Lonnquist (1967), señalan que es un buen método de selección recurrente.

Jinahyon y Russell (1969), mencionaron que la selección recurrente entre líneas S_1 y S_2 se ha venido utilizando para mejorar varias características y en base a progenies endocriadas conduce a la evaluación de muchas características agronómicas de importancia, este método ha sido efectivo para cambiar la frecuencia génicas con efectos aditivos.

Gerón (1972), confirmó que la selección recurrente con familias de medios hermanos (FMH) es una buena alternativa la selección masal, y que resulto superior a la selección masal para rendimiento.

Moll y Stuber (1971), compararon la selección recurrente de hermanos completos y la selección recíproca recurrente con las variedades Jarvis e Indian Chief, encontraron que es mejor la selección recurrente para mejorar las poblaciones *per se*, sin embargo, la selección recíproca recurrente fue más

efectiva en 1.3 veces que la selección recurrente de hermanos completos para mejorar la craza varietal.

La selección recurrente intrapoblacional comprende los métodos anteriormente descritos, la metodología fue planteada para mejorar poblaciones originales en forma *per se*. El mejoramiento interpoblacional comprende a la selección recíproca recurrente de medios hermanos (MH) y hermanos completos (HC), ha demostrado ser efectivo para mejorar cruza poblacionales (Moll y Stuber, 1971).

2.2 Selección recurrente entre familias de hermanos completos

El CIMMyT (1983), menciona que, el método de selección recurrente con familias de hermanos completos (FHC), en especial para maíz, ha sido muy eficiente y se ha utilizado frecuentemente no sólo para estimar varianzas genéticas, sino también en programas de mejoramiento genético de utilidad práctica para identificar y recombinar las mejores familias.

Hallauer y Miranda (1981), mencionan que por lo menos se requieren tres etapas de crecimiento o generaciones para completar un ciclo de selección recurrente entre FHC, la formación es como sigue: a) en la primera etapa se obtienen las familias de hermanos completos, b) en la segunda se evalúan las

familias de hermanos completos y c) en la tercera se recombinan las familias de hermanos completos seleccionadas.

Compton y Lonquist (1982), señalan que el método de selección recurrente con familias de hermanos completos (FHC) puede ser eficiente para mejorar poblaciones de maíz, porque el coeficiente de variación genética aditiva entre familias de HC es relativamente alto, además, mencionan que cuando se realiza la recombinación y formación de nuevas familias en forma simultánea, sólo son necesarias dos estaciones de crecimiento para completar un ciclo de selección.

Muchena (1979), condujo estudios para determinar el alcance de la selección con familias de hermanos completos (FHC) para reducir altura de planta y mazorca en dos poblaciones de maíz tropical de polinización abierta, después de analizar resultados por varios ciclos, encontró que las plantas presentaban menos entrenudos por debajo de la mazorca, y estos eran más cortos.

Velásquez *et al.*, (1978), en una evaluación realizada en cuatro poblaciones de diferente origen, sometidas a varios ciclos de selección con FHC, con 12 FHC hicieron 60 cruces y los compararon con otros materiales, los resultados obtenidos mostraron que la magnitud del componente de varianza para efectos no aditivos fue mayor que la correspondiente a efectos aditivos, para rendimiento de mazorca y otras características.

Johnson *et al.*, (1986), consideran que en los programas de mejoramiento de maíz es conveniente reducir el tamaño de la planta. Estos investigadores aplicaron selección recurrente durante 15 ciclos con HC en una población de maíz tropical un experimento para reducir la altura de la planta. La reducción de la planta fue de 282 a 179 cm. (2.4 por ciento por ciclo), de esta manera se incremento la densidad de planta en 2.5 por ciento por ciclo, aumentando de 48,000 a 64,000 plantas por hectárea, lograron con esto incrementar el rendimiento en 4.4 por ciento por ciclo.

Singh *et al.*, (1986), complementaron cuatro ciclos de selección para prolificidad con HC en un cultivar de maíz de polinización abierta en ambientes diferentes, con alta y baja densidad de plantas. La respuesta lineal por ciclo para número de mazorcas por planta fue significativo y mayor en ambientes de baja densidad, que en ambiente de alta densidad, encontraron una respuesta significativa para rendimiento, incrementándolo en 4.5 por ciento por ciclo; Concluyeron que la selección para prolificidad puede ser útil para desarrollar genotipos precoces, de porte bajo y alta producción.

Pandey *et al.*, (1988), trabajando con las poblaciones de maíz tropical blanco, antigua República Dominicana, blanco cristalino y mezcla amarilla, usando hermanos completos (HC) en diferentes ambientes por varios ciclos de selección, encontraron ganancias altamente significativas por ciclo entre las poblaciones y ambientes para rendimiento, días a flor, altura de planta y mazorca, días a madurez, uniformidad de mazorca y mazorca por planta. De

acuerdo a los resultados obtenidos concluyen que la selección con hermanos completo (HC) es un método efectivo para mejorar poblaciones de maíz tropical.

Hoegemeyer y Hallauer (1979), trabajaron para probar un sistema de progreso genético de maíz utilizando las poblaciones Iowa Two-ear sintético (BS₁₀) y Pioneer Prolific Composite (BS₁₁), realizaron cruzas con líneas seleccionadas y no seleccionadas de cada población. Encontraron que el rendimiento fue de 7.8 Kg ha⁻¹ en las cruzas con líneas seleccionadas, 11.2 por ciento más que las cruzas de las líneas no seleccionadas, demostraron que la selección entre y dentro de familias de hermanos completos (HC) un método eficiente para desarrollar líneas superiores y obtener híbridos simples con altos rendimientos.

