

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

ESTIMACION DE LA GANANCIA POR SELECCION DENTRO DE
LINEAS S_1 EN MAIZ.

POR

ROBERTO ARGUELLO ARNESTO

TESIS

1970

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

ESTIMACION DE LA GANANCIA POR SELECCION DENTRO DE
LINEAS S₁ EN MAIZ.

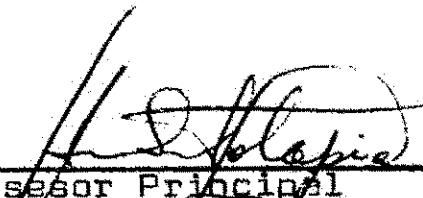
POR

ROBERTO ARGUELLO ARNESTO.

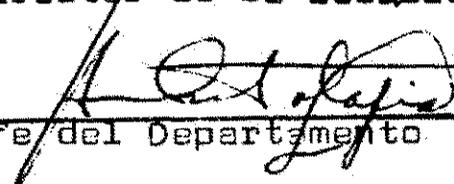
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el
grado profesional de Ingeniero Agrónomo.

ARROBADA:


Asesor Principal


Director de la Escuela


Jefe del Departamento

7 JUL 1970

Fecha

7 JUL 1970

Fecha

7 JUL 1970

Fecha

1970

DEDICATORIA

- A La memoria de mi Abuelo MANUEL ARNESTO GARCIA
A mi padre : José Argüello Pollex
A mi madre : Carmen Arnesto de Arguello
A mi hermana : Myrtle Arguello Arnesto
A mi Segunda Madre : Mercedes Briceño Urey

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Mario Castro Gil quien sugirió y asesoró este trabajo durante todo su desarrollo. Mi imperecedera gratitud.-

Al Ing. Humberto Tapia B. por sus consejos y sugerencias.-

Al Agrónomo José R. Gómez G. por sus consejos y valiosa ayuda en la conducción del ensayo.-

A los Ings. César Estrada R., José A. Mejía T., Noel Zuñiga A., Carlos Morales, por sus sugerencias para la mejor presentación de esta tesis.-

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, por todas las facilidades prestadas para la realización de éste Trabajo.-

A mis profesores de este Centro por su valiosa ayuda en mi formación profesional .-

CONTENIDO

	Sección	Página
	INDICE DE CUADROS.....	vi
	INDICE DE FIGURAS.....	viii
I	INTRODUCCION	1
II	OBJETIVOS	3
III	REVISION DE LITERATURA	4
IV	MATERIALES Y METODOS	14
V	RESULTADOS	18
VI	DISCUSION	29
VII	CONCLUSIONES.....	33
VIII	RESUMEN.....	34
IX	LITERATURA CITADA.....	36

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Poblaciones de maíz y número de líneas S_I de cada población que se utilizarón en éste estudio.....	14
2 Promedio de cinco características agronómicas para las versiones con, y sin selección de líneas S_I de maíz evaluada en Roque, Guanajuato, México 1969.....	21
3 Análisis de la varianza para días a floración femenina de 37 líneas S_I de maíz en sus dos versiones de selección. Roque, Guanajuato, México. 1969.....	22
4 Análisis de la varianza para altura de mazorca en metros, de 29 líneas S_I de maíz en sus dos versiones de selección. Líneas de braquítico - 2 excluídas. Roque, Guanajuato, México 1969.....	23
5 Análisis de la varianza para altura de mazorca en metros de 37 líneas S_I de maíz en sus dos versiones de selección. Líneas de braquítico -2 incluídos. Roque, Guanajuato, México 1969.....	24
6 Análisis de la varianza para acame de raíz en grados de inclinación, de 40 líneas S_I de maíz en sus dos	

	Página
versiones de selección. Roque, Guanajuato, México 1969.....	25
7 Análisis de la varianza para talles quebrados en por ciento, de 40 líneas S _I en sus dos versiones de selección. Roque, Guanajuato, México 1969.....	26
8 Análisis de la varianza para rendimiento en Tonedas por Hectárea con 15.5 por ciento de humedad, de 27 líneas S _I de maíz en sus dos versiones de selección. Roque, Guanajuato, México 1969.....	27
9 Rendimiento promedio de mazorcas (peso seco) en kilogramos por planta de líneas S _I en sus dos versiones de selección; derivados de cruces interraciales de maíz. Roque, Guanajuato, México 1969.....	28

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
I Aparato usado para medir los grados de inclinación de las plantas (acamímetro).....	13

1. INTRODUCCION

El trigo, el maíz y el arroz ocupan en ese orden los primeros lugares en la producción mundial de cereales. (8)

El maíz constituye gran parte de la dieta básica en América Latina, y su uso en la alimentación animal, aumenta constantemente.-

