

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTOS DE LA INCORPORACION DEL CERMOPLASMA  
DE PLANTAS DE PORTE ALTO A GENOTIPOS DE PORTE BAJO  
EN MAIZ (*Zea mays* L.); A TRAVES DE CUATRO LOCALIDADES



Presentada a la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Agronomía de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

EDGAR ROLANDO DE LEÓN FLORES

Al conferírsele el título de  
INGENIERO AGRONOMO  
En el Grado Académico de  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, marzo 1982

01  
T (657)  
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
RECTOR EN FUNCIONES  
Dr. Raúl Osegueda Palala

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano :	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 1° :	Ing. Agr. Oscar Leiva
Vocal 2° :	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3° :	Ing. Agr. Fernando Vargas
Vocal 4° :	Prof. Leonel Enríquez
Vocal 5° :	P.A. Roberto Morales
Secretario:	Ing. Agr. Carlos Fernández

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano :	Dr. Antonio Sandoval
Examinador:	Lic. Luis Mejía
Examinador:	Ing. Agr. Oscar Leiva
Examinador:	Ing. Agr. Marco A. Nájera
Secretario :	Ing. Agr. Negli René Gallardo

Guatemala, 16 de marzo de 1982.

Sr. Decano de la Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos  
Dr. Antonio Sandoval  
Presente.

Por este medio me dirijo a usted en base a la designación que me hiciera ese decanato a su digno cargo para asesorar el trabajo de tesis del estudiante Edgar Rolando de León Flores, con carnet No. 36791, denominado "EFECTO DE LA INCORPORACION DE GERMOPLASMA DE PLANTAS DE PORTE ALTO A GENOTIPOS DE PORTE BAJO EN MAIZ (Zea mays L.) A TRAVES DE 4 LOCALIDADES". El cual he revisado y corregido y considero que es un trabajo el cual contribuye grandemente al progreso agrícola del país; por lo tanto cumple con los requisitos establecidos por la ley orgánica de nuestra Alma Mater.

Sin otro particular quedo de usted,

Atentamente,



Ing. Agr. M.C. Marco Antonio Dardón  
Colegiado No. 236

MADS/ss.

Guatemala, marzo de 1982

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

EFECTO DE LA INCORPORACION DEL GERMOPLASMA DE  
PLANTAS DE PORTE ALTO A GENOTIPOS DE PORTE BAJO  
EN MAIZ (Zea mays L.), A TRAVES DE CUATRO LOCALIDADES

Como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,

EDGAR ROLANDO DE LEON FLORES

ACTO QUE DEDICO

A mis padres

Marto De León

Otilia Flores de De León

A mis hermanos

especialmente a

Marto Leonel

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL CAMPESINO GUATEMALTECO

## RECONOCIMIENTO

**Al Ing. Agr. M.C. MARCO ANTONIO DARDON  
por su acertada orientación en el desarrollo de  
esta investigación.**

**Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas,  
ICTA, por permitir realizar el presente tra-  
bajo.**

## AGRADECIMIENTOS SINCEROS

A Liliana Morales.

Al Ing. Agr. Silvia Dávila.

Al Ing. Agr. Arturo Aguirre.

Al personal de la Unidad de Programación de la  
Dirección General de Servicios Pecuarios,  
DIGESEPE.

A la Sub-área de Investigación y Cuantificación  
de la Facultad de Agronomía.

A quienes hicieron posible esta tesis.

## RESUMEN

En Guatemala el cultivo del maíz constituye la actividad agrícola más importante a la cual se dedica un alto porcentaje de la población. Conforme el cultivo del maíz se difunde por el mundo, se considera de urgencia el aumento de esfuerzos para asegurar que los agricultores tengan nuevos materiales más rendidores y de mayor calidad nutritiva, así como con características agronómicas deseables.

Ello ha motivado la creación de programas de mejoramiento tendientes a lograr dicho objetivo mediante la modificación de caracteres genéticos de importancia, que influyan en el resultado requerido; siendo uno de ellos altura de planta, en el cual el objeto es determinar el comportamiento de genotipos de porte bajo, a través de varias localidades al serles incorporados genes provenientes de plantas altas y de alto rendimiento, específicamente determinar los rendimientos y altura de planta de los genotipos estudiados, con respecto a sus progenitores.

Asimismo, se plantearon las hipótesis de que todos los genotipos evaluados, tienen el mismo comportamiento en diferentes condiciones ambientales, en cuanto a rendimiento y altura de planta se refiere, y los rendimientos de los genotipos de planta baja se verán incrementados en un alto porcentaje y la altura de planta se verá incrementada en dichos materiales en niveles bajos.

La metodología experimental consistió en evaluar los genotipos de maíz por medio de análisis de varianza para cada localidad de las cuatro en estudio y posteriormente un análisis combinado de varianza entre las diferentes localidades, así como determinar la heterosis de cada cruz.

Las zonas donde se condujeron los experimentos son diferentes en muchos aspectos, lo que se manifestó en los análisis efectuados en donde el efecto de localidades fue altamente significativo, lo cual indica que existen diferencias en los tratamientos a través de las diferentes localidades.

Por otro lado, los resultados obtenidos de altura de planta, muestran significancia en cuanto a reducción de la misma, en 16, 7 y 16 cms, para las cruces (Comp - 2 x 2015) x L.M. 7843, 2077 x L.M. 7843 y (L.M. x 2021) x L.M. 7843 respectivamente, así como las mismas superaron en rendimiento a sus progenitores hasta un 66%.

La significancia estadística encontrada en rendimiento, motivó el que se efectuara una comparación de medias por el método de Tukey en base a el análisis combinado, con el objeto de establecer qué genotipo o genotipos fueron los que observaron medias más altas de rendimiento.

En base a los resultados obtenidos, se concluyó que los mejores genotipos resultaron ser: (Com - 2 x 2015) x L.M. 7843, 2077 x L.M. 7843 y (L.M. x 2012) x L.M. 7843, tanto en rendimiento como en características agronómicas, sobresaliendo entre ellos la cruce (Comp-2 x 2015) x L.M. 7843, la cual fue superior en ambas características, presentando valores de 6.95 Ton/ha para rendimiento, 203.12 cms para altura de planta y 105.65 cms para altura de mazorca; siendo 16 cms para altura de planta y 15 cms para altura de mazorca menor que su progenitor de porte alto L.M. 7843.

Por lo tanto, la metodología resultó eficiente para el aprovechamiento del potencial de variedades de porte alto, mejorando esta característica al cruzarlos con fuentes de planta baja.

Así también se recomienda la producción comercial de los tres mejores genotipos superiores y su evaluación más extensa en ensayos en parcelas de los agricultores.