Bayardo y Márquez (1980), basados en parámetros fisiotécnicos trabajaron con 200 familias de hermanos completos (HC) del criollo de Nativitas y el análisis de datos reveló correlaciones significativas tanto negativas como positivas entre las 16 variables estudiadas, los valores de heredabilidad en sentido amplio se aproximaron a 50 por ciento para todas las características, excepto días a floración ($H = 0.5$ por ciento) y altura ($H = 29$ por ciento).

Davis (1982), después de tres ciclos de selección para rendimiento con familia de hermanos completos (FHC) en la población EtoxCBC, calculó un avance de 4.3 por ciento por ciclo además, el porcentaje de acame fue reducido

en 3.6 por ciento por ciclo y el porcentaje de humedad en 1.25 por ciento por ciclo.

Martínez (1986), practicando selección recurrente por el método de familias de hermanos completos (FHC) en la población denominada complejo-24, encontró en los análisis estadísticos para cada localidad, alta significancia en casi todas las características estudiadas, principalmente para la fuente familias dentro de grupos. La ganancia esperada por ciclo de selección para el carácter de rendimiento fue de 9.4 por ciento. Se encontró que en esta población existe variabilidad genética en la mayoría de las características, las cuales pueden ser mejoradas por selección recurrente.

Mariaca (1991), reporto un incremento en rendimiento de 4.7 por ciento por ciclo, y una reducción de 6.3 por ciento de acame de raíz, 8.2 por ciento en mazorcas podridas, 19.2 por ciento de mala cobertura y 14.8 por ciento en mazorcas con *Fusarium*, lo que demuestra la efectividad de la selección recurrente de familias de hermanos completos con pedigrí.

2.2.1 Comparación con otros métodos

La metodología de la selección recurrente con familias de hermanos completos (FHC) ha sido comparada en muchos experimentos con otros métodos para demostrar su eficiencia.

Lonquist y Williams (1967), formaron 102 familias de hermanos completos (HC) en dos poblaciones de maíz y después de varios ciclos de selección recurrente para aptitud combinatoria general (ACG) las familias mostraron una heterosis de 31 por ciento, calculando en seis por ciento más altos rendimientos en comparación con tres cruzas dobles elite de los híbridos testigos. Una segunda evaluación de familias de hermanos completos (FHC) usando progenies S_2 de los padres de cruzas seleccionadas, mostraron evidencias de favorecer el aumento en rendimiento. Concluyendo que este procedimiento puede ser usado para desarrollar fácilmente líneas hermanas o híbridos modificados.

Moll y Hanson (1984), realizaron dos estudios para comparar los efectos de la selección intrapoblacional la selección ínter poblacional después de 10 ciclos de selección con familias de hermanos completos (FHC) y 10 ciclos con la selección recíproca recurrente en la poblaciones Harvis e Indian Chief. Para hermanos completos (HC) encontraron una respuesta por medio por ciclo de 1.5 y 3.5 por ciento para Harvis e Indian Chief respectivamente, y dos por ciento para la craza interpoblacional, mientras que para la selección recíproca recurrente el promedio de respuestas por ciclo fue de 2.4 por ciento para Harvis, 0.3 por ciento para Indian Chief y 2.7 por ciento para la craza interpoblacional.

Dhillon *et al.*, (1984), presentaron un diseño para evaluar en forma combinada familias de medios hermanos (FMH) y familias de hermanos

completos (FHC) y lo aplicaron en la población J-663. Estimaron la variación genética para rendimiento de grano, encontrando significancia para la varianza genética aditiva, llegando a un acuerdo entre la varianza actual y el supuesto avance genético.

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el Campo Experimental de la UAAAN UL, en Torreón, Coahuila llevándose acabo en dos etapas, en la primera se realizaron las cruzas en el ciclo agrícola primavera verano 2001 y en la segunda etapa se evaluaron las mismas en el ciclo agrícola primavera verano 2002.

3.1 Localización geográfica del área de estudio

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada geográficamente, entre los $25^{\circ} 42'$ y $241^{\circ} 48'$ de latitud norte y entre los $102^{\circ} 57'$ y $103^{\circ} 31'$ de longitud oeste.

En la Comarca Lagunera el 92 por ciento de la superficie municipal es de clima seco semi-cálido y el 7.9 por ciento es de clima seco templado. La temperatura media anual de la Comarca Lagunera es de 22.6°C . La precipitación total en Torreón promedia 215.5 mm, (INEGI, 2000).

3.2 Material genético

El material genético utilizado involucró 80 familias derivadas de una población que se formó a partir de la evaluación de 120 familias originadas del cruzamiento con dos probadores, uno de amplia base genética que fue la población Tlahua, y el probador dos fue el P2530 (híbrido simple) utilizando como probador de base genética estrecha, seleccionándose las mejores 20 familias y recombinándose por un ciclo.

Cuadro 3.1. Material genético de las familias evaluadas y su genealogía.

Población	Genealogía
1	T-F4-FHC (8X9)
2	T-F4-FHC (17X18)
3	T-F4-FHC (21X22)
4	T-F4-FHC (23X24)
5	T-F4-FHC (25X36)
6	T-F4-FHC (27X28)
7	T-F4-FHC (31X32)
8	T-F4-FHC (33X34)
9	T-F4-FHC (35X36)
10	T-F4-FHC (37X38)
11	T-F4-FHC (53X54)
12	T-F4-FHC (55X56)
13	T-F4-FHC (59X60)
14	T-F4-FHC (61X62)
15	T-F4-FHC (63X64)
16	T-F4-FHC (65X66)
17	T-F4-FHC (71X72)
18	T-F4-FHC (73X74)
19	T-F4-FHC (75X76)
20	T-F4-FHC (81X82)
21	T-F4-FHC (83X84)
22	T-F4-FHC (85X86)
23	T-F4-FHC (87X84)
24	T-F4-FHC (89X90)
25	T-F4-FHC (93X94)
26	T-F4-FHC (95X96)
27	T-F4-FHC (97X98)
28	T-F4-FHC(101X102)
29	T-F4-FHC (105X106)
30	T-F4-FHC (119X120)
31	T-F4-FHC (129X130)
32	T-F4-FHC (143X144)
33	T-F4-FHC (147X148)

Continuación.....

34	T-F4-FHC (149X150)
35	T-F4-FHC (153X154)
36	T-F4-FHC (155X156)
37	T-F4-FHC (181X182)
38	T-F4-FHC (185X186)
39	T-F4-FHC (191X192)
40	T-F4-FHC (193X194)
41	T-F4-FHC (197X198)
42	T-F4-FHC (199X200)
43	T-F4-FHC (201X202)
44	T-F4-FHC (203X204)
45	T-F4-FHC (205X206)
46	T-F4-FHC (207X208)
47	T-F4-FHC (211X212)
48	T-F4-FHC (215X216)
49	T-F4-FHC (217X218)
50	T-F4-FHC (119x120)
51	T-F4-FHC (233X234)
52	T-F4-FHC (235X236)
53	T-F4-FHC (239X240)
54	T-F4-FHC (241X242)
55	T-F4-FHC (243X244)
56	T-F4-FHC (245X246)
57	T-F4-FHC (247X248)
58	T-F4-FHC (251X252)
59	T-F4-FHC (253X254)
60	T-F4-FHC (255X256)
61	T-F4-FHC (257X258)
62	T-F4-FHC (261X262)
63	T-F4-FHC (267X268)
64	T-F4-FHC (271X272)
65	T-F4-FHC (273X274)
66	T-F4-FHC (281X282)
67	T-F4-FHC (283X284)
68	T-F4-FHC (291X292)
69	T-F4-FHC (293X294)
70	T-F4-FHC (295X296)
71	T-F4-FHC (297X298)
72	T-F4-FHC (299X300)
73	T-F4-FHC (305X306)
74	T-F4-FHC (316X317)
75	T-F4-FHC (318X319)
76	T-F4-FHC (320X321)
77	T-F4-FHC (327X328)
78	T-F4-FHC (329X330)
79	T-F4-FHC (333X334)
80	T-F4-FHC (335X336)

3.3 Siembra

En la primera etapa la siembra se realizó el 13 de marzo del año 2001, en húmedo. Para asegurar que la densidad de plantas fuera la

requerida, cada 25 cm se depositaron en el surco dos o tres semillas de la población ciclo 3, hasta lograr un lote de aproximadamente 2,000 plantas, después del aclareo.

3.4 Riegos

El sistema de riego fue por gravedad. Se aplicó un riego de presembrado de aproximadamente 15 cm. de lámina, posteriormente se dieron cinco riegos de auxilio durante el ciclo de cultivo, aplicándose de la siguiente manera: 24, 47, 66, 80 y 95 días después de la siembra.

3.5 Fertilización

La fertilización se realizó en el mes de Abril, 45 días después de la siembra, esta fue aplicada directamente al suelo con fertilizantes granulados (180-80-00), usando como fuentes Urea (45-00-00) y Map (11-52-00).

3.6 Control de malezas

El control de malas hierbas se llevó a cabo manualmente a los 20, 43, 65 y 80 días después de la siembra.

3. 7 Primera etapa:

3. 7.1 Formación de las cruzas

Se cubrieron los jilotes antes de la floración femenina con bolsas glassine enceradas para evitar contaminaciones de polen de otras plantas y de que se humedezca por lluvia. Las cruzas se iniciaron cuando las plantas presentaron el 50 por ciento de floración masculina. Para evitar dispersión del polen y colectarlo se cubrieron las espigas de las plantas macho con una bolsa polinizadora del número 10, previamente etiquetada para la recolección de polen; tomando dos plantas con características similares, posteriormente se retiraban las bolsas polinizadoras, para ser llevadas a los jilotes receptivos de las plantas con sus mismas características, grapándose la bolsa en el jilote de esta manera se realizaron pares de cruzas en forma directa y reciproca hasta completar aproximadamente 125 pares.

3. 7. 2 Cosecha

La cosecha se realizó el 8 de agosto del 2001, se llevo acabo manualmente, las mazorcas cosechadas se deshojaron y se desgranaron manualmente juntando semillas de las misma familia, para después llevar acabo la evaluación de las mismas.

3. 8 Segundo etapa

La segunda etapa se llevo a cabo en el ciclo primavera-verano 2002, la siembra se realizó el 18 de marzo del mismo manejado el mismo paquete agronómico de la primera etapa. Las variables evaluadas fueron:

3.8.1 Días a floración (DF)

Expresado como el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas estaban en período de antésis.

3. 8.2 Altura de planta (AP)

Se tomo desde la superficie del suelo al punto superior de la espiga, se expreso en metros.

3. 8. 3 Altura de mazorca (AM)

Se tomo la medición desde la superficie del suelo al nudo de la inserción de la mazorca principal y se expreso en metros.

3. 8. 4 Peso volumétrico (PV)

Se colocó la semilla en un recipiente de volumen conocido, posteriormente se pesó la semilla, y el peso se expresó en Kg/hl, determinándose con la fórmula:

$$Pv = \frac{\text{Peso de la semilla}}{\text{Volumen del recipiente}} \times 100$$

3. 8. 5 Relación Mazorca Grano (RMG).

Se determinó tomando el peso de mazorca de tres plantas por parcela, posteriormente se desgranaron las mazorcas y se pesaron para obtener, Relación mazorca grano.

$$RMG = \frac{\text{Peso grano}}{\text{Peso mazorca}} \times 100$$

3. 8. 6 Peso de grano (PG)

Se tomaron tres mazorcas por parcela de las respectivas familias, posteriormente se desgranaron y se tomó el peso expresándolo en t ha⁻¹

3. 9 Análisis genético.

Para el análisis de datos se procedió a utilizar el diseño propuesto por Comstock y Robinson (1948), el cual se describe enseguida:

$$Y_{ijk} = \mu + G_j + F_i(G_j) + R_k + \Sigma_{ijk}$$

donde: μ = media general, G_j = efecto del j-ésimo grupo, $F_i(G_j)$ = efecto de la i-ésima familia dentro del j-ésimo grupo, R_k = el efecto de la k-ésima repetición y Σ_{ijk} = efecto del error.

Cuadro 3.2 Análisis de varianza para el diseño propuesto por Comstock y Robinson (1948).

FV	gl	[†] CM	[‡] ECM
Repeticiones	r-1	M ₃	$\sigma_e^2 + fr \sigma_r^2$
Grupo	g-1	M ₂	$\sigma_e^2 + r \sigma_{F/G}^2 + fr \sigma_G^2$
F(G)	(f-1)g	M ₁	$\sigma_e^2 + r \sigma_{F/G}^2$
Error	(r-1)(fg-1)	M ₀	σ_e^2
Total	rfg-1		

[†]= Cuadrados medios y [‡]= Ecuaciones de cuadrados medios

3. 10 Estimación de componentes de varianza

Los componentes de varianza fueron estimados a partir de los cuadrados medios del análisis de varianza del diseño propuesto por Comstock y Robinson (1948). Se calcularon las siguientes estimaciones:

a) Varianza del error

$$M_0 = \sigma^2_e$$

$$M_1 = \sigma^2_e + r \sigma^2_{F/G}$$

$$M_2 = \sigma^2_e + r \sigma^2_{F/G} + fr \sigma^2_G$$

$$\sigma^2_e = M_0$$

b) Varianza fenotípica

$$\sigma^2_p = \frac{\sigma^2_e}{r} + \sigma^2_G$$

c) Varianza genética

$$\sigma^2_G = 4 \sigma^2_{F/G}$$

d) Heredabilidad

$$H^2 = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p} \times 100$$

e) Ganancia genética

$$\Delta_G = \frac{K(1/2\sigma^2_G)}{\sqrt{\sigma^2_p}}$$

donde: σ^2_e = varianza del error, σ^2_p = varianza fenotípica; σ^2_G = varianza genética; H^2 = heredabilidad; Δ_G = ganancia genética y $K= 1.96$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de varianza

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadros medios para las características días a floración (DF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), peso de grano (PG), relación mazorca grano (RMG) y peso volumétrico (PV).

En la fuente de variación repeticiones se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.001$) para la mayoría de las variables. a excepción de relación mazorca grano y peso volumétrico en las cuales no se presento significancia. Estos datos coinciden con Ramírez (1991) quien en un análisis de familias de hermanos completos encontró que para la fuente de variación repeticiones solamente tuvo ausencia de diferencia altamente significativa para altura de planta, indicando que las diferencias pudieron deberse al número de repeticiones al manejo y al efecto del terreno.

Para la fuente de variación de grupos solamente se presentó diferencias estadísticas en las características altura de planta; mostrando

ausencia de significancia para los demás variables lo cual indica que estos se comportaron igual para llegar a floración, en su altura de mazorca, peso de grano, peso volumétrico y relación mazorca grano.

En cuanto al comportamiento de familias dentro de grupos solo se observaron diferencias significativas para la variable altura de mazorca, lo cual indica que las familias difieren en esta característica.

La ausencia de diferencia estadística para días a floración (DF), altura de planta (AP), peso de grano (PG), relación mazorca grano (RMG) y peso volumétrico (PV) indican que existen poca variabilidad genética entre las familias para las características señaladas, lo cual difiere con Martínez (1996), quien encontró variación en esta misma fuente, mencionando que la variabilidad es altamente deseable ya que es la base para seleccionar mejores individuos en todo los programas de mejoramiento genético. Por consiguiente la población de donde se derivaron dichas familias , es uniforme para estas características.

En el mismo Cuadro 4.1 se observa que los coeficientes de variación van desde 2.9 para días a floración (DF) hasta 24.1 para altura de mazorca (AM), siendo aceptable para cuatro de las seis, a excepción de altura de mazorca (AM) y peso de grano (PG), cuyo coeficiente de variación fue superior al 20 por ciento. Por lo tanto, las cuatro variables que tuvieron coeficientes aceptables muestran un alto grado de confiabilidad en los datos obtenidos. Los

altos coeficientes de variación para las variables indicadas pudieron deberse al bajo número de repeticiones (Márquez, 1992).

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de seis características evaluadas.

FV	gl	DF	AP	AM	PG	RMG	PV
Repeticiones	1	90.00**	6.54**	2.92**	241.57**	190.53ns	50.81ns
Grupo	9	2.01ns	0.14*	0.04ns	1.98ns	41.26ns	44.06ns
F(G)	70	4.71ns	0.07ns	0.08**	3.66ns	63.18ns	17.77ns
Error	79	5.68	0.06	0.02	3.70	54.53	24.78
Total	159						
cv(%)		2.95	13.40	24.12	23.10	9.12	6.42

*,** = Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; PG = Peso de grano; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca, PV = Peso volumétrico; DF = Días a floración y RMG = Relación mazorca grano.

En el Cuadro 4.2 se presentan las medias de los 10 mejores materiales evaluados, seleccionados por su alto rendimiento de grano, las familias 6 y 44 destacan por su buen comportamiento agronómico la familia 6 sobresale por ser una de las más precoces, además de reflejar un porte bajo para AP y AM.

Además, para las características AP, AM, PV, DF y RMG sobresalen las familias 11, 18, 33, 35 y 59, las cuales serán consideradas para la siguientes generaciones.

Cuadro 4.2. Promedio de seis características agronómicas.

Número de familia	Genotipos						
	Seleccionados ([†] K)	PG (t ha ⁻¹)	AP (m)	AM (m)	PV (Kg/ha)	DF (días)	RMG (%)
6	27x28	10.70	1.92	0.60	76.15	80.00	84.65
44	203x204	10.70	1.95	0.80	79.00	81.00	81.20
32	143x144	10.60	2.00	0.50	77.36	82.00	83.20
59	253x254	10.50	2.15	0.75	77.50	81.00	80.50
35	153x154	10.50	2.05	0.90	81.39	83.00	81.65
11	53x54	10.45	2.15	1.00	82.55	83.00	87.10
24	89x90	10.30	1.95	0.55	78.57	82.00	79.35
33	147x148	10.30	1.85	0.55	76.87	82.00	95.95
18	73x74	10.05	2.10	0.80	82.30	79.00	85.70
26	95x96	9.65	1.90	0.50	76.60	80.00	81.45
Media		8.26	1.94	0.69	77.53	80.55	80.93
[‡]DMS		1.35	0.18	0.11	3.50	1.67	5.19

[†]K= índice de selección de medios hermanos con 10 por ciento de genotipos seleccionadas igual a 1.96;
[‡]DMS= al 0.05 de probabilidad; PG = Peso de grano; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca, PV = Peso volumétrico; DF = Días a floración y RMG = Relación mazorca grano.

4.2 Estimación de componentes de varianza

En el Cuadro 4.3 se presentan los valores estimados de los principales componentes de varianza, donde se puede observar que la heredabilidad en sentido amplio en todas las variables resulto elevada, quizá por estar estimada únicamente por el valor de varianza genética, en la cual esta involucrada la composición aditiva y de dominancia sin embargo, las características DF, AP, y AM, son valores que concuerdan con los encontrados por Vásquez (1990), indicando que pertenecen a las características fonológicas constituidas por pocos pares de genes. Las características PG, RMG y PV consideradas como componentes de rendimiento, los valores de heredabilidad obtenidos están sobre estimados, por usar los cuadros medios de los análisis de varianza de una sola localidad y poca repeticiones, como lo indica Márquez (1988). La siguiente población a formar (F₄) con las mejores características seleccionados

tendrá genotipos en su mayoría con estructura genética similar a las familias seleccionadas.

Con respecto a los valores de la ganancia genética (Δ_G), las características AP, no se mostró un valor considerable de ganancia en comparación con el resto de las variables evaluadas, destacando los valores de las características RMG y PV con 13.21 y 6.80 de ganancia respectivamente con respecto a la media general del ciclo anterior (C_3). Los valores de ganancia de altura de mazorca (AM) y de altura de planta (AP) son similares con las encontradas por Pineda (2001), cuando comparo los valores de C_3 , con el C_4 al usar la selección de hermanos Completos. Es importante considerar que en las características AP, AM y DF se buscan valores negativos o que sean significativos con respecto a la media general de la población del ciclo anterior, ya que los valores altos y positivos no verifican el propósito del mejoramiento del maíz en la región, por la tendencia a formar genotipos de porte bajo.

Cuadro 4.3. Estimación de los parámetros genéticos de seis características evaluadas.

VARIABLE	σ^2_P	σ^2_G	σ^2_e	H^2	Δ_G
DF	21.70	18.86	5.68	86.91	3.54
AP	0.31	0.28	0.06	90.32	0.44
AM	0.38	0.32	0.02	83.50	4.51
PG	16.50	14.65	3.70	88.78	3.15
RMG	279.99	252.73	54.53	90.20	13.21
PV	83.41	71.02	24.78	85.14	6.80

σ^2_P = Varianza fenotípica; σ^2_G = Varianza genética; σ^2_e = Varianza del error; H^2 = Heredabilidad en sentido amplio y Δ_G = Ganancia genética

4.3. Análisis de correlación

En el Cuadro 4.4 se presentan las correlaciones para las seis variables evaluadas donde se observa que existe una alta y significativa correlación entre ellas, indicando una alta dependencia de las mismas por lo que pueden ser utilizadas para llevar acabo una eficiente selección de genotipos con alto rendimiento de grano. Estos valores reflejan la uniformidad que se tiene en la mayoría de las características ya que al seleccionar un componente de rendimiento, el efecto es reflejado en la mayoría de las características evaluadas; cuando esto sucede en una población con varios ciclos de selección (C_4), la variabilidad genética es reducida y considerada como una población estable en sus frecuencias genotípicas. (Márquez, 1988).

Cuadro 4.4 Coeficiente de correlación y significancia de seis características agronómicas.

	DF	AP	AM	PG	RMG	PV
DF		0.897**	0.971**	0.921**	0.876**	0.866**
AP			0.910**	0.941**	0.931**	0.965**
AM				0.936**	0.843**	0.871**
PG					0.911**	0.912**
RMG						0.922**
PV						

*, ** = Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; PG = Peso de grano; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca, PV = Peso volumétrico; DF = Días a floración y RMG = Relación mazorca grano.

V. CONCLUSIONES

- De las seis características evaluadas solamente para altura de mazorca (AM) se encontró significancia para la fuente de familias dentro de grupos, responsable de estimar el componente de varianza genética
- En componentes de rendimiento como PG, PV y RMG no se encontró significancia sin embargo, las familias que tuvieron una tendencia superior fueron la número 6, 11, 18, 24, 26, 32, 33, 36, 44 y 59 que superan a la media general en una buena proporción.
- Los valores de heredabilidad para toda las características se consideran como altos, quizá por considerar una sola localidad, o bien la población es ya uniforme en la generación C₄.
- Las características que reflejan una mayor ganancia fueron RMG y PV sin pasar a ser sobresaliente.

- Los coeficientes de correlación entre las características evaluadas, resultaron altamente significativos, reflejando un efecto de alta dependencia entre ellas.

VI. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se analizó el comportamiento de 80 familias de hermanos completos de maíz derivado de la población Tlahua 100 C₄, en base a las variables DF, AP, AM, PG, RMG y PV. Los objetivos fueron estimar los principales componentes genéticos de las familias evaluadas y estimar su ganancia, al aplicar presión de selección y formar una nueva población con las mejores familias resultantes de la evaluación. La evaluación de familias de hermanos completos (FHC) se realizó en el ciclo Primavera-Verano 2002 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicado en Torreón, Coah. Se utilizó un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Se encontró que la fuente de variación repeticiones mostró diferencia significativa alta para la mayoría de las variables a excepción de RMG y PV. El efecto de grupos solo presentó diferencia estadística en la característica altura de planta, y en la fuente de familias dentro de grupos solo se presentó significancia para la variable altura de mazorca.

Las familias que tuvieron una tendencia superior fueron: 6, 11, 18, 24, 26, 33, 36, 44, y 59. La heredabilidad estimada fue alta y también se presentó una alta correlación positiva para todas las características.

VII. LITERATURA CITADA

- Bayardo, P. R. y Márquez, S.F. 1980. Selección familiar de hermanos completos en maíz (*Zea mays* L.) en base a parámetros fisiototécnicos. Nueva Época 25:19-28. Chapingo, México.
- Centro de Investigación Mexicano de Maíz y Trigo. (CIMMYT), 1983. Program. AN Overview. Internacional maize and wheat improvent center, México.
- Compton, W. A. and J. H. Lonquist. 1982. A Multiplicative Selection index Applied to Four Cycles of Full-Sib Recurrent Selection in Maize. Crop. Sci. 29 : 269-275.
- Comstock, R.E. y H.F. Robinson. 1948. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degrees of dominance. Biometric. 4:254-266.
- Davis, S.M. and P.L. crane. 1982. Recurrent Selection for rind thickness in maize and its relationship with yield, Lodging, and Other characteristics. Crop. Sci. 16: 53-55.
- Dhillon, B.S. and A.S. Khehra, 1984. Suggestions to overcome the limitation of inbreeding in modified full-sib selection. Cerear Research Communications: 123: 105-106.
- Garcia, B.F. 1989. Efectividad de la Selección Recurrente de Familias de Medios Hermanos y Hermanos Completos en la población superenana de Maíz (*Zea mays* L) Lucio Blanco Mejorado. Tesis Maestria UAAAN. Saltillo, Coah. México. 139 p.
- Gardner, C. O. 1961. Evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop. Sci. 1: 241-245.
- Hallauer, A.R. and F.O. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University. Press Ames.

- Hallauer, A.R. and S.A. Eberhart. 1976 Reciprocal full- sib selection. *Crop Sci.* 10:315-316.
- Hegemeyer, T,C and A.R. Hallauer. 1979. Selection among and within full-sib families to developed single closes of maize. *Iowa Estate. J. Sci.* 43:229-237.
- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI). 1988. El sector alimentario en México. Impreso en México, Aguascalientes México. 15 p.
- Jinahyon, S. and W.A Russell. 1983. Recurrent selection for stalk-rot resistance in a open pollinated variety of maize. *Iowa State. J. Sci.* 43:229-237.
- Johnson, E.C, K.S. Fischer, G.O Edmeades, And A.F:E: Palmer. 1986. Recurrent Selection for Reduced Plant Height in Low Land Tropical Maize. *Crop. Sci.* 26: 253-260.
- Lonquist, 1965. Métodos de selección útiles para el mejoramiento dentro de poblaciones. Trad. M.G. Gutierrez . *Fitotecnia Latino Americana.* 2:1-10
- Lonquist, and N.E. Williams, 1967. Development of maize hybrids trough selection among full-sib families *Crop sci.* 7:365-370.
- Mariaca, P.J.M.F 1991. Eficiencia de la selección recurrente de familias de hermanos completos con Pedigrí. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 86 p.
- Márquez 1992. S.,F Simposium de interacción genotipo ambiente. Guadalajara Jalisco.
- Márquez. S., F. 1998 *Genotecnia Vegetal Tomo II.* Primera edición. Editorial AGTESA. México .563 p.
- Martínez, H.L. 1986. Selección Recurrente de Hermanos Completos en la población de Maíz Tropical (*Zea mays L.*) Complejo-24. I. Estimación de Parámetros Genéticos. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 88 p.
- Martínez T.,R. 1996. Formación de una población de amplia base genética como selección recurrente de hermanos completos con pedigrí en maiz.(*Zea mays L.*), Tesis de maestría. UAAAN, Buenavista Saltillo México. 90 p.
- Moll, R.H. and W.D. Hanson. 1984. Comparisons of effects of intrapopulation vs interpopulation selection in maize *Crop Sci.* 24: 1047-1052.

- Moll, R.H. and C.W Stuber. 1971. Comparison of Responses to Alternative Selection Procedures Initiated With Two Populations of Maize (*Zea mays L.*) Crop. Sci 11: 706-711.
- Muchena, S.C., C.O Grogan and A.D. Violic. 1979. The effect of recurrent selection for reduction of plant and height on internode pattern in two tropical maize (*Zea mays L.*) populations. Cand. J Plant Sci. 59: 143-146.
- Pandey, S., A.O. Diallo, T.M. Islam, and J. Deutsch. 1988. response to Full Sib Selection in Four Medium Maturity Maize Populations. Crop. Sci. Sci. 27: 617-622.
- Paterniani, E. 1967. Selection Among and Within Half-Sib Families in a Brazilian Population of Maize (*Zea mays L.*) Crop. Sci. 7: 212-216.
- Pineda, S., 2001 Formación de dos poblaciones de hermanos completos en maíz (*Zea mays L.*) para el Bajío Mexicano. Tesis de Licenciatura, Buena Vista Saltillo, Coahuila, México.
- Ramírez, D., S. 1991 Selección Recurrente con familias de hermanos completos en la población CIPA (C₄) de Maíz (*Zea Mays L.*) bajo condiciones de temporal. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 90 p
- Secretaria de agricultura ganadería desarrollo rural pesca y alimentación (SAGARPA) 2001. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados unidos Mexicanos.
- Singh, M.S. Khehra and B.S. Shillon. 1986. Direct and Correlated Response to Recurrent Full- Sib Selection for Prolificacy in Maize. Crop. Sci. 26: 275-276.
- Vázquez R.,J. 1990. Selección y evaluación de familias de medios hermanos en maíz (*Zea mays L.*) de temporal, Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón Coahuila.
- Velazquez, M.R. 1978. Formación de híbridos simples en base a familias de hermanos completos. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados UACH. Chapingo, México.
- Webel, O.d. and J.M. Lonquist. 1967. An Evaluation of Modified Ear-to-Row Selection in a Population of corn. Crop. Sci. 7: 651-655
- Williams, W.P., P.M. Buckley and Davis 1989. Combining Ability for Resistance in Corn to Fall- Armyworm and Southwestern Corn Borer. Crop. Sci. 29: 913-915.

VIII. APPENDICE

Cuadro A1. Promedio de seis características agronómicas.

Genotipo	DF (días)	Genotipo	AP (m)	Genotipos	AM (m)	Genotipo	PG (t ha ⁻¹)	Genotipo	RMG (%)	Genotipo	PV (kg/ha)
251X252	85.0	75x76	2.30	75X76	1.15	27x28	10.70	147X148	95.95	105x106	82.82
318X319	84.5	229x230	2.20	205X206	1.15	203x204	10.70	305X306	93.65	53x54	82.55
271X272	83.5	251x252	2.20	297X298	1.10	143x144	10.60	17X18	90.55	235x236	82.41
199X200	83.5	333x334	2.20	35X36	1.00	253x254	10.50	281X282	88.75	73x74	82.30
197X198	83.5	255x256	2.20	53X54	1.00	153x154	10.50	53X54	87.10	233x234	81.87
153X154	83.0	149x150	2.15	201X202	1.00	53x54	10.45	318X319	86.70	243x244	81.87
53X54	82.5	233x234	2.15	235X236	1.00	89x90	10.30	105X106	86.45	281x282	81.55
85X86	82.5	235x236	2.15	281X282	1.00	147x148	10.30	73X74	85.70	153x154	81.39
219X220	82.5	241x242	2.15	59X60	0.95	73x74	10.05	27X28	84.65	335x336	81.26
215X216	82.5	253x254	2.15	71X72	0.95	95x96	9.65	299X300	84.50	333x334	81.25
21X22	82.0	299x300	2.15	85X86	0.95	291x292	9.60	333X334	84.10	37x38	81.11
35X36	82.0	316x317	2.15	299X300	0.95	318x319	9.60	85X86	84.10	17x18	80.77
89X90	82.0	215x216	2.15	333X334	0.95	35x36	9.50	35X36	84.00	71x72	80.71
143X144	82.0	85x86	2.15	335X336	0.93	81x82	9.50	235X236	83.95	21x22	79.91
147X148	82.0	63x64	2.15	153X154	0.90	245x246	9.50	247X248	83.75	119x120	79.90
293X294	82.0	53x54	2.15	271X282	0.90	333x334	9.45	283X284	83.70	283x284	79.88
295X296	82.0	37x38	2.15	21X22	0.85	23x24	9.40	219X220	83.60	63x64	79.73
101X102	81.5	35x36	2.15	215X216	0.85	243x244	9.40	93X94	83.45	295x296	79.68
155X156	81.5	17x18	2.15	241X242	0.85	25x26	9.30	101X102	83.35	81x82	79.63
185X186	81.5	243x244	2.12	243X244	0.85	201x202	9.30	291X292	83.30	273x274	79.53
217X218	81.5	73x74	2.10	257X258	0.85	251x252	9.25	149X150	83.25	257x258	79.43
291X292	81.5	335x336	2.10	267X268	0.85	267x268	9.25	143X144	83.20	85x86	79.32
31X32	81.0	201x202	2.10	293X294	0.85	85x86	9.20	151X152	83.20	203x204	79.00
59X60	81.0	71x72	2.10	327X328	0.85	71x72	9.15	327X328	83.00	241x242	78.98
63X64	81.0	217x218	2.05	73X74	0.80	37x38	9.15	297X298	82.95	297x298	78.94
203X204	81.0	320x321	2.05	203X204	0.80	105x106	9.10	233X234	82.50	97x98	79.92
235X236	81.0	267x268	2.05	207X208	0.80	233x234	9.00	83X84	82.50	327x328	78.81
261X262	81.0	181x182	2.05	233X234	0.80	83x84	8.90	241X242	82.40	239x240	78.61
305X306	81.0	153x154	2.05	17X18	0.75	257x258	8.85	271X272	82.25	89x90	78.57
335X336	81.0	23x24	2.05	23X24	0.75	149x150	8.75	193X194	82.25	25x26	78.55
61X62	80.5	9x10	2.00	65X66	0.75	185x186	8.75	75X76	82.25	201x202	78.48

Continuación

65X66	80.5	65x66	2.00	181X182	0.75	191x192	8.75	37X38	82.25	205x206	78.42
83X84	80.5	271x272	2.00	217X218	0.75	63x64	8.65	245X246	82.20	293x294	78.39
93X94	80.5	21x22	2.00	251X252	0.75	273x274	8.65	267X268	82.15	87x88	78.07
181X182	80.5	291x292	2.00	253X254	0.75	235x236	8.60	23X24	81.95	217x218	78.02
241X242	80.5	143x144	2.00	316X317	0.75	21x22	8.55	81X82	81.80	329x330	77.88
253X254	80.5	33x34	2.00	320X321	0.75	299x300	8.55	59X60	81.80	65x66	77.80
297X198	80.5	55x56	1.95	23X24	0.70	97x98	8.50	153X154	81.65	245x246	77.78
327X328	80.5	281x282	1.95	105X106	0.70	335x336	8.50	55X56	81.60	207x208	77.75
333X334	80.5	89x90	1.95	245X246	0.70	215x216	8.40	215X216	81.55	101x102	77.66
9X10	80.0	93x94	1.95	93X94	0.65	211x212	8.30	295X296	81.55	299x300	77.58
33X34	80.0	203x204	1.95	97X98	0.65	317x318	8.30	95X96	81.45	253x254	77.50
71X72	80.0	205x206	1.95	155X156	0.65	291x292	8.25	25X26	81.40	9x10	77.45
81X82	80.0	261x262	1.95	273X274	0.65	65x66	8.20	71X72	81.30	143x144	77.36
87X88	80.0	239x240	1.95	283X284	0.65	93x94	8.20	203X204	81.20	219x220	77.26
95X96	80.0	318x319	1.95	318X319	0.65	239x240	8.20	205X206	81.20	55x56	77.24
119X120	80.0	31x32	1.92	27X28	0.60	281x282	8.20	239X240	81.15	93x94	77.09
149X150	80.0	27x28	1.92	31X32	0.60	283x284	8.15	207X208	81.05	147x148	76.87
193X194	80.0	25x25	1.90	63X64	0.60	285x286	8.05	31X32	81.00	149x150	76.76
201X202	80.0	81x82	1.90	129X130	0.60	305x306	7.95	243X244	80.90	83x84	76.74
207X208	80.0	95x96	1.90	197X192	0.60	219x220	7.90	155X156	80.75	75x76	76.68
233X234	80.0	129x130	1.90	255X256	0.60	75x76	7.85	273X274	80.75	185x186	76.66
239X240	80.0	320x321	1.90	261X262	0.60	61x62	7.85	65X66	80.55	95x96	76.60
243X244	80.0	297x298	1.90	37X38	0.55	181x182	7.85	253X254	80.50	59x60	76.55
247X248	80.0	185x186	1.87	55X56	0.55	297x298	7.85	320X321	80.50	251x252	76.51
257X258	80.0	59x60	1.87	83X84	0.55	327x328	7.75	9X10	80.25	35x36	76.49
299X300	80.0	83x84	1.85	89X90	0.55	241x242	7.65	119X120	80.15	320x321	76.32
316X317	80.0	147x148	1.85	101X102	0.55	271x272	7.50	63X64	80.10	191x192	76.19
283X284	80.0	245x246	1.85	147X148	0.55	193x194	7.45	329X330	80.05	27x28	76.15
23X24	79.5	155x156	1.85	149X150	0.55	247x248	7.45	335X336	80.05	261x262	76.15
318X319	79.5	105x106	1.85	9X10	0.50	101x102	7.30	97X98	79.95	318x319	76.01
27X28	79.5	327x328	1.85	25X26	0.50	255x256	7.25	197X198	79.95	23x24	75.81
37X38	79.5	257x258	1.85	81X82	0.50	17x18	7.15	211X212	79.85	255x256	75.75
329X330	79.5	283x284	1.80	87X88	0.50	207x208	7.05	255X256	79.80	199x200	75.73
55X56	79.5	87x88	1.80	95X96	0.50	155x156	7.05	217X218	79.50	181x182	75.72

Continuación.....

75X76	79.5	191x192	1.80	143X144	0.50	329x330	6.90	89X90	79.35	316x317	75.58
25X26	79.0	207x208	1.80	185X186	0.50	129x130	9.85	87X88	79.25	305x306	75.49
105X106	79.0	197x198	1.80	247X248	0.50	9x10	6.75	185X186	78.85	155x156	75.49
129X130	79.0	101x102	1.80	291X292	0.50	320x321	6.65	129X130	77.55	267x268	75.33
273X274	79.0	293x294	1.75	329X330	0.50	55x56	6.65	199X200	77.50	61x62	74.95
281X282	79.0	61x62	1.70	191X192	0.45	199x200	6.65	316X317	77.32	247x248	74.90
73X74	78.5	97x98	1.70	239X240	0.45	31x32	6.45	201X202	75.50	291x292	74.79
93X94	78.5	193x194	1.70	119X120	0.40	293x294	6.30	61X62	73.25	31x32	74.77
191X192	78.5	211x212	1.70	193X194	0.40	55x60	6.25	33X34	71.00	271x272	74.70
211X212	78.5	247x248	1.70	199X200	0.40	217x218	6.05	191X192	70.70	129x130	74.23
245X246	78.5	119x120	1.70	211X212	0.40	119x120	5.70	181X182	69.55	211x212	73.13
267X268	78.5	199x200	1.65	273X274	0.40	261x262	5.50	261X262	69.45	193x194	72.73
17X18	78.0	273x274	1.40	295X296	0.40	33x34	5.40	21X22	65.80	33x34	71.75
255X256	78.0	305x306	1.35	305X306	0.40	87x88	4.80	293X294	62.20	197x198	68.43
205X206	78.0	295x296	1.20	61X62	0.35	197x198	4.70	257X258	61.20	215x216	60.79
MEDIA	80.5		1.94		0.69		8.26		80.93		77.53
†DMS	1.6		0.18		0.11		1.35		5.19		3.50

†DMS= al 0.05 de probabilidad; PG = Peso de grano; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca, PV = Peso volumétrico; DF = Días a floración y RMG = Relación mazorca grano.