Para satisfacer las necesidades alimenticias de la creciente población mundial, se requiere aumentar el área de cultivos de granos, a la vez que la aplicación de una mejor tecnología en su producción. A pesar que en Nicaragua y otros países, el área sembrada de maíz es considerable la producción global es baja. El rendimiento promedio en América Latina, ha mejorado muy poco en los últimos años. El hecho de que los rendimientos por hectárea sean bajos, obedece a muchos factores. Cabe señalar que el poco uso de semillas mejoradas es uno de los más importantes.-

El alto costo de producción de semilla de los maíces híbridos, las dificultades de producirlas correctamente en nuestras condiciones, así como el elevado número de años que son necesarios para desarrollarlos, hacen pensar que éstos, quizás no son realmente la solución del problema. Con el avance en los conocimientos del mecanismo de la herencia, han surgido diferentes métodos de mejoramiento de maíz en los últimos años. La selección combinada entre y dentro de líneas de primera autofecundación (S_I) practicada en forma cíclica, es uno de éstos. En él se tienen muchas esperanzas para mejorar la capacidad productiva de poblaciones de maíz. Trabajos anteriores han hecho ver la importancia que tienen la selección entre líneas S_I (3),

para mejorar los rendimientos de una población.

II. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo fué:

Estimar la magnitud de la ganancia que se puede obtener para alto rendimiento y valor agronómico en general, cuando se hace selección dentro de líneas S_I , como un complemento de la selección entre líneas S_I .

III. REVISION DE LITERATURA

Johannson, citado por De La Loma (5) trabajando con frijoles, observó que el peso del grano era un carácter de gran variación. Para estudiar este carácter tomó 19 semillas de diferentes pesos, y observó que en general las plantas procedentes de semilla grande, producían semillas grandes, y las de semillas pequeñas producían semillas pequeñas. Así obtuvo 19 líneas puras y halló que aunque las semillas de cada línea no eran todas de igual peso, el promedio de peso de las semillas era típica de cada línea. Al tomar semillas de diferente peso dentro de una línea, observó que no existía diferencia entre el peso promedio de sus progenies. Esto lo hizo pensar que la variación que aparece dentro de una línea es solamente debida al medio. Por lo tanto al hacer selección dentro de líneas puras no era posible obtener ganancias pues se seleccionarían buenos o malos fenotipos entre plantas de igual genotipo.

Diferencias en susceptibilidad al ataque de insectos entre líneas de maíz, se han notado frecuentemente. Walter y Brunson (14) trataron de seleccionar líneas de maíz con resistencia al ataque de afidos. Autofecundaron plantas con alta y baja infestación de afidos. Después del primer año, las observaciones se redujeron a tres líneas, L, Ldg, y 38-11.

Estas líneas tenían 22,16, y doce generaciones de autofecundación respectivamente. Se hicieron selecciones de plantas individuales

en cada línea, basadas en el grado de infestación tanto para alta como para baja infestación, por cuatro generaciones sucesivas. A través de este período, encontraron que en la línea L la selección para alta y baja susceptibilidad fue efectiva. En la línea 38-11 la selección para alta susceptibilidad fue más efectiva que para baja, y la línea L_{0g} mantuvo sus diferencias originales.

Parece probable, entonces, que algunas líneas puedan estar segregando para un grado de resistencia a insectos después de varios años de endogamia, mientras que otras no.

Por lo que concluyen su trabajo expresando que la selección puede ser efectiva en algunas líneas, pero no en todas.-

East y Jones, citados por Jenkins, (4) fueron de los primeros en sugerir el entrecruzamiento de individuos seleccionados como método para concentrar genes para caracteres deseables mediante selección cíclica.

Sprague y Brimhall (13) realizaron un ensayo en el que se comparó la efectividad de dos métodos de selección, para mejorar el contenido de aceite en la semilla de maíz. Estos métodos fueron: selección recurrente y autofecundación y selección de la manera usual. Para tal efecto se autofecundó cierto número de plantas y se seleccionaron las diez líneas S_I que poseían mayor contenido de aceite .

Por el método de autofecundación y selección, se sembraron las diez líneas S_I escogidas, en mazorca por surco. Se autofecundaron cinco

plantas seleccionadas de cada surco, se conservaron las dos autofecundaciones (S_2) de mayor contenido de aceite en cada una de las diez líneas originales.-

Las 20 mazorcas seleccionadas se sembraron de nuevo, para otra serie de autofecundaciones y selección de manera similar a la descrita; además se descartó una línea S_2 de cada línea S_1 , para conservar así diez líneas S_2 .

Para la selección recurrente se sembraron también las diez mazorcas (S_1) en mazorca por surco. Se hicieron todos los entrecruzamientos, posibles y la población así resultante, se usó para repetir el ciclo de autofecundación- evaluación- selección y entrecruzamiento de las seleccionadas .

Después de cinco generaciones, los autores concluyeron que en las condiciones de dicho experimento, la selección recurrