

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



*Obtención de materiales SEMI-ENANOS (br-2) de maiz
(Zea. mays L.) para las zonas tropicales de Jalisco*

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de
INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA
P r e s e n t a
J. Jorge G. Trujillo Aguirre

Guadalajara, Jal., 1981

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal., Enero 5 de 1981

C. ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E .

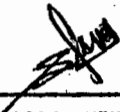
Habiendo revisado la Tesis del PASANTE JOSE JORGE

GERARDO TRUJILLO AGUIRRE Titulada:

"OBTENCION DE MATERIALES SEMI-ENANOS (br-2) DE MAIZ (Zea mays 1.)
PARA LAS ZONAS TROPICALES DE JALISCO".

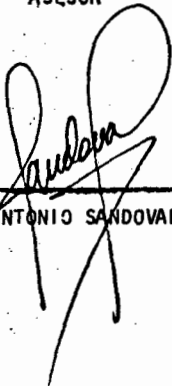
Damos nuestra aprobación para la impresión de la
misma.

DIRECTOR DE TESIS



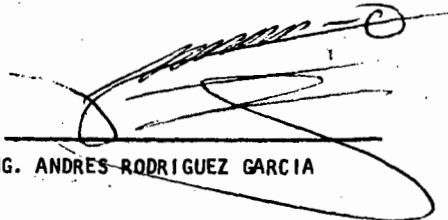
ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

ASESOR



ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

ASESOR



ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA

D E D I C A T O R I A .

A mis Padres:

J. Jesús Trujillo T.

Ma. Guadalupe Aguirre de Trujillo.

Con cariño y respeto.

Que con su apoyo y esfuerzo
logré realizar mis estudios.

A mis Hermanos:

Salvador

Merced

J. Jesús

Guillermo

Ma. Guadalupe

Luis Arturo

Fco. Javier.

Miguel Angel

Teodoro Ricardo

Sergio Alejandro

Ma. Gabriela Araceli.

Que me han servido de ejemplo y
sirva a los demás, y logren superarse.

Al Ing. Mario Abel que con su ayuda desinteresada ha logrado motivarme para seguir la investigación.

A Rosa Catalina, mi esposa,
que con su ayuda y apoyo moral
he logrado mis propósitos.

Al Ing. Salvador Mena M.
que me encaminó y ayudó
en mi preparación.

A todos los Ingenieros,
Maestros y compañeros
que de una u otra forma
me han ayudado.

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

A la Escuela de Agricultura, de la Universidad de Guadalajara, por la formación y apoyo que me brindó.

A los compañeros de trabajo del grupo EMMA que junto con ellos pudimos realizar éste trabajo.

A mis compañeros de trabajo del CAECAM por las facilidades concedidas para presentar el presente trabajo.

A las Instituciones que de una u otra manera me facilitaron información para la conclusión de éste trabajo.

Y a todas aquellas personas que desinteresadamente me brindaron su ayuda.

C O N T E N I D O .

PAG.

LISTA DE CUADROS, Y FIGURAS.

1	INTRODUCCION.	1
2	REVISIÓN DE LITERATURA.	3
2.1	Importancia de la Planta baja en Maiz.	3
2.2	Tipos de Genes Reductores de la Altura de Planta.	5
2.3	Morfología que provocan los genes.	7
2.4	Herencia del enanismo.	10
2.5	Características que presenta la utilización del gene braquítico 2.	11
2.6	Densidad de población y eficiencia fotosintética.	12
2.7	Ideotipo de Maiz.	14
3	OBJETIVO.	17
4	HIPOTESIS.	18
5	MATERIALES Y METODOS.	19
5.1	Descripción de los Ambientes de Selección.	19
5.2	Descripción de los Materiales Utilizados.	19
5.3	Manejo de los Materiales.	20
5.4	Metodología.	21
6	RESULTADOS Y DISCUSIONES.	24
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	29
8	RESUMEN.	30
9	BIBLIOGRAFIA.	31
10	APENDICE.	35

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.

		PAG
CUADRO 1	EFFECTOS COLATERALES DE GENES DE ENANISMO	8
CUADRO 2	CARACTERISTICAS FENOTIPICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS 1976 - 1977.	25
CUADRO 3	ANALISIS DE LA SEGREGACION FENOTIPICA DEL GENE RECESIVO BR 2 .	26
CUADRO 4	COMPARACION DE LA ALTURA MEDIA DE PLANTA Y KAZORCA DE LA POBLACION ORIGINAL CON LOS MESTIZOS OBTENIDOS EN EL CICLO 1978 - 1979.	28
FIGURA 1	LOCALIZACION DE ALGUNOS GENES MUTANTES EN LOS CROMOSOMAS DEL MAIZ.	6a
FIGURA 2	CURVA DE RENDIMIENTO DE GRANO Y DENSIDAD DE POBLACION PARA MAICES DE RIEGO.	13a
FIGURA 3	COEFICIENTES DE ENDOGAMIA PARA TRES SISTEMAS DE APAREAMIENTO DURANTE DIEZ GENERACIONES.	16a

1. I N T R O D U C C I O N .

El Maíz es un cereal de suma importancia ya que es uno de los productos básicos para la alimentación del pueblo mexicano, por otra parte, Jalisco ocupa el primer lugar en su superficie cultivada, sin embargo, la producción de éste cultivo debe ser incrementada debido a la gran demanda. Una de las formas a las que se puede recurrir es la explotación del potencial genético existente dentro de ésta especie, (*Zea - Mays L*), identificando genotipos altamente resistentes al acame, enfermedades y condiciones adversas como pueden ser, resistencia a heladas y adaptabilidad a altas densidades de población.

La altura de la planta en Maíz es uno de los problemas que reducen los rendimientos; en zonas tropicales y subtropicales se han reportado pérdidas por acame hasta del 42%.

La solución al problema del acame es bajar la altura de la planta, una de las alternativas es la utilización del gen braquítico 2 (br-2). La utilización de éste mutante para bajar la altura de la planta ha resultado un tanto favorable ya que se reduce en un gran porcentaje la pérdida por acame.

Por otra parte, hay otra ventaja al tener maíces de planta baja, que es la de facilitar la cosecha mecánica o manual puesto que la altura de la mazorca se encuentra entre -

0.80 y 1.00 mt, reduciendo así el esfuerzo físico que se requiere para cosechar en algunas variedades que tienen la mazorca a los 2 mt de altura.

2. R E V I S I O N D E L I T E R A T U R A .

Poey (1974) dice que por exceso de altura de planta se han llegado a reportar hasta un 42% de pérdidas por acame. La arquitectura deseable de la planta que se pretende obtener, debefá tener una altura de planta de 1.80 a 2.00 mt y altura de mazorca de 0.80 y 1.00 aproximadamente.

Una de las alternativas para reducir la altura de planta de Maíz es mediante la utilización del mutante braquítico 2. Existe una serie completa de braquíticos (br 1, br 2, br 3, - etc), "mazorca antera", "enano", (versiones baja y alta), "pigmy"; de los cuales se mencionarán las características en las secciones siguientes, (Johnson 1976). El mutante que mejores características presenta para trabajar es el braquítico 2, el cual fué utilizado para desarrollar el presente trabajo.

2.1 Importancia de la Planta Baja en Maíz.

Las plantas han desarrollado características y diferencias en la duración de sus ciclos vegetativos y reproductivos como consecuencias evolutivas su selección natural y domesticación, pudiendo así identificarse fenotipos que se adapten a zonas ecológicas específicas. La arquitectura de la planta también ha sufrido presiones evolutivas que han resultado en gran variabilidad en número, longitud y anchura de hojas, altura de planta y mazorca, ramificación de espigas, etc. Poey (1975).

La facilidad o dificultada de efectuar cambios en uno o más de los atributos enumerados, depende de los factores genéticos que controlan el desarrollo y expresión de tales características aprovechando éste tipo de transformaciones en las arquitecturas de las plantas. Así tenemos que los maíces tropicales se han caracterizado por lo general por presentar un aumento de rendimiento asociado al aumento en altura de planta y mazorca. Constituyendo un factor limi- tante en la recomendación de nuevos híbridos y variedades principalmente por su susceptibilidad al acame, especialmente en altas densidades de población, Poey (1974).

Castro (1972), reporta que en híbridos normales el porcentaje de acame fluctúa entre el 11 y el 25% en las densidades más bajas, mientras que en alta densidad lo hace entre el 32 y el 42%.

Ante ésta tendencia muchos fitomejoradores, están atribuyendole al criterio planta baja una importancia primordial en sus programas de mejoramiento.

La metodología para lograr éste propósito difiere --- principalmente en el aprovechamiento de efectos genéticos cuantitativos exclusivamente, o, asociados con los efectos del enanismo del gene braquítico-2 (br-2), Poey(1974).

2.2. Tipos de Genes Reductores de la Altura de la Planta

E.G. Anderson, citado por Molina (1959), reporta en el Maíz un tipo enano proveniente del material expuesto a las radiaciones de la bomba atómica de Bikini, ésta mutación resulta ser un alelo del gene $d-1$ (Enano Andromecia típica enana, planta muy corta y compacta; hojas anchas, y gruesas, bórulas compactas, enteras en la mazorca, responde a giberelinas), pero es algo más grande y vigoroso. Además hace un estudio de varias mutaciones las cuales agrupa como sigue:

Cromosoma 1: Se produjeron cinco mutaciones de mazorca andrógina Mediante Radioactividad, dos de éstos han sido localizados en el cromosoma 3 y no se ha comprobado si son alelos del gene ($an-1$), (104 an_1 mazorca antera-antemas muy bien mostradas no fertilizadas, planta corta, hojas cortas y anchas; responde a giberelinas), localizado en el mismo cromosoma.

Cromosoma 2: Del material de Bikini se han aislado mutantes enanos y se han localizado en el cromosoma 2, muestran ser alejos entre sí.

Cromosoma 3: Por radioactividad se han producido tres mutantes que muestran ser alelos del gene $d-1$;

D-8 Dominant Dwarf. (D_8 Enana Dominante, similar a d_1 3-18 no responde a giberelinas).

Cromosoma 7: Se aisló un mutante enano del material de Bikini, muestra amplio ligamiento con un "glossy" (plántulas brillantes).

Cromosoma 9: Se han localizado seis genes de enanismo en esta cromosoma muestran ligamientos con wx, (albumen con almidón - ceroso), 59 wx (waxy endosperm).

Cromosoma 10: Ha sido localizada una mutación de mazorca en andrógina en el brazo largo de esta cromosoma. Anderson (1951) - citado por Molina (1959).

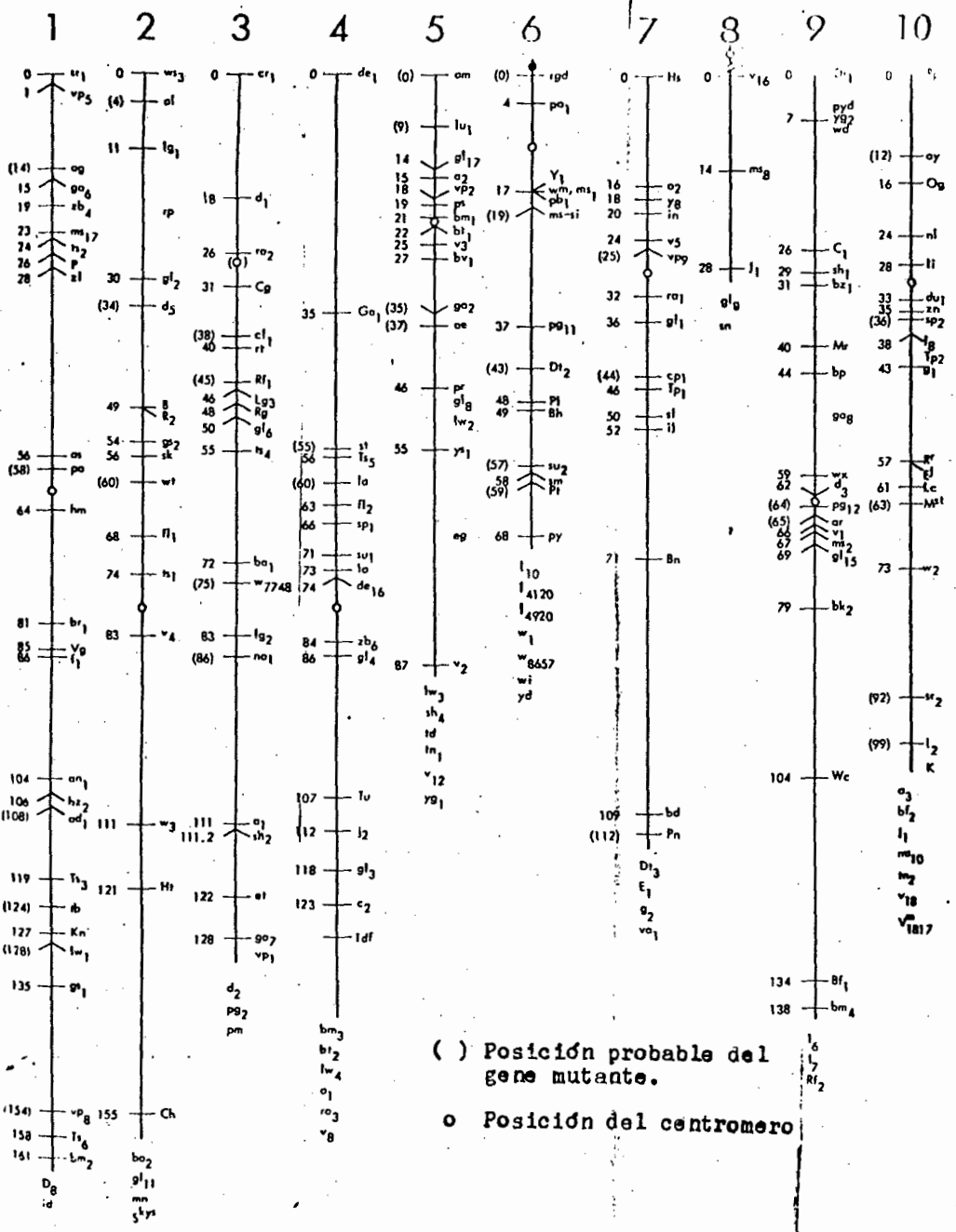
Singleton citado por Molina (1959), reporta que tanto braquítico 2, como braquítico 3; son mutaciones de R4 (enano dominante) y ambos tuvieron más o menos la misma altura de Planta en 1958, 114 cm.

Burhan (1959) reporta un carácter del enanismo denominado - Dwarf S₃ y dice ser un carácter originalmente producido por radioactividad por Stadler. Muestra ligamiento con el gene Waxy - (WX).

Umali et al (1959), dice haber aislado una línea braquítica de la variedad Bicol White Flint; altura de planta de 90 cm. La considera diferente del braquítico 1 (br 1), localizada en el cromosoma 1, locus 92.

Earl R. Leng y M.L. Vineyard (1950), estudiaron 26 fuentes de enanismo que incluyeron los tipos Oakes, Dwarf, W₈ Dwarf, H₁

Figura 1.
LOCALIZACION DE ALGUNOS GENES MUTANTES EN LOS CROMOSOMAS DEL MAIZ.



() Posición probable del gene mutante.
o Posición del centromero

Dwarf y R₄ Dwarf; y sugirieron la denominación de "braquítico 2" (br 2), para el gene mayor que controla la longitud de entrenudos en los grupos Oakes, Dwarf y R₄ Dwarf, la diferencia entre ambos está en que éste último tiene entrenudos cortos solo abajo de la mazorca (compacto o reducido) y, áquel tiene los entrenudos cortos en general. Tanto W₈ Dwarf como O₇ Dwarf segregantes pueden clasificarse en el estado de plántula.

2.3 Morfología que Provocan los Genes.

La limitación más obvia para incrementar la densidad de población es la altura de la planta. En la especie (*Zea Mays* L), hay un gran número de mutantes modificadores de la altura de la planta que podrían emplearse para reducirla considerablemente. Entre esos mutantes figuran los "braquíticos", (br 1, br 2, br 3 etc), "mazorca anera" (104 an), "enan" (d₁ s), "pigmeo" (py), "reducido" y otros genes simples independientes recesivos, y se pueden usar solos o en varias combinaciones.

El uso de éstos genes mayores para reducir la altura de la planta no está sin embargo libre de una serie de complicaciones que hacen que su empleo sea un tanto menos sencillo de los que parecen ser el caso en el cuadro No. 1 donde se enumeran algunos de los efectos colaterales más comunes:

CUADRO 1.

EFECTOS COLATERALES DE GENES DE ENANISMO.

g e n	e f e c t o s
1) Braquítico 1 br 1, br 1	Morfología irregular de la planta en cuanto a su tamaño y forma, reducción del tamaño de la mazorca.
2) Braquítico 2 br 2, br 2	Expresión un tanto errática de la altura de la planta y hojas muy anchas.
3) Braquítico 3 br 3, br 3	Ocurrencia conjunta de hojas, mazorca y espiga; lo cual da un aspecto de escoba a la planta.
4) Mazorca-Antera An-An	Una proyección de la mazorca en forma de una sola espiga que produce polen. A menudo se le asocia con una mazorca muy delgada y deficientemente desarrollada.
5) Pímeo Py, Py	Las hojas tienden a ser cortas y puntiagudas con una reducción más o menos uniforme del porte general de la planta incluyendo la mazorca de manera que la clasificac-

6) Compacto

Cp-Cp

ción se hace difícil.

Errático se hace en expresión y en relación de segregación difícil de identificar.

7) Enano 1 Corto

 $d_1 (s), d_1 (s)$

Extremadamente corto con frecuencia de no más de 25 a 30 cm - de alto.

8) Enano 1 Alto

 $d_1 (t), d_1 (t)$

Un tanto corto, con frecuencia susceptible al acame pese a su - baja estatura.

Johnson (1976).

2.4 Herencia del Enanismo.

La cruce de una variedad normal por una de tipo braquítico he_{cha} por Kempton en 1921 citado por Molina (1959), dió una F₁ total_{mente} normal. La F₂ segregó hacia plantas normales y braquíticas con una relación 3:1. También encontró que varias plantas clasifi_{ficadas} como normales tenían uno o más entrenudos cortos que se _{podían} localizar en cualquier lugar de la longitud del tallo, ta_{les} plantas las consideró como heterocigotas para el carácter bra_{quítico} como una falta de dominancia o podrían considerarse como caso de segregación incompleta.

R.A. Emerson y Sterling H. Emerson citados por Molina (1959) observaron una altura de planta normal en la F₁ de la cruce entre el tipo enano verdadero y las plantas normales, y la F₂ segregan_{do} hacia normales y normales enanos en relación 3:1, de lo anterior concluyeron que el enanismo actúa como un carácter recesivo sim_{ple}. También encontraron que la F₁ de la cruce entre el tipo ena_{no} verdadero y mazorca androgina resulta totalmente normal y en la F₂ el doble recesivo es un tipo extremadamente enano cuya lon_{gitud} de la caña incluyendo la espiga es a menudo de 12 cm y es un tipo casi estéril.

Los mecanismos hereditarios están regidos por dos tipos prin_{cipales} de herencia, la cualitativa o de genes mayores y la cu_{antitativa} o poligénica. La primera está dominada por uno o pocos genes que demuestran sus efectos en forma clara y precisa. La ex_{presión} de sus efectos se puede clasificar dentro de la distribu

ción de frecuencias fenotípicas y por lo tanto siendo además poco o nada afectados por el medio ambiente. (Poey 1975).

Molina (1959) concluyó que siempre que se cruzan dos tipos genéticos cuyos genes están localizados en locus distintos, esto es que no son alelos, la F_1 es de altura normal.

2.5 Características que presenta la Utilización del Gene Braquítico 2.

Los genes que reducen la altura de la planta en forma drástica tienden a estar asociados con una demora considerable de la maduración lo cual hace que las plantas bajas sean de maduración más lenta que en sus versiones originales. La utilización del gené br 2, implica una reducción drástica de la altura de la planta mediante un acortamiento en el largo de los entrenudos situados debajo de la mazorca. Este gen sin embargo ocasiona otros efectos fenotípicos, tales como mayor anchura de las hojas, la madurez de la planta y a producir mazorcas deformadas como consecuencia de polinización defectuosa en la base de la mazorca. Poey (1974).

Aún así reconociendo todas estas dificultades, existe todavía el potencial para emplear estos genes mayores a efecto de desarrollar plantas de maíz de altura más reducida. Señalando que el uso del gene braquítico 2, por sí solo no es suficiente para lograr una arquitectura de planta satisfactoria, sino que debe combinarse con selección adicional para hojas más angostas uniformes sobre la planta y quizá un número menor de hojas. Johnson (1976).

La susceptibilidad al acame observada en la mayoría de las variedades e híbridos de maíz utilizados en la zona trópic de América, representa una limitación importante para lograr mayores rendimientos, mecanizar la cosecha y aumentar la densidad de población. La utilización del gene braquítico 2 y la selección simultánea de forma y posición de hojas de acuerdo a un modelo pre concebido, deberá permitir un mayor aprovechamiento fotosintético por planta y por unidad de área. Poey (1974).

Como sucede en la mayoría de los genes mutantes recesivos - existen en las poblaciones los mecanismos modificadores con efectos cuantitativos que pueden ser seleccionados para contrarrestar los efectos drásticos de los mutantes. Para el caso del br 2, se ha informado de la posibilidad de capitalizar esos mecanismos para reducir el enanismo extremo. El ancho y verticalidad de las hojas es también modificable en las poblaciones del maíz tropical también mediante selección gradual de efectos cuantitativos favorables. Poey (1974).

2.6 Densidad de Población y Eficiencia Fotosintética.

Los criterios de eficiencia por planta y unidad de área pueden estar asociados a altas densidades ya que estos factores interactúan negativamente con el rendimiento, ya sea por planta o por superficie la causa principal que puede modificar esta asociación es la competencia por luz, nutrientes y humedad de suelo. Esta competencia altera el desarrollo de la planta ocasionando tallos finos y de mayor altura con menos mazorcas y menor tamaño. En un estudio realizado a diferentes densidades de población 40,

000, 80,000 y 120,000 plantas por hectárea, pueden apreciarse que los índices por planta se reducen mientras que los rendimientos por hectárea tienden a incrementarse a densidades mayores citados por Poey (1975).

El fenotipo ideal que se trata de lograr se fundamenta en conceptos teóricos sobre eficiencia fotosintética como una función de la intercepción de la energía solar. En la Universidad de Guelph, Canada; Duncan (1972), se estudió este aspecto teóricamente utilizando de una computadora programada para considerar diferentes genotipos, condiciones de luminosidad distanciamiento de plantas, ángulo de hojas y otros factores que intervienen en la fotosíntesis, (Poey 1974). Se encontró que el IAF (Índice de Área Foliar) está íntimamente asociado al número de plantas por hectárea y su influencia en el rendimiento fue analizada en función de la máxima eficiencia por planta, en la Figura 2, se pueden observar dichos resultados.

Es importante considerar el factor IAF, ya que en estudios realizados se encontró que entre 3 y 4 es decir la relación entre superficie de área foliar sobre unidad de área, las hojas horizontales interceptaron de 75 a 80%. En la práctica el IAF de 3.5 corresponde a aproximadamente 40,000 plantas por hectárea. (Poey 1979).

La posición vertical de las hojas tiene influencia sobre los rendimientos de grano de maíz. Pendleton (1968), evaluó los efectos de las hojas erectas en la producción de grano empleando un

híbrido isógeno con el gene recesivo "liguleless" lg-2 sin ligu-
la, como una fuente genética para proporcionar hojas erectas. En
éste mismo estudio incluyó un híbrido de maíz normal al cual le
fueron colocadas las hojas con posición erecta mecánicamente en
dos modalidades: a una parcelas las hojas de las plantas les fue-
ron puestas en posición erecta de la mazorca hacia arriba y las
otras parcelas las hojas fueron puestas erectas a toda la planta.
El resultado reportado indica que el híbrido isógeno con hojas
erectas obtuvo el 41% más de rendimiento sobre el híbrido normal.
El híbrido con las hojas erectas de la mazorca hacia arriba rin-
dió 14.2% más que el normal y el híbrido con todas las hojas er-
ectas solo superó al normal en 6.6% (Mock y R.B. Pearce 1975).

2.7. Ideotipos de Maíz.

Al hablar de ideotipo de maíz nos referimos a lograr formas
una planta con características óptimas estos deben ser altamente
productivos adaptarse a las condiciones de humedad resistente a
altas densidades de población, eficiente conversión de fotosín-
tesis a grano, intervalo corto entre arrojamiento de polen y sur-
gimientos de los estigmas, un lento envejecimiento de hojas. Mock
y Pearce (1975).

El desarrollo de un tipo individual de planta o un tipo como
sugiere Mock y Pearce (1975), conduce a una selección de poca
variabilidad genética además debe producir selectas pero diver-
sas poblaciones conteniendo plantas con las cualidades deseadas
pero cada una con diferente constitución genética y citoplásmica

Con la utilización especialmente de genes recesivos se corre el riesgo de no identificar los sobrecruzamientos que interesan. Cuando se realiza autofecundación se disminuye la frecuencia de heterocigotes múltiples, ocasionando también menos posibilidades de entrecruzamientos que den las combinaciones deseadas de genes Poey (1978).

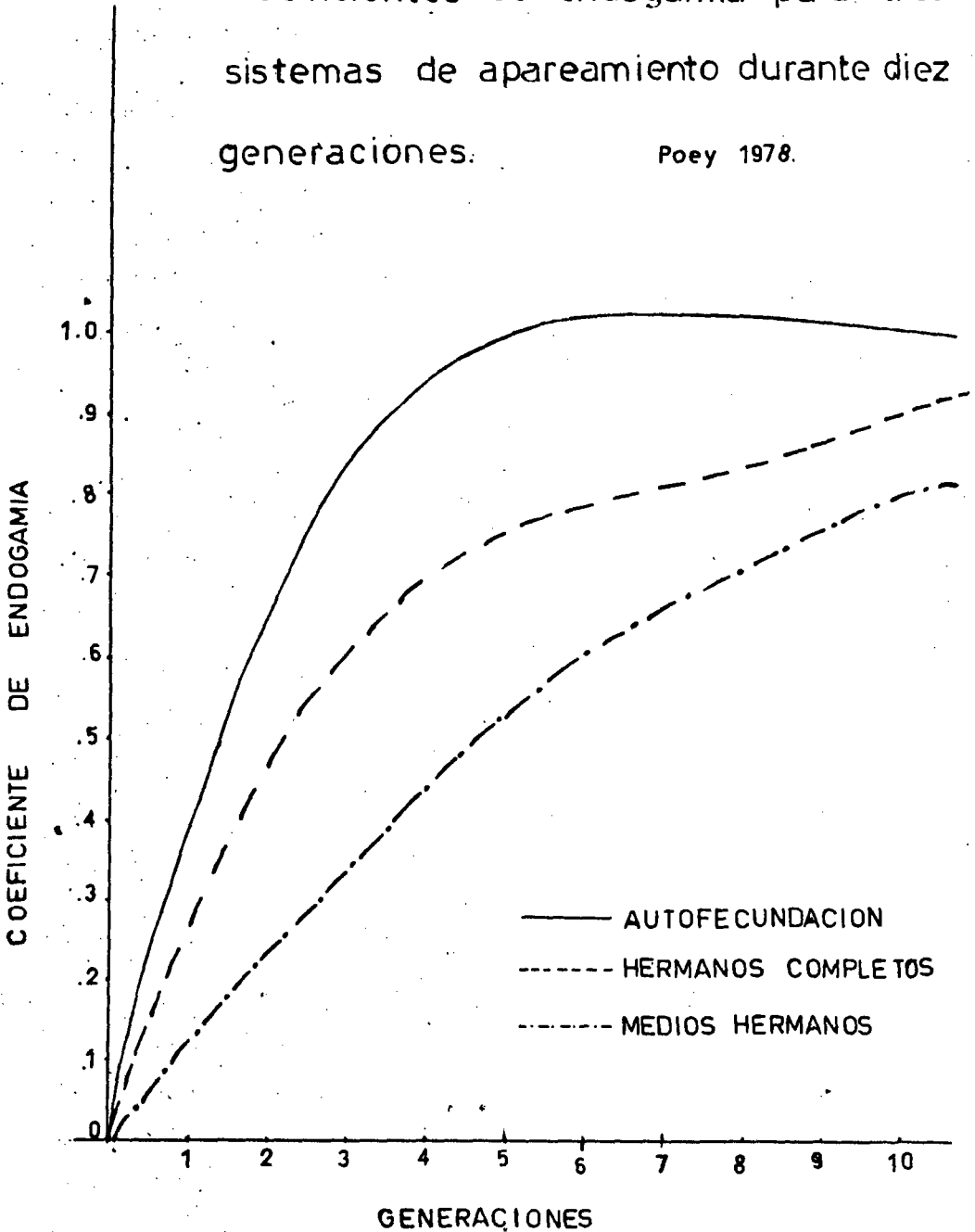
En otras palabras, conviene mantener una frecuencia alta de heterocigotes para favorecer sobrecruzamientos entre los genes, de ambos tipos de progenitores, el recurrente y el donador. Por ese motivo se sugiere, que las recombinaciones se hagan mediante cruzamientos fraternales dentro de cada línea y no mediante autofecundación. En el caso que la característica que interesa se pueda identificar al momento de la floración, como por ejemplo altura de planta, los cruzamientos fraternales se pueden realizar entre las plantas seleccionadas. Poey (1978).

El proceso de cruza fraterna recombina los alelos recesivos con la misma frecuencia que el de autofecundación. La probabilidad de recuperar un determinado par de alelos en formas homocigotas en una población segregante F_2 por cualquiera de éstos procesos, es teóricamente igual a .25, es decir una de cada cuatro plantas. Por otro lado el proceso de cruza fraterna ocasiona endogamia más lenta que la autofecundación, permitiendo mayor vigor y variabilidad para seleccionar efectos cuantitativos que pudieran estar enmascarados por la falta de vigor y mayor homocigosis de líneas autofecundadas. Este programa tiene el inconveniente sin embargo de necesitarse más generaciones para lograrse

homocigosis, como se puede observar en la Figura 3. La endogamia que se espera del proceso de cruza fraternal en siembra de maiz por surco, es aproximadamente tres veces menor que la obtenida por autofecundación. Poey (1978).

Los efectos aditivos pueden seleccionarse más efectivamente en la formación de líneas braquíticas puras mediante una endogamia lenta que reduzca menos la pérdida de vigor característica del proceso de autofecundación. Esto se puede lograr alternando generaciones de autofecundación. Con esta modalidad se puede mantener mayor vigor en las líneas durante su proceso de formación permitiendo la mejor manifestación de los efectos aditivos que contribuyen al rendimiento. Sin embargo, esta modificación requiere mayor número de generaciones para alcanzar homocigosis, Poey (1978).

Coeficientes de endogamia para tres sistemas de apareamiento durante diez generaciones. Poey 1978.



3. O B J E T I V O .

El objetivo del presente trabajo es reducir la altura de la planta en poblaciones tropicales de Maíz (*Zea Mays L*) mediante la utilización del gene braquítico 2.

4. H I P O T E S I S .

Mediante la incorporación del gene recesivo braquítico 2 - (br 2), en poblaciones de maíz normal es factible reducir la altura de la planta.

5 M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

5.1 Descripción de los Ambientes de Selección.

El presente trabajo se desarrolló durante cinco ciclos en los campos experimentales de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara; fué iniciado en "Los Belenes", del Municipio de Zepopan, en el Estado de Jalisco, 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 Savanna sub-húmedo, con oscilación térmica extrema y con una temperatura media anual de 22.9°C con una precipitación media anual de 885.6 mm y una altura sobre el nivel del mar de 1,550 mt. (García 1973).

Otro ambiente de selección fué en el Campo Experimental de La Huerta Jal; y las características de la zona son de: latitud $19^{\circ}28'$ Norte, Longitud Este $104^{\circ}38'$, con altitud de 500 mt sobre el nivel del mar; el clima está clasificado de cálido semihúmedo sin cambio térmico invernal, con una temperatura media anual de 25.2°C y precipitación pluvial de 1105 mm. (INIA 1971).

5.2 Descripción de los Materiales Utilizados.

Los materiales utilizados para el desarrollo del presente trabajo fueron materiales avanzados y proporcionados por el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). Y los cuatro primeros procedentes del Banco de Germoplasma de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara.

Compuesto II Celaya Ciclo IV

Compuesto II Celaya Ciclo III

Compuesto II Celaya Ciclo I

Sintético 1-20

Líneas 111 x etc.

Tuxpeño de altura.

Tuxpeño x antillano

Compuesto 301.

Todos estos en generaciones avanzadas fueron cruzados por dos fuentes de enanismo en un trabajo anterior desarrollado en el Grupo EMMA (Estudiantes Mejoradores de Maíz) de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara.

Compuesto 301 br 2.

Braquítico de Tierra Alta 33.

5.3 Manejo de los Materiales.

El sistema de siembra que se utilizó fue el mismo en las dos localidades y fue el siguiente:

Distancia entre surcos: 85 cm, plantas por mata, distancia entre plantas 25 cm, y densidad de siembra de 45,000 plantas por hectárea.

La fertilización para el cultivo fue 160- 40- 0 fraccionada se aplicó todo el fósforo y la mitad del nitrógeno a la siembra - posteriormente se aplicó la otra mitad al nitrógeno durante la - segunda escarda, después de la siembra y antes de la emergencia se aplicó Gesaprim Gombi para hierba de hoja ancha, después de la primera escarda se aplicó una combinación de Gesaprim 50 más Gesa

prim Combi en relación de 2 a 1 Kg en 400 lt de agua, eliminándose así el problema de incidencia de hierbas de hoja ancha.

Con respecto a las plagas de suelo se aplicó Volatón 2.5% en dosis de 25 kg/ha.

De las plagas que incidieron el follaje durante el desarrollo del cultivo se presentó gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*, J. Smith), y se utilizó Dipterex al 2.5% dosis de 14 kg a 16 kg/ha, como medio de combate.

Se presentó también el frailecillo el cual forma grandes poblaciones a la floración en la espiga, esto fue combatido con Savin 80% P.H., en dosis de 1.5 kg en 400 lt de agua.

5.4 Metodología.

Primer Ciclo 1976/1977:

De las cruzas formadas tenían la característica del braquiti co 2 en condición heterocigótica dichos compuestos fueron el COMPUUESTO CELAYA, formado por las cruzas de las variedades Celaya - con la fuente braquítica COMPUESTO 301 proporcionado por el CI--MAYT.

El COMPUESTO TUXPEÑO, formado por el resto de las poblaciones cruzadas por una fuente braquítica de tierra alta, proporcionada por NORTHROP, KING Y CIA. S.A.

Segundo Ciclo 1977/1977.

El segundo ciclo de trabajo fue realizado en el Campo Experimental de "Los Belenes", de la Escuela de Agricultura de la Univer

sidad de Guadalajara, durante el cual se sembraron surco por mazorca, las mazorcas cosechadas el ciclo anterior. Durante éste ciclo se observó que hubo plantas braquíticas, plantas altas con altura de más de 2.30mt, entrenudos cortos por debajo de la mazorca; también hubo plantas con menos de 1 mt con hojas rugosas, características ligadas al braquítico y también plantas con características como las pretendidas en el presente trabajo. En éste ciclo las plantas tipos fueron cruzadas entre sí dentro de cada compuesto.

Tercer Ciclo 1977/1978.

Durante el tercer ciclo se sembraron surco por mazorca todas las mazorcas que se obtuvieron en el ciclo anterior fijando la característica braquítico en cada una de las familias. Este ciclo se realizó en el Campo Experimental de La Huerta, de la Escuela de Agricultura, llevando a cabo cruzamientos en cadena de hermanos completos dentro de cada familia controlando la polinización, esto con el objeto de que al cosechar se observará la apariencia fenotípica de la planta seleccionada. Como lo menciona Poey (1978) los genes mayores que contribuyen al rendimiento o a la calidad nutritiva, generalmente cambian su media, pero sin modificar la varianza que existía previamente a su introducción. El gene de enanismo braquítico es un buen ejemplo ya que después de introducido el mutante de la población, ésta puede seguir modificándose hacia sentidos opuestos de altura con relación a la nueva media de altura alcanzada. De tal forma que se trató de seleccionar hacia plantas tipo normal, pero, planta baja, es decir tratando de

eliminar los efectos deletereo-negativos que lleva ligados el gen braquítico 2.

Cuarto Ciclo 1978/1978.

Este se llevó a cabo en terrenos experimentales de la Escuela de Agricultura, localizados en "Las Agujas", Municipio de Zapopan, Jal; que tiene las mismas condiciones de "Los Belenes", - durante éste ciclo se llevó a cabo la formación de mestizos, éstos se obtienen de la cruce de FAMILIAS POR PROBADOR COMUN. Utilizando como probador el br-PCCMCA proporcionado por NORTHROP, KING Y CIA, S.A.

Quinto Ciclo 1978/1979.

Este se llevó a cabo en los Campos Experimentales de La Huerta durante el cual se evaluaron los mestizos de las familias que iban resultando mejor fenotípicamente con el objeto de medir la altura de la planta y el comportamiento de cada familia.

Los testigos que se usaron en ésta evaluación fueron los siguientes: Tc 47, Tc 41, Tc 45, PCCMCA y Tuxpeño talló corto (Tuxp Tc).

6 R E S U L T A D O S

Y

D I S C U S I O N E S .

Una metodología a la que se puede recurrir para reducir la altura de la planta en Maíz es mediante la utilización del gene braquítico 2.

En el cuadro 2 se presentan las alturas de planta y de mazorca originales de las poblaciones, es decir antes de la incorporación del gene braquítico 2.

En la generación F_2 los materiales segregaron en relación de tres normales con un braquítico y durante éste ciclo se seleccionaron solamente genotipos braquíticos 2 identificándolos por las características de hojas rugosas, entrenudos cortos por debajo de la mazorca y plantas compactas. Los resultados de χ^2 se presentan en el Cuadro 3.

C U A D R O 2 .

CARACTERISTICAS FENOTIPICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS.
CICLO 1976 - 1977.

m a t e r i a l e s	alt.pl mt	alt. mz. mt	dfas a flor.
COMPUESTO CELAYA II Ciclo IV	2.65	1.37	68
COMPUESTO CELAYA II Ciclo III	2.52	1.56	69.0
COMPUESTO CELAYA II Ciclo I	2.38	1.33	68
SINTETICO 1-20	2.68	1.42	68
LINEAS 111 x eto	2.29	1.06	70
TUXPEÑO DE ALTURA	3.18	1.93	72
TUXPEÑO X ANTILLANO	2.50	1.50	72
COMPUESTO 301	2.41	1.36	73
COMPUESTO br 2 301	1.15	0.47	81
	X 2.57	X 1.44	

NOTA: De la fuente braquítica de Tierra Alta no se tuvieron los datos.

C U A D R O 3.

ANALISIS DE LA SEGREGACION FENOTIPICA DEL GENE RECESIVO

br 2

C l a s e s	oi	ei	desv
Altos	137	134	3
br 2	42	45	- 3

$$x^2 \frac{(137 - 134)^2}{134}$$

134

$$\frac{(42 - 45)^2}{45}$$

45

$$x^2 \underline{\underline{0.27}}$$

Valores de Tablas.

$$x^2 0.5 \quad 0.455$$

$$x^2 0.75 \quad 0.102$$

La hipótesis de la proporción 3:1 tiene una probabilidad de acierto entre el 50 y el 75%. Dado que el muestreo se efectuó con un número pequeño de plantas se puede pensar que la falta o exceso de alguna de ellas provoca un cambio notable en el valor de χ^2 por lo cual el resultado obtenido nos permite aceptar la suposición de que existe la proporción 3:1 en la población muestreada.

Para comparar datos de altura se consideró que Tuxpeño Tc - por ser uno de los materiales más altos, excepto el mestizo 510 B pero se puede observar que aunque hubo heterosis dentro de los mestizos conservaron su estatura, la cual es baja, por lo que en condiciones favorables se puede afirmar que los materiales son de porte bajo como se puede observar en el cuadro 4.

La altura media de los materiales originales con los que se derivaron los compuestos fué de 2.57 mt, (ver cuadro 2); para la altura de la planta que fué tomada a la punta de la espiga y de 1.44 mt para la altura de la mazorca, ésta fué tomada a la base de la misma.

Las alturas medias tomadas de los mestizos braquíticos obtenidos fueron de 1.85 mt, para la altura de planta y 0.70 mt para la altura de la mazorca. Ver cuadro 4.

C U A D R O 4 .

COMPARACION DE LA ALTURA MEDIA DE PLANTA Y MAZORCA DE LA POBLACION ORIGINAL CON LOS MESTIZOS OBTENIDOS EN EL CICLO 1978 - 1979.

	POBLACION br 2	POB. PLANTA BAJA. (TUXPEÑO Tc)
	\bar{x}	\bar{x}
ALTURA PLANTA	1.85 mt	2.33 mt

	POBLACION br 2	POB. PLANTA BAJA. (TUXPEÑO Tc)
	\bar{x}	\bar{x}
ALTURA MAZORCA	0.70	1.33

7. C O N C L U S I O N E S

Y

R E C O M E N D A C I O N E S .

Para las condiciones bajo las que se desarrolló el presente trabajo y en base a la hipótesis planteada se hacen las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- 1.- El incorporar el gene recesivo br 2 permite reducir la altura de la planta de tal forma que se acepta la hipótesis planteada al iniciar este trabajo.
- 2.- Al gene braquítico se asocian algunas características indeseables pero, con la utilización de genes modificadores como mencionan algunos autores, es posible contrarrestar la influencia de estas características, en este trabajo no se cuantificó, la selección de dichos genes.
- 3.- De las líneas obtenidas se pretende detectar las mejores por lo cual se sugiere formar mestizos y evaluar su aptitud combinatoria general utilizando un material de porte bajo y seleccionar así las mejores familias rendidoras.
- 4.- Se deben aislar las poblaciones braquíticas ya que el gene braquítico 2 es recesivo y al contaminarse con polen de maíces normales se degeneran las líneas ya obtenidas.

8. R E S U M E N .

La introducción del gene braquítico 2 se utilizó en el presente trabajo para reducir la altura de planta en Maíces normales, dicho gene presenta algunas características como son acortamiento de entrenudos por debajo de la mazorca, las hojas anchas y rugosas, problemas de androesterilidad, siendo estos efectos contrarrestados con agentes modificadores.

La metodología utilizada para manejar el gene braquítico 2 en el desarrollo del trabajo fué de endogamia lenta para recombinar los genes recesivos braquíticos 2 y mantener los genes de rendimiento. El trabajo consistió en formar compuestos derivados de poblaciones normales a los cuales se les incorporó el gene braquítico 2 y obtener homocigosis por medio de endogamia lenta propuesta por Poey (1978). Se obtuvieron mestizos en el cuarto ciclo utilizando un probador enano (PCCMCA enano), el cual se cruzó con cada una de las líneas las cuales fueron sembradas en condiciones de riego para medir altura de planta.

Finalmente se observó una reducción de altura de planta en los mestizos y comparados con el material utilizado como testigo se logró bajar la altura a los compuestos originales.

9. BIBLIOGRAFIA

1.- Anderson E. J. 1951 Dwarf. I Maize Genetics Cooperation

News Letter. Vol 25 Pág. 2

2.- C. Anderson J. and P. N. Chow. Phenotypes and Grain Yield

Associated with Brachytic-2 Gene in Single-Cross. Hibrids
of Dent Corn Crop Science. Págs 111-113

3.- Castro Gil Mario 1975 Erect Leaved Super Dwarf Corn for

High Productivity Special Edition from the original printed on february 1st. 1973, adding new pertinent information obtained in 1973, 1974 and 1975 UAAAN.

4.- Castro Gil Mario et all 1978, Informe de Avances de Inves-

tigación en el Mejoramiento Genético del Maíz. Boletín
Técnico. UAAAN. Vol I. Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.

5.- C. Johnson Elmer 1976. Arquitectura de la Planta del Maíz.

Documento presentado en la XXV Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA) San José, Costa Rica.

6.- E. Scott Gene and G. M. Campbell 1969 Internode Length in

Normal and Brachytic-2 Maize Inbreds and Single Crosses
Crop Science. Vol 9 May-June 1969 Pág. 293-295.

- 7.- García Enriqueta 1973 Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Instituto de Geografía. UNAM, MEX
- 8.- García Vázquez Mario Abel. 1978 Seminario II Primavera 1978 Sistemas de Endogamia en Maíz. Colegio de Postgraduados Rama de Genética, Chapingo, Méx.
- 9.- G. Neutter M. 1968 The Mutants of Maize Crop Science Society of American. 1968
- 10.- INIA. SAG. 1971 Guía para la Asistencia Técnica Agrícola del Campo Experimental Costa de Jalisco. CIAB.
- 11.- J. Loesch Jn.P. Jr. C.f. Start and M.S. Suber 1976. Effects of Plant Density on the Quality of Cobs Used for CornCob Pipes Crop Science. Vol 16, September, October 1976, Pág 433-435
- 12.- J.M. Pendleton and R.D. Seif 1968; Plant Population and Row Spacings Studies with Brachytic-2 Dwarf Corn Crop Science Vol 6, Pág 433-435.
- 13.- L.L. Burene J.J. Mok, and I.C. Anderson, 1974 Morphological and Physiological Traits in Maize Associated with tolerance to High Plant Density. Crop Science . Vol 14; May-June 1974, Pág 426-429.

- 14.- Mock J.J. and R. B. Pearce 1975, an Ideotype of Maize Department of Agronomy, Iowa State University, Ames Iowa - 50010, USA, Received. 29 January 1975.
- 15.- Molina Galan José 1959 Comportamiento de un Carácter de Enanismo en Maíces Tropicales. Tesis ESA, Chapingo, Méx.
- 16.- Poey D. Federico R. 1974. El uso del Gene Braquítico-2 en Maíces Tropicales. Resumen Trabajo Presentado en la XX Reunión Anual del (PCCMCA) Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. San Pedro Sula Honduras. Febrero 11-15, 1974.
- 17.- Poey D. Federico R. 1974. Formación y Evaluación de Híbridos de Maíz Tropical con Gene Braquítico-2. Resumen Trabajo presentado en la IX Reunión de la ALAF, Panamá, Panamá, Marzo 10-16, 1974.
- 18.- Poey D. Federico R. 1975. El Mejoramiento Integral del Maíz Rendimiento y Valor Nutritivo Hipótesis y Métodos. Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas. C.P. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx.

- 19.- Recendiz Hurtado F. 1978. Acción Génica en la Orientación y anchura de las hojas de Maíz. Tesis Profesional Escuela de Agricultura Universidad de Guadalajara, 1978.
- 20.- Singleton W.P. et al 1960. What is the Future Role of Dwarf Corn? Crop and Soils. Vol 12:0 Pag 9-11.

10. A P E N D I C E .

MESTIZOS OBTENIDOS DE LAS LINEAS BRAQUÍTICAS (br 2) DURANTE EL CICLO 1978 Y EVALUADAS EN LA HUERTA JALISCO, 1978/1979.

	genealogía	alt. planta mt.	alt. mz. mt.	dfas a flor.
1.-	530	1.33	0.68	74
2.-	510-E	2.21	0.86	68
3.-	501	2.06	0.97	67
4.-	546-E	2.14	0.99	73
5.-	510-B	2.46	1.99	74
6.-	505-A	2.16	1.13	74
7.-	540	1.10	0.67	69
8.-	501-B	1.61	0.74	73
9.-	517-C	1.54	0.64	71
10.-	Tc 47	1.66	0.73	68
11.-	549-G	1.82	0.84	69
12.-	510-C	1.51	0.65	73
13.-	529-A	1.97	0.95	77
14.-	533-B	1.42	0.66	69
15.-	Tc 41	2.08	0.92	70
16.-	539-B	1.74	0.59	71
17.-	504-B	1.33	0.46	69
18.-	549-C	1.68	0.78	69

19.-	538	1.68	0.75	75
20.-	518	1.68	0.77	75
21.-	549-D	1.51	0.53	69
22.-	TUXPEÑO Tc	2.33	0.86	73
23.-	502	1.33	0.55	72
24.-	522	1.20	0.50	75
25.-	503-E	1.40	0.59	77
26.-	542-A	1.41	0.65	74
27.-	535-A	1.51	0.62	73
28.-	503-C	1.01	0.42	71
29.-	Tc 45	1.59	0.81	72
30.-	503-D	1.43	0.65	71
31.-	549	1.51	0.82	76
32.-	549-D	1.70	0.81	72
33.-	515	1.70	0.82	75
34.-	510-D	1.38	0.48	76
35.-	503-A	1.60	0.61	74
36.-	503-F	1.41	0.76	71
37.-	550-B	1.62	0.70	71
38.-	534	1.96	0.91	77
39.-	514	0.98	0.43	74
40.-	507-D	1.11	0.58	73
41.-	517	1.74	0.61	77
42.-	524-A	1.54	0.69	75
43.-	505-B	1.51	0.66	77
44.-	512	1.43	0.64	72
45.-	550-A	1.15	0.29	74
46.-	549-E	1.64	0.76	74

• 37

47.-	533-B	1.36	0.62	77
48.-	505-C	1.08	0.37	74
49.-	PCCMCA	1.42	0.60	76

00