## CONTENIDO

	Hoja
I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
III. HIPOTESIS .....	3
IV. REVISION DE LITERATURA .....	4
1. Mejoramiento genético del maíz .....	4
2. Condiciones climáticas recomendables para el maíz .....	5
3. Area cultivada con maíz en Guatemala y sus rendimientos .....	6
4. Genotipos de maíz recomendados en Guatemala.....	8
5. Efecto de diferentes fuentes de planta baja sobre el rendimiento y altura de planta de maíz .....	9
6. Evaluación de mestizos planta baja.....	9
7. Reducción de altura de planta.....	13
8. Heterosis.....	13
V. MATERIALES Y METODOS .....	15
1. Descripción de las variedades .....	15
2. Sitios experimentales.....	17
3. Diseño experimental .....	19
4. Datos que se tomaron para cada localidad ..	19
5. Análisis estadísticos .....	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSION .....	25
VII. CONCLUSIONES.....	36
VIII. RECOMENDACIONES .....	37
IX . BIBLIOGRAFIA.....	38

## LISTA DE CUADROS

Cuadro No.		Hoja
1	Superficie cosechada, producción obtenida y rendimiento según departamento en la República de Guatemala.....	7
2	Clasificación de reconocimiento y características de los suelos de los sitios experimentales.....	18
3	Características climáticas de los sitios experimentales.....	18
4	Materiales genéticos ....	20
5	Análisis de varianza para rendimiento en la localidad de Jutiapa.....	26
6	Análisis de varianza para rendimiento en la localidad de La Máquina.....	26
7	Análisis de varianza para rendimiento en la localidad de San Jerónimo.....	27
8	Análisis de varianza para rendimiento en la localidad de Cuyuta.....	27
9	Medias de características agronómicas y rendimiento para la localidad Jutiapa.....	28
10	Medias de características agronómicas y rendimiento para la localidad La Máquina	29
11	Medias de características agronómicas y rendimiento para la localidad San Jerónimo	30
12	Medias de características agronómicas y rendimiento para la localidad Cuyuta.....	31
13	Análisis de varianza combinado para la variable, rendimiento a través de cuatro localidades.....	32
14	Medias de características agronómicas, rendimiento y prueba de Tukey de las cuatro localidades, Guatemala 1981.....	34
15	Heterosis para tres caracteres.....	35

## I. INTRODUCCION

El maíz es un cultivo originario de América. En las regiones meridionales y septentrionales del continente se le destina principalmente a la alimentación de animales.

Sin embargo, en México, Guatemala y otros países de Centro América, constituye uno de los alimentos básicos del campesino y aún de los habitantes de áreas urbanas. El maíz está vinculado directamente al desarrollo de la población guatemalteca a través de sus manifestaciones culturales y sociales que le dan un carácter de vital importancia.

En la actualidad el proceso productivo del maíz se desarrolla principalmente en explotaciones de carácter campesino o bien en explotaciones empresariales incipientes (parcelamientos agrarios), mismos que se constituyen en abastecimiento de este importante cereal a la población guatemalteca.

Conforme el cultivo del maíz se difunde por el mundo, se considera de urgencia el aumento de esfuerzos para asegurar que los agricultores tengan nuevos materiales más rendidores y de mayor calidad nutritiva, así como con características agronómicas deseables, resistencia a enfermedades, etc.

Ello ha motivado la creación de programas de mejoramiento tendientes a lograr ese objetivo mediante la modificación de caracteres genéticos de importancia, que influyen en el resultado requerido, siendo uno de estos caracteres altura de planta y mazorca para lo cual el objetivo principal ha sido la reducción de los mismos, ya que la mayoría de variedades nativas, materia prima de los mejoradores, son de porte alto.

En trabajos efectuados con maíz en Guatemala, por parte del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, se ha observado que algunos originan progenies de altura reducida en comparación a la del progenitor alto. Se consideró por lo tanto importante estudiar el comportamiento genético de dichos materiales.

## II. OBJETIVOS

### II.1 GENERALES

II.1.1 Determinar el comportamiento de genotipos de porte bajo, a través de varias localidades, al serles incorporados genes provenientes de plantas altas y de alto rendimiento.

### II.2 ESPECIFICOS

II.2.1 Determinar los rendimientos y altura de planta de los genotipos estudiados, con respecto a sus progenitores.

## III. HIPOTESIS

- Todos los genotipos evaluados tienen el mismo comportamiento en diferentes condiciones ambientales, en cuanto a rendimiento y altura de planta se refiere.
- Los rendimientos de los genotipos de planta baja se verán incrementados en un alto porcentaje y la altura de planta se verá incrementada en dichos materiales en niveles bajos.

#### IV. REVISION DE LITERATURA

El buen comportamiento de híbridos y variedades de maíz en una región, depende de la capacidad de adaptación de los mismos. Esta capacidad se refleja en el comportamiento de cada variedad o híbridos cuando se cultiva bajo diferentes condiciones ambientales dentro de una región.

Los ensayos regionales del PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios), tiene como objetivo principal, evaluar genotipos de maíz mediante el desarrollo de ensayos uniformes de rendimientos en distintas localidades y países. Con esto se logra determinar cuáles son aquellos de mejor comportamiento en cada localidad y medir el rango de adaptación de los mismos cuando son sembrados bajo condiciones diversas de medio ambiente. Además, esa información sirve de guía para seleccionar cuáles son los que se adaptan mejor en una localidad dada.

##### IV.1 MEJORAMIENTO GENETICO DEL MAIZ

Brauer 1969, considera que lo más importante que se busca en la aplicación práctica de la fitogenética es producir más por unidad de superficie mediante la obtención de variedades de plantas más eficientes, capaces de aprovechar mejor el agua, los fertilizantes, el clima y que sean más resistentes a los daños causados por factores externos(1).

Los esfuerzos tecnológicos del ICTA, para desarrollar semillas mejoradas de maíz están orientados hacia la formación de variedades de polinización libre e híbridos. Ambos tipos de semillas ofrecen ventajas para los diferentes sistemas de producción en Guatemala, toda vez que sus procesos de desarrollo se complementan (10).

Los métodos para formar variedades se basan principalmente en la selección y evaluación familiar de población con potencial genético reconocido para cada zona o región; no obstante que también existe un esquema bien definido cuyo objetivo es formar variedades sintéticas en base a recombinaciones de cruces simples de familias o líneas provenientes del esquema de formación de híbridos. Los programas para formar híbridos se fundamentan en la formación de líneas puras, siguiendo procesos de endogamia durante los cuales se trata de aumentar y fijar las frecuencias genéticas que contribuyen al rendimiento y adaptabilidad.

Los híbridos formados podrán ser de líneas, familias, variedades o combinaciones de estas estructuras (11).

El buen comportamiento de híbridos y variedades de maíz en la región, depende de la capacidad de adaptación de los mismos (5).

#### IV.2 CONDICIONES CLIMATICAS RECOMENDABLES PARA EL MAIZ

Desde el punto de vista agronómico, el cultivo de esta importante gramínea debe desarrollarse entre los límites altitudina-

les de 0 a 2,000 metros sobre el nivel del mar. Entre los límites de temperatura de 15 a 37°C. Precipitación pluvial de 1,500 milímetros anuales en clima cálido húmedo y en suelos franco arenos arcillosos profundos, bien drenados y con buena proporción de material orgánico. En Guatemala, el maíz se cultiva en altitudes que van desde el nivel del mar, hasta los 3,000 metros sobre el nivel del mar; el período de crecimiento varía de tres a cuatro meses en tierras bajas del Pacífico, hasta siete a nueve meses en las tierras del maciso montañoso del departamento de Huehuetenango (16).

#### IV.3 AREA CULTIVADA CON MAIZ EN GUATEMALA Y SUS RENDIMIENTOS

Según el Censo Agropecuario 1963-64, el área cultivada con maíz en la República de Guatemala, fue de 751.3 millares de manzanas, lo cual supone un crecimiento de 89.8 millares de manzanas, (13.6%) con respecto a 1949-50, años en que la misma área era de 661.5 millares de manzanas. Durante el año agrícola 1963-64, se obtuvo una producción total para toda la República de 9.9 millones de quintales, acusándose así un aumento de 1.7 millones de quintales, (20.3%) con relación al Censo 1949-50, que dio 8.2 millones de quintales. En el cuadro 1 podemos observar el área, producción y rendimiento por departamento para el cultivo de maíz en la República de Guatemala.

El rendimiento medio de maíz para toda la República en 1963-64 fue de 12.9 quintales por manzana para cultivo solo, y de 8.1 quintales por manzana en cultivos asociados (8).

CUADRO 1. Superficie cosechada, producción obtenida y rendimiento según departamento en la República de Guatemala

Departamento	Superficie Cosechada Manzanas	Producción Obtenida Quintales	Rendimiento qq/mz
El Progreso	11,841	95,652	8.08
Guatemala	18,640	156,995	8.43
Sacatepéquez	9,334	112,559	12.06
Chimaltenango	29,865	776,243	26.00
Escuintla	59,375	1,609,049	27.10
Santa Rosa	29,486	574,755	19.50
Sololá	11,645	159,612	13.71
Totonicapán	12,838	267,897	20.87
Quetzaltenango	20,481	593,182	28.92
Suchitepéquez	29,064	784,174	27.09
Retalhuleu	30,877	914,520	29.62
San Marcos	54,234	897,960	16.56
Huehuetenango	65,861	898,911	13.65
Quiché	41,017	575,427	14.03
Baja Verapaz	19,755	169,324	8.58
Alta Verapaz	77,154	1,030,644	13.36
Petén	23,058	424,447	18.41
Izabal	40,919	646,281	15.80
Zacapa	18,470	271,034	14.68
Chiquimula	20,703	246,731	11.92
Jalapa	32,922	347,169	11.32
Jutiapa	56,506	1,039,582	18.40

FUENTE: Encuestas Agrícolas de Granos Básicos, Cifras Preliminares, Dirección General de Estadística. 1977.

La producción agrícola de maíz para el año 1977, fue de 16,894.5 millones de quintales, con una superficie de cosecha de 714.049 manzanas (9).

En el año 1978, la producción fue de 19,704.6 millones de quintales con rendimientos promedio de 17.68 quintales por manzana (7). Como se puede observar según datos anteriores, desde el año 1950 hasta 1978, la producción de maíz ha sufrido ciertas variaciones con relación a los años 77-78. El promedio de rendimiento por manzana aumentó considerablemente, pero no lo suficiente para resolver el problema de la falta de este cereal básico, aunque las áreas cosechadas no varían considerablemente.

#### IV.4 GENOTIPOS DE MAIZ RECOMENDADOS EN GUATEMALA

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, ha experimentado en varias regiones del país, para saber y poder recomendar ciertos genotipos de maíz, que superan los rendimientos del maíz criollo del agricultor y con ello mejorar tanto sus condiciones económicas como alimenticias (12).

Para la zona baja tropical de Guatemala, el ICTA en 1977-80, recomienda el híbrido de grano blanco HB-33, que superó al testigo H-5 con 12% de rendimiento y características agrónomicas deseables de planta y mazorca; así como también mostraron gran adaptación las variedades La Máquina, ICTA Tropical 101 e ICTA B-1 (13).

#### IV.5 EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE PLANTA BAJA SOBRE EL RENDIMIENTO Y ALTURA DE PLANTA EN MAIZ

En 1979, el ICTA realizó un experimento de cruzas entre cinco diferentes fuentes de planta baja, identificados por el programa de maíz (sin incluir braquíticos) y tres materiales de altura de planta elevada, con el objetivo de detectar el tipo de acción génica involucrado. Los cruzamientos y sus progenitores fueron evaluados bajo un diseño de Látice de 6 x 7 en dos localidades de la zona tropical baja de Guatemala. El análisis efectuado mostró diferencias significativas para altura de planta, rendimiento y en base a los resultados obtenidos, se concluye que la altura está controlada en estos materiales por un efecto de acción génica aditiva y no aditiva para rendimiento (13).

En valores de la Heterosis respecto a altura de planta y mazorca se observó una depresión en vigor en estas dos características, por lo que este método resulta eficiente para aprovechamiento y mejoramiento del potencial de porte alto, mejorando esta característica al cruzarlos con fuentes de planta baja (13).

#### IV.6 EVALUACION DE MESTIZOS PLANTA BAJA

En 1980 el ICTA realizó la evaluación de mestizos de planta baja; concluyendo que las cruzas superaron a los probadores en rendimiento desde 3 hasta 17% equivalente a 3 y 12 qq/mz, reduciendo la altura de planta un máximo de 18 cms con el probador compuesto - 2, se obtuvieron incrementos, 17% más que el probador per se.

En lo que respecta a altura de planta, fue HB-11 el material que redujo su altura a 19 centímetros (14).

#### IV.7 REDUCCION DE ALTURA DE PLANTA

El reducir la altura de planta ha sido el objetivo de muchos investigadores. Muchas metodologías han sido utilizadas y sugeridas, sin embargo, fue la selección masal la primera en utilizarse.

Con la selección masal, Poehlman (1965), dice que se ha logrado modificar al tipo de la planta, precodidad y otros caracteres, sugiriendo que el tiempo para producir cambios dependerá de la complejidad genética del carácter.

Thompson y Rawlins (1960) proponen utilizar la selección masal para altura de planta y mazorca en forma indiferente porque los dos caracteres están altamente correlacionados y seleccionados con cualesquiera de ellos se llega al mismo resultado.

Rivera et al (1972) trabajando con selección masal para altura de mazorca, altura de planta, rendimiento y otros caracteres de planta y de mazorca en las variedades de maíz criollo de Ixcacalco y V-7 obtuvieron resultados similares a Thompson et al (1960); pero recomendaron que la selección se realizara para altura de mazorca (altura de mazorca/altura de planta) y no en base a su altura de planta; los índices que maximizaron el rendimiento fueron: 0.601 y 0.618 para criollo de Ixcacalco y V-7, respectivamente.

En 1967 en CIMMYT (1970-71) se comenzó una selección directa para reducir la altura de planta y de la mazorca sobre un compuesto Tuxpeño. En la siguiente generación la altura de planta se redujo en 16 cms y la de mazorca en 27 cms.

Los maíces en el trópico tienden a crecer muy alto, son susceptibles al acame e ineficientes a la conversión de fotosíntesis a grano, casi todos los esquemas de selección para aumentar rendimiento han producido plantas aún más altas y tardías, debido a respuestas indirectas indeseables obtenidas cuando se selecciona para un carácter.

El CIMMYT (1968-69) efectuando selecciones en el Compuesto E (formado con 9 razas mexicanas), para rendimiento por planta, llegó a concluir que se espera un rendimiento en días a floración, altura de mazorca, altura de planta y número de mazorcos por planta. Con estos resultados y con la idea de que quizá el exceso de crecimiento de los maíces tropicales pudieran ser modificados al reducir la planta, logrando que esa energía pudiera ser utilizada en la formación de grano fue utilizada la selección recurrente y los enanos genéticos, buscando modificar la arquitectura de la planta hacia un tipo de porte bajo, de hojas erectas y que soporte altas densidades de población en un esfuerzo por romper los records de rendimiento.

En sus programas de mejoramiento el CIMMYT (1972) ha seguido 3 enfoques para reducir la altura de planta:

- a. El uso de enanos genéticos Br 1, Br 3, d<sub>1</sub> corto, pigmeo, etc.
- b. Cruza de tipos bajos con tipos altos, y
- c. Selección recurrente continua de hermanos completos dentro de tipos altos.

Los tres enfoques producen tipos más bajos, los enanos genéticos proporcionan el contraste más espectacular y la selección recurrente parece ser lo más deseable, pues se reduce la altura de planta hasta valores comparables a las de Br 2, siendo el criterio de selección el comportamiento de la familia.

Johnson y Fischer (1980) reportan resultados de 17 ciclos de selección recurrente para reducir altura de planta en la población Tuxpeño 1, en los cuales muestran una reducción de altura de planta de 60% ó 1.5 metros, respecto de la altura del ciclo 0. La evaluación en dos densidades de población de los ciclos de selección, mostró un incremento en el rendimiento como resultado de evaluar los materiales en su densidad óptima.

Campbell (1965) comenta que el gen braquítico 2 (br2) es uno de los genes disponibles a mejoradores para reducir altura de planta y mazorca, el homocigota recesivo muestra pronunciado acortamiento de entrenudos por debajo de la mazorca.

Anderson y Chow (1963) aseguran variaciones fenotípicas debidas a este gen pues a medida que la altura se reduce, las hojas tienden a hacerse más anchas, compactas y a formar un follaje muy denso.

Reyes (1978) en un lote aislado de producción de semillas de la variedad NLVG, encontró plantas enanas, que fueron consideradas como mutantes recesivos naturales producto de la evolución natural y la genotécnica. Mediante cruzamientos con el NLVG normal y procedimientos de retrocruza hacia normales y mutantes y selección en segregantes, se logró la formación de una nueva variedad enana NLVSIE de porte bajo, reducida altura de mazorca (1 mt abajo del normal y gran disminución en el porcentaje de acame y plantas quebradas).

Paterniani (1967) utilizando el método de mazorca por surco modificado, estableció que una primera selección entre familias fue efectiva para mejorar rendimientos. La segunda selección, entre plantas dentro de familias, no fue efectiva para reducir altura de mazorca, pero sí mejoró la precocidad y resistencia a enfermedades.

#### IV.8 HETEROSIS

Shull (1952) atribuye el vigor híbrido a un estímulo fisiológicamente diferente que originan un cigoto, heterocigoto y un citoplasma desbalanceado.

Harberg (1953) define la heterosis como la diferencia entre la  $F_1$  y el progenitor superior y tanto la dominancia como la sobredominancia puede contribuir simultáneamente a la heterosis.

Gardner (1964) dice que la heterosis se origina al cruzar dos variedades y está representada por el exceso del híbrido  $F_1$  sobre media de los progenitores, siendo una función del cuadrado de la diferencia en frecuencia de genes en las dos variedades y depende de algún grado de dominancia, de modo que no necesita sobredominancia para que exista heterosis; la dominancia completa con diferentes conjuntos de genes favorables en los dos progenitores es adecuada.

Las bases genéticas de la heterosis fueron dadas originalmente en las teorías de dominancia (Davenport 1908, Bruce 1910, Keeble y Pelew 1910) y sobredominancia (Shull 1908, East 1908), que Stans Field (1969) presenta en forma resumida en los siguientes términos.

1. DOMINANCIA

Supone al vigor híbrido como resultado de la acción e interacción de factores dominantes de crecimiento o adaptabilidad.

2. SOBREDOMINANCIA

Atribuye el vigor a la condición de heterocigosidad per se, pues los individuos heterocigotes son menos susceptibles a influencias ambientales que los homocigotes.

## V. MATERIALES Y METODOS

**MATERIAL GENETICO:** En Cuyuta en 1981A se realizaron cruzamientos entre materiales de planta baja y La Máquina 7843. Dichos materiales provienen de una selección visual enfocada a detectar plantas con germoplasma de porte bajo en poblaciones en proceso de mejoramiento del Programa de Maíz del ICTA; siendo ellos, B-1, La Máquina 7422 y algunas poblaciones del CIMMYT, los cuales poseen buen potencial de rendimiento.

El material La Máquina 7843 es un material con rendimiento ideal, proveniente del CIMMYT, derivado de la población 43, seleccionado en el año 1978 en La Máquina y evaluado en los ensayos del PCCMCA a través de varias localidades en 1980 en diferentes países centroamericanos y del Caribe, sin embargo, posee una altura de planta muy alta.

### V.1 DESCRIPCION DE LAS VARIEDADES

#### ICTA B-1

Mide aproximadamente 2.16 metros de la base del tallo a la espiga. Su poca altura y buen desarrollo radicular la hacen resistente al acame; las mazorcas son bien formadas, de tipo cilíndrico con granos blancos, grandes y dentados. Esta variedad es de ciclo intermedio y su porcentaje de desgrane es alto. Estas características contribuyen a que su rendimiento sea más estable a las variables condiciones de lluvia y tipos de suelo en las regiones de Guatemala inferiores a los 1,000 me-

tros (3,000 pies), sobre el nivel del mar. Su rendimiento demostrado comercialmente excede los 62 quintales por manzana.

#### La Máquina 7422

Es una variedad de polinización libre, obtenida mediante selección local de materiales tropicales introducidos del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. Se adapta extraordinariamente bien a las condiciones tropicales, no sólo de Guatemala, sino de América y del Continente africano.

Las plantas de esta variedad de ciclo intermedio, con hojas erectas que le dan muy buen apariencia. Su altura, aunque ligeramente mayor que la del ICTA B-1, se considera baja, fluctuando entre 2.25 a 2.30 metros a la espiga. Su rendimiento supera los 64 quintales por manzana, bajo condiciones adecuadas de humedad y fertilización.

#### ICTA Tropical 101

Híbrido blanco desarrollado por el Programa de Producción del ICTA. Sus progenitores son el ICTA B-1 (Tuxpeño P.B.) y el ETO B (Eto Blanco), materiales introducidos de México y Colombia, respectivamente.

El ICTA Tropical 101 se caracteriza por tener una altura de 2.10 a 2.30 metros, el desarrollo de un buen sistema radicular y su adaptabilidad a zonas comprendidas entre 0 y 3,000

pies sobre el nivel del mar, posee un alto porcentaje de plantas con 2 mazorcas; según el método de cultivo varía desde 60 hasta 110 quintales por manzana. Su ciclo vegetativo es de 115 días de la siembra a la cosecha.

## COMPUESTO 2

Es una variedad de polinización libre, de grano blanco dentado, mazorcas cilíndricas, altura de planta y mazorca baja. La posición de la mazorca está colocada abajo del medio inferior de la altura total de la planta. Su período vegetativo es de 110-120 días, su adaptación es de 0 a 1,000 metros sobre el nivel del mar; su origen es de un compuesto formado con una colección de mazorcas provenientes de Tuxpeño 1, Tuxpeño Caribe y otros maíces tropicales de grano blanco dentado provenientes de CIMMYT, México.

## V.2 SITIOS EXPERIMENTALES

Los cuatro sitios experimentales donde se llevó a cabo el presente trabajo son: Cuyuta (Escuintla), La Máquina (Suchitepéquez), Jutiapa y San Jerónimo, (Baja Verapaz).

De acuerdo con la Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala, realizada por Simmons et al (1959), los suelos de los sitios experimentales corresponden a las series cuyas características se muestran en el cuadro 2.

En el cuadro 3 se describen las características de cada una de las localidades.

CUADRO 2. Clasificación de reconocimiento y características de los suelos de los sitios experimentales

Localidad	Serie	Color	Textura	Fertilidad	Capacidad Abastecimiento de H.
Cuyuta	Tiquisate	Café oscuro	Franco arenoso	Alta	Mediana
La Máquina	Ixtán arcilla	Café oscuro	Arcilloso	Moderada	Alta
Jutiapa	Culma	Café oscuro	Franco arcilloso	Moderada	Alta
San Jerónimo	Salamá	Café grisáceo	Franco arenoso	Moderada	Mediana

CUADRO 3. Características climáticas de los sitios experimentales

Localidad	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altura MSNM	PP Media Anual	Temperatura Media
Cuyuta	14 17'	90 50'	130	2255	30°C
La Máquina	14 23'	91 35'	100	1860	27°C
Jutiapa	14 16'	90 02'	900	1093	22°C
San Jerónimo	15 04'	90 14'	976	861	21°C

### V.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

La realización del ensayo se llevó a cabo utilizando un diseño de Láttice simple de 5 x 5 con cuatro repeticiones por localidad a través de cuatro localidades con parcelas de dos surcos de 5.00 metros de largo y espaciadas a 0.75 mts entre surcos, dejando un raleo de dos plantas por postura separadas a 0.50 mts con un área de parcela de 8.25 m<sup>2</sup>, en donde se evalúan las cruizas y sus progenitores, así como un testigo (cuadro 4).

### V.4 DATOS QUE SE TOMARON PARA CADA LOCALIDAD

- |    |                            |  |
|----|----------------------------|--|
| 1. | Días a floración           | 50% de estigmas emergidas.   |
| 2. | Altura de planta y mazorca | Del suelo a la última hoja, y a la base de la mazorca respectivamente.   |
| 3. | Enfermedades               | Se evaluaron en base a una escala de 1 a 10, dependiendo de la incidencia de la enfermedad.  |
| 4. | Cobertura de Mazorca       | Número de mazorcas descubiertas en la parcela.   |
| 5. | Rendimiento                | En kg/parcela ajustado al 15% de humedad, en kg/ha de grano. Fue el peso total de todas las mazorcas cosechadas por parcela útil ajustado a Ton/ha de grano al 15% de humedad, según la fórmula: |

CUADRO 4. Materiales genéticos

ENT.	MATERIALES
1	2012 x L.M. 7843
2	2015 x L.M. 7843
3	2065 x L.M. 7843
4	2077 x L.M. 7843
5	2122 x L.M. 7843
6	(♀HB-11 x 2077) x L.M. 7843
7	(COMP-2 x 2015) x L.M. 7843
8	(COMP-2 x 2122) x L.M. 7843
9	(COMP-2 x 2065) x L.M. 7843
10	(L.M. x 2012) x L.M. 7843
11	(L.M. x 2065) x L.M. 7843
12	1517 x L.M. 7843
13	2015 #
14	2065 #
15	2077 #
16	2122 #
17	2012 #
18	1517 #
19	♀ H.B. - 11 x 2065
20	♀ H.B. - 11 x 2077
21	COMP-2 x 2015
22	COMP-2 x 2122
23	COMP-2 #
24	L.M. 7843
25	TUXPEÑO C - 17 #

**Fórmula:**

$$\text{Peso Ton/ha} = \frac{100 - hc}{100 - hd} \times K \text{ Ton/ha} \times K \% \text{ desgrane}$$

x P.C.

Donde:

- hc = Humedad de cosecha  
 hd = Humedad deseada (15% en nuestro caso)  
 K ton/ha = Constante para ajustar a Ton/ha  
 K % = Constante para ajustar a rendimiento en grano  
 P.C. = Peso de campo

## V.5 ANALISIS ESTADISTICOS

Se efectuará análisis de varianza para cada localidad posteriormente un análisis combinado de varianza entre las diferentes localidades, comparación de Medias, en base a la prueba de Tukey y Heterosis.

### Análisis de Varianza

Los materiales serán analizados en cada localidad para la variable rendimiento, en base a un diseño de látice con 4 repeticiones según el siguiente modelo:

$$Y_{ijq} = \mu, \pi_i B_{ij} + T_q + e_{ijq}$$

donde:

- $Y_{ijq}$  = valor de la variable respuesta (rendimiento) en la repetición  $i$ , bloque incompleto  $j$  y tratamiento  $q$ .  
 $\mu$  = efecto de la media general  
 $\pi_i$  = efecto de la  $i$ -ésima repetición  
 $B_{ij}$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque incompleto de la  $i$ -ésima repetición.  
 $T_q$  = efecto del  $q$ -ésimo tratamiento  
 $e_{ijq}$  = efecto del error experimental en la repetición  $i$ , bloque incompleto  $j$  y tratamiento  $q$ .

### Análisis Combinado

Con los resultados totales de cada tratamiento de cada una de las localidades, se realizó un análisis de varianza combinado, en base a un diseño de bloques al azar, para una serie de experimentos repetidos, según el siguiente modelo.

$$Y_{ijk} = U + B_{jk} + L_k + (LT)_{ik} + E_{ijk}$$

donde:

- $i$  = 1.2 .....  $t$  = (progenitor o cruza)  
 $j$  = 1.2 .....  $r$  = Repetición  
 $k$  = 1.2 .....  $l$  = Localidad  
 $Y_{ijk}$  = valor de la observación y del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición de la  $K$ -ésima localidad.  
 $U$  = Media general  
 $T_i$  = Efectos de la  $i$ -ésimo tratamiento (progenitor o cruza).  
 $B_{jk}$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición dentro de la  $k$ -ésima localidad.

- $L_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima localidad.  
 $(LT)_{ik}$  = Efecto de la  $ik$ -ésima observación asociado con la interacción por localidad.  
 $E_{ijk}$  = error.

Para este modelo se consideró:

$$\begin{array}{ll}
 T \sim N & (0, \sigma_T^2) \\
 B \sim N & (0, \sigma_B^2) \\
 L \sim N & (0, \sigma^2)
 \end{array}$$

La prueba de significación de la diferencia entre tratamientos, localidades y su interacción se determinó con las correspondientes pruebas de F.

### Estimaciones de Heterosis

Tomando en cuenta los caracteres en estudio para las cruzas posibles, se calculó el porcentaje de heterosis, partiendo de la base de la media de los progenitores ( $\bar{P}_{ij}$ ), según la fórmula de:

$$He = \frac{F_1}{\bar{P}_{ij}} \times 100$$

En las que:

$$\begin{array}{ll}
 F_1 & = \text{Media de la craza} \\
 \bar{P}_{ij} & = \text{Media de los progenitores} = \frac{P_i + P_j}{2}
 \end{array}$$

He = Heterosis con respecto a la media de los progenitores.

Comparación de Medias

Con el objeto de establecer qué genotipo o genotipos observaron medias más altas se compararon dichas medias, en base al promedio general de las cuatro localidades por medio de la prueba de Tukey según la siguiente fórmula:

$$W = q(n, Gle) \alpha S\bar{X}$$

donde:

- $W$  = comparador o diferencia entre medias  
 $q$  = valor tabular, que es un valor de  $T$   
 $n$  = número de tratamientos  
 $Gle$  = Grados de libertad del error experimental  
 = Nivel de probabilidad  
 $S\bar{X}$  = Error estándar de la media

donde:

$$S\bar{X} = \sqrt{\frac{S^2}{r \cdot l}}$$

En las que:

- $S^2$  = Varianza del error experimental  
 $r$  = Repeticiones  
 $l$  = Localidades

Dif.  $\geq W \Rightarrow *$  (Existe significancia)

Dif.  $< W \Rightarrow N.S.$  (No existe significancia)

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

En los cuadros 5, 6, 7 y 8 se presentan los análisis de varianza para cada localidad, para la variable rendimiento, en donde se observa que existen diferencias altamente significativas ( $P \leq .01$ ) entre tratamientos en las cuatro localidades evaluadas.

En los cuadros 9, 10, 11 y 12 se presentan las medias para los caracteres: altura de planta, altura de mazorca, días a floración y rendimiento, para cada localidad; se observa que la heterogeneidad entre los tratamientos en las localidades, con respecto a las características mencionadas, se atribuye a diferencias ambientales, en base a que en Cuyuta y La Máquina, las cruza evaluadas fueron más precoces, sin embargo, se obtuvieron menores rendimientos en comparación con Jutiapa y San Jerónimo, siendo San Jerónimo la localidad que presentó a nivel general, valores más altos, así como los más bajos, para la variable rendimiento y mayor disminución en cuanto a altura de planta y mazorca se refiere.

El coeficiente de variación en las cuatro localidades estudiadas, osciló en el rango de 10 a 20%, lo que indica que todos los tratamientos fueron bien conducidos.

En base al análisis de varianza (cuadro 13), se observa que para tratamientos existieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para la variable rendimiento; lo que significa que los tratamientos observaron diferente comportamiento entre sí, la interacción de los genotipos con las localidades fue altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ), esto es debido a que los tratamientos se comportaron diferentes en cada localidad.

CUADRO 5. Análisis de varianza para rendimiento en cuatro localidades Guatemala 1981.

## JUTIAPA

F.V.	G.L.	C.M.	F.C.	Ft .05	Ft .01
Repet.	3	2616979.5000			
Blocks	16	1058200.5000			
Tratam.	24	14482312.0000			
Error	56	615631.8750	22.0	1.682*	2.086**
Total	99				

CUADRO 6. Análisis de varianza para rendimiento en cuatro localidades Guatemala 1981.

## LA MAQUINA

F.V.	G.L.	C.M.	F.C.	Ft .05	Ft .01
Repet.	3	688385.1250			
Blocks	16	496725.5000			
Tratam.	24	11726736.0000			
Error	56	558860.1250	21.51	1.682*	2.086**
Total	99				

\* Significativo al nivel de 5%.

\*\* Significativo al nivel de 1%.

CUADRO 7. Análisis de varianza para rendimiento en cuatro localidades Guatemala 1981.

SAN JERONIMO

F.V.	G.L.	C.M.	F.C.	Ft .05	Ft .01
Repet.	3	1386005.7500			
Blocks	16	1530127.0000			
Tratam.	24	26935388.0000	30.93	1.682*	2.086**
Error	56	786126.0000			
Total	99				

CUADRO 8. Análisis de varianza para rendimiento en cuatro localidades Guatemala 1981.

CUYUTA

F.V.	G.L.	C.M.	F.C.	Ft .05	Ft .01
Repet.	3	5276207.0000			
Blocks	16	250199.2500			
Tratam.	24	11669298.0000	47.05	1.682*	2.086**
Error	56	247379.6563			
Total	99				

\* Significativo al nivel de 5%.

\*\* Significativo al nivel de 1%.

CUADRO 9. Medias de rendimiento y características agronómicas para la Localidad Jutiapa.

Genealogía	Días a Flora- ción	ALTURA		RENDIMIENTO	
		Plan- ta	Mazor- ca	Kg/ha	qq/mz
2077 x L.M. 7843	65.3	232.5	122.5	7512.4	116
♀ H.B.-11 x 2077	63.8	211.3	107.5	7287.3	112
(Comp-2 x 2065) L.M. 7843	64.5	237.5	133.8	7201.4	111
(Comp-2 x 2915) L.M. 7843	65.3	232.5	131.3	7153.7	110
(♀HB-11 x 2077) L.M. 7843	66.0	236.3	130.0	7101.9	110
(L.M. x 2012) L.M. 7843	65.5	238.8	141.3	6913.5	107
(L.M. x 2065) L.M. 7843	65.8	236.3	135.0	6775.9	105
2012 x L.M. 7843	65.0	230.0	128.8	6652.4	103
L.M. 7843	66.8	241.3	142.5	6600.3	102
TUXPEÑO C-17 #	61.0	196.3	100.0	6265.0	97
1517 x L.M. 7843	66.3	231.3	157.5	6200.7	96
(Comp-2 x 2122) L.M. 7843	64.8	227.5	122.5	6182.1	95
Comp-2 #	64.5	221.3	113.8	6121.1	94
Comp-2 x 2122	63.3	217.5	116.3	6007.8	93
2015 x L.M. 7843	64.8	230.0	125.0	5894.6	91
2122 x L.M. 7843	62.8	233.8	128.8	5891.8	91
2065 x L.M. 7843	65.3	221.3	121.3	5805.7	90
♀ HB - 11 x 2065	64.3	193.8	105.0	4857.0	75
Comp - 2 2015	63.5	202.5	105.0	4287.0	66
2015 #	62.8	181.3	88.8	3179.2	49
1517 #	66.8	210.0	106.3	2734.0	42
1012 #	67.0	160.0	97.5	2149.4	33
2077 #	65.8	157.5	80.0	2099.3	32
2065 #	69.8	153.8	82.5	1939.4	30
2122#	63.3	147.5	77.5	1678.5	26

NOTA: Listado en orden descendente: Rendimiento.

CUADRO 10. Medias de rendimiento y características agrónomicas para la localidad La Máquina.

Genealogía	Días a Flora- ción	AL T U R A		RENDIMIENTO	
		Plan- ta	Mazor- ca	Kg/ha	qq/mz
L.M. 7843	54.5	221.3	117.5	6762.6	104
(L.M. x 2012) L.M. 7843	54.0	210.0	111.3	6364.2	98
(Comp-2 x 2015) L.M. 7843	52.8	207.5	108.8	6236.5	96
(♀ HB-11 x 2077) L.M. 7843	53.8	206.3	110.0	6132.5	95
(Comp-2 x 2122) L.M. 7843	52.0	201.3	108.8	5942.2	92
1517 x L.M. 7843	54.8	208.8	112.5	5885.9	91
(L.M. x 2065) L.M. 7843	54.0	212.5	116.3	5820.4	90
2065 x L.M. 7843	54.0	196.3	111.3	5789.9	89
2077 x L.M. 7843	51.0	206.3	111.3	5748.9	89
2015 x L.M. 7843	51.8	196.3	106.3	5702.5	88
2012 x L.M. 7843	54.0	205.0	110.0	5528.5	85
(Comp-2 x 2065) L.M. 7843	52.3	200.0	106.3	5506.9	85
2122 x L.M. 7843	51.5	196.3	106.3	5495.8	85
♀ HB-11 x 2077	52.5	178.8	100.0	5198.4	80
TUXPEÑO C-17#	49.3	163.8	91.3	5181.3	80
Comp-2 #	54.8	192.5	102.5	5142.7	79
♀ HB-11 x 2065	53.0	177.5	97.5	4739.3	73
Comp-2 x 2122	50.5	183.8	98.8	4367.4	67
Comp-2 x 2015	53.8	180.0	100.0	3922.1	61
2015 #	51.0	141.3	82.5	3199.7	49
1517 #	55.5	183.8	98.8	2783.0	43
2122 #	51.0	127.5	71.3	1721.7	27
2065 #	56.8	135.0	81.3	1512.8	23
2012 #	55.5	147.5	92.5	1306.7	20
2077 #	53.5	128.8	71.3	1294.9	20

NOTA: Listado en orden descendente: Rendimiento.

CUADRO 11. Medias de rendimiento y características agrónomicas para la localidad San Jerónimo

Genealogía	Días a Flora- ción	ALTURA		RENDIMIENTO	
		Plan- ta	Mazor- ca	Kg/ha	qq/mz
2077 x L.M. 7843	68.8	192.5	85.0	7793.7	120
L.M. 7843	75.8	195.0	95.0	7538.5	116
(Comp-2 x 2015) L.M. 7843	72.0	175.0	75.0	7522.5	116
(L.M. x 2065) L.M. 7843	71.8	205.0	77.5	7353.4	113
(♀ HB-11 x 2077) L.M. 7843	73.3	196.3	70.0	7268.8	112
2012 x L.M. 7843	71.8	165.0	98.8	7264.0	112
2122 x L.M. 7843	67.3	170.0	77.5	7252.2	112
(Comp-2 x 2122) L.M. 7843	73.0	180.0	66.3	7047.0	109
(Comp-2 x 2065) L.M. 7843	71.5	176.3	66.3	6986.8	108
(L.M. x 2012) L.M. 7843	75.0	172.5	75.0	6958.2	107
2065 x L.M. 7843	71.5	177.5	73.8	6928.5	106
1517 x L.M. 7843	75.5	146.3	65.0	6895.0	106
2015 x L.M. 7843	70.0	168.8	72.5	6625.6	102
♀ HB-11 x 2077	72.3	128.8	47.5	6225.4	96
Comp-2 #	73.5	122.5	60.0	5580.7	86
TUXPEÑO C-17 #	62.5	158.8	46.3	5220.5	81
♀ HB-11 x 2065	72.0	126.3	45.5	3423.7	53
Comp-2 x 2122	68.8	130.0	56.3	3423.3	53
2015 #	72.5	117.5	31.3	2585.2	40
Comp-2 x 2015	74.0	110.0	33.8	2353.0	36
2065 #	73.5	132.5	35.0	1356.1	21
2122 #	69.0	110.0	27.5	1216.0	19
1517 #	79.8	132.5	42.5	1144.4	18
2077 #	75.5	117.5	20.0	819.9	13
2012 #	75.5	105.0	40.0	658.1	10

NOTA: Listado en orden descendente: Rendimiento.

CUADRO 12. Medias de rendimiento y características agrónomicas para la localidad Cuyuta

Genealogía	Días a Flora- ción	AL T U R A		RENDIMIENTO	
		Plan- ta	Mazor- ca	Kg/ha	qq/mz
(Comp-2 x 2015) L.M. 7843	54.8	197.5	107.5	6888.0	106
(L.M. x 2015) L.M. 7843	56.8	216.3	112.5	6784.4	105
(L.M. x 2012) L.M. 7843	57.8	183.8	122.5	6646.6	103
2012 x L.M. 7843	54.8	202.5	111.3	6583.5	102
2015 x L.M. 7843	54.8	207.5	110.0	6558.5	101
(Comp-2 x 2122) L.M. 7843	53.3	186.3	121.3	6549.9	101
(Comp-2 x 2065) L.M. 7843	54.3	208.8	116.3	6387.4	99
(♀ HB-11 x 2077) L.M. 7843	54.	205.0	102.5	6244.0	96
♀ HB-11 x 2077	55.5	186.3	92.5	6096.1	94
Comp-2 #	54.8	203.8	98.8	6071.5	94
2077 x L.M. 7843	54.0	220.0	107.5	6039.5	93
1517 x L.M. 7843	57.8	207.5	108.8	5956.7	92
L.M. 7843	58.3	218.8	125.0	5952.7	92
2122 x L.M. 7843	52.5	208.8	107.5	5794.3	89
2065 x L.M. 7843	55.8	175.0	117.5	5781.4	89
TUXPEÑO C-17 #	51.3	171.3	90.0	5428.1	84
Comp-2 x 2122	51.8	190.0	98.8	5416.2	84
♀ HB-11 x 2065	56.0	201.3	102.5	4937.8	76
Comp-2 x 2015	55.0	183.8	93.8	4439.8	69
2015 #	54.0	178.8	87.5	3883.9	60
1517 #	58.8	183.8	87.5	2888.8	45
2065 #	56.8	156.3	70.0	2161.1	33
2012 #	57.8	141.3	76.3	2053.1	32
2122 #	52.0	142.5	65.0	2014.4	31
2077 #	55.5	133.8	55.0	1544.4	24

NOTA: Listado en orden descendente: Rendimiento.

CUADRO 13. Análisis de varianza combinado para la variable rendimiento, a través de cuatro localidades

F.V.	G.L.	C.M.	F.C.	Ft .05	Ft .01
Tratamiento	24	60581552.08	98.5667	1.52	1.79
Localidades	3	8269250.0	13.4541	2.60	3.78
Loc. x Tratamiento	72	1440565.97	2.3438	1.30*	1.44**
Error	288	614624.66			

\* Significativo al nivel de 5%.

\*\* Significativo al nivel de 1%.

En lo que respecta a la diferencia entre medias, la significancia estadística encontrada motivó el que se efectuara una comparación de medias por la prueba de Tukey para rendimiento, en el análisis combinado. Para este caso, el comparador tuvo un valor de  $W = 960.38$  kg/ha, utilizándose para dicha prueba, las medias de cada tratamiento a través de las cuatro localidades, tal como se presenta en el cuadro 14.

Se observa también que en las cruzas de L.M. 7843, con (Comp-2 x 2015) y 2077, el rendimiento ha aumentado, mientras que las características altura de planta y mazorca han disminuido con respecto al progenitor más alto: tal es el caso de la mejor craza (Comp-2 x 2015) x L.M. 7843, la cual disminuyó en un 8% la altura de planta y en un 12% la altura de mazorca e incrementó en un 4% el rendimiento en relación a La Máquina 7843.

El cuadro 15, muestra los porcentajes de heterosis para los caracteres rendimiento, altura de planta y altura de mazorca. En base a dicho cuadro se observa que se tuvieron valores de heterosis hasta un 166% sobre la media de los progenitores para la variable rendimiento para la craza 2077 x L.M. 7843. En cuanto a la altura de planta y mazorca se refiere, son significativas las reducciones para las cruzas de los progenitores (Comp-2 x 2015), 2077 y (L.M. x 2012), con L.M. 7843, reduciéndose en 16, 7 y 16 centímetros, respectivamente.

La importancia de estos resultados radica en que además de producir genotipos con altura de planta y mazorca aceptable, el rendimiento no decreció mostrando valores de heterosis ideales.

CUADRO 14. Medias de características agronómicas, rendimiento y prueba de Tukey de las cuatro localidades. Guatemala, 1981

No.	Genealogía	Altura Planta	Altura Mazorca	Rendi- miento	Prueba de Tukey
1	(Comp-2 x 2015) L.M. 7843	203.12	105.65	6950.2	A
2	2077 x L.M. 7843	212.82	106.57	6773.6	A
3	(L.M. x 2021) L.M. 7843	203.15	112.52	6720.6	A
4	L.M. 7843	219.10	120.00	6713.5	A
5	(♀ HB-11 x 2) L.M. 7843	205.65	103.12	6686.8	A B
6	(L.M. x 2065) L.M. 7843	211.60	110.32	6683.5	A B
7	(Comp-2 x 2165) L.M. 7843	204.07	105.65	6520.6	A B
8	2012 x L.M. 7843	210.62	112.22	6507.1	A B
9	(Comp-2 x 2122) L.M. 7843	195.02	104.72	6430.3	A B C
10	2517 x L.M. 7843	205.02	103.45	6234.6	A B C C
11	♀ HB-11 x 2077	180.68	86.88	6201.8	A B C C
12	2015 x L.M. 7843	202.82	111.90	6195.3	A B C C
13	2122 x L.M. 7843	208.80	105.02	6108.5	A B C C
14	2065 x L.M. 7843	192.22	105.97	6076.4	A B C C
15	Comp-2 #	196.60	93.78	5729.0	B C C D
16	Tuxpeño C-17	165.05	81.90	5523.7	C C D
17	Comp-2 x 2122	185.98	92.55	4803.7	D E F
18	♀ HB-11 x 2065	173.78	86.87	4489.4	E F G
19	Comp-2 x 2015	174.08	83.15	3750.5	F G H
20	2015 #	156.93	72.53	3212.0	G H I
21	1517 #	177.53	83.78	2387.5	H I
22	2065 #	140.65	67.20	1742.2	I
23	2122 #	131.88	60.33	1657.6	I
24	2012 #	138.45	76.58	1541.8	I
25	2077 #	134.40	56.58	1439.6	I

CUADRO 15. Heterosis para tres caracteres

Ran- go	Genealogía	Heterosis Altura Planta %	Heterosis Altura Mazorca %	Heterosis Rendi- miento %
1	(Comp-2 x 2015) L.M. 7843	103	104	133
2	2077 x L.M. 7843	120	121	166
3	(L.M. x 2012) L.M. 7843	94	0	102
4	L.M. 7843	---	---	---
5	(♀ HB-11 x 2077) L.M. 7843	103	99	104
6	(L.M. x 1065) L.M. 7843	103	97	105
7	(Comp-2 x 2065) L.M. 7843	104	104	110
8	2012 x L.M. 7843	118	114	158
9	(Comp-2 x 2122) L.M. 7843	96	98	112
10	1517 x L.M. 7843	103	102	137
11	♀ HB-11 x 2077	---	---	---
12	2015 x L.M. 7843	108	116	125
13	2122 x L.M. 7843	119	116	146
14	2065 x L.M. 7843	107	113	144
15	Comp-2 #	---	---	---
16	Tuxpeño C-17 #	---	---	---
17	Comp-2 x 2122	113	120	130
18	♀ HB-11 x 2065	---	---	---
19	Comp-2 x 2015	98	100	84
20	2015 #	---	---	---
21	1517 #	---	---	---
22	2065 #	---	---	---
23	2122 #	---	---	---
24	2012 #	---	---	---
25	2079 #	---	---	---

## VII. CONCLUSIONES

1. Para el carácter rendimiento, todas las cruzas que tuvieron los valores más altos fueron las originadas de progenitores que manifestaron altura de planta y mazorca relativamente altas.
2. Dentro del grupo significativamente superior en rendimiento, se identificaron tres cruzas: (Comp-2 x 2015) x L.M. 7843, (2077 x L.M. 7843) y (L.M. x 2012) x L.M. 7843. Las cuales superaron en rendimiento a su progenitor de porte alto (L.M. 7843), superándolo 4% y disminuyendo su altura de planta de 7 a 16 centímetros.
3. La craza (Comp-2 x 2015) x L.M. 7843, fue la que mostró valores más altos en rendimiento y características agronómicas superiores a través de las cuatro localidades en estudio. El rendimiento de esta craza fue de 6.95 Ton/ha, altura de planta de 203 centímetros y altura de mazorca de 105 centímetros; presentando también valores de heterosis de 133%, 103 y 104% para rendimiento, altura de planta y altura de mazorca, respectivamente.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la producción comercial de las cruzas (Comp-2 x 2015) x L.M. 7843, 2077 x L.M. 7843 y (L.M. x 2012) x L.M. 7843 y su evaluación más extensa en ensayos de parcelas de los agricultores, además se deben incrementar las semillas de los progenitores.
2. Los mejores materiales pueden ser utilizados en programas de mejoramiento, en los cuales se desée disminuir la altura, pero sin afectar la producción.

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. BRAUER, O. Fitogenética aplicada. México, Limusa Wiley, 1969. p. 518.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. CIMMYT. Reporte anual 1968 - 1969. p. 35 - 37.
3. ----- . Reporte anual 1970 - 71. México, 1971. p. 74 - 77.
4. ----- . Reporte anual 1972. México, 1972. p. 94.
5. DARDON CRUZ, O. Características agronómicas y evaluación de rendimiento de siete variedades de maíz (Zea mays L.) en el departamento de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1977. p. 18.
6. GONZALEZ ARAUZ, D. Tipo de acción génica del carácter altura de planta de cinco fuentes diferentes de maíz (Zea mays L.). Buena Vista, Saltillo Coahuila. Tesis M.C. México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 1980. p. 4-7 y 11-12.
7. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Algunas cifras acerca de Guatemala. Guatemala 1978. s.p.
8. ----- . Censo Agropecuario 1963-64. Guatemala, 1965. p. 118-121.
9. ----- . Encuesta agrícola de granos básicos. Guatemala, 1978. s.p.
10. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. ICTA. Programa de producción de maíz; Informe anual. Guatemala, 1976.
11. ----- . Programa de producción de maíz; Informe anual. Guatemala, 1977.

12. ----- . Programa de producción de maíz; Informe anual. Guatemala, 1978. s.p.
13. ----- . Programa de producción de maíz; Informe anual. Guatemala, 1979. p. 99.
14. ----- . Programa de producción de maíz; Informe anual. Guatemala, 1980. s.p.
15. ----- . Resultados preliminares obtenidos en las parcelas de prueba en el parcelamiento La Máquina. Guatemala, 1976. p. 4.
16. GUERRA BORGES, A. Geografía económica de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos. Editorial Universitaria, 1977. p. 45-46.
17. RIVERA GOMEZ, J.A., MOLINA GALAN, J. y BUCIO ALAMIS, L. Efecto de la selección masal para altura de mazorca sobre otros caracteres en dos variedades de maíz. Análisis fenotípico. México, Agrociencia, serie B, No. 8. 1972. p. 29-65.

Vo.Bo. X



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....
.....

"IMPRIMASE"

  
DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
D E C A N O



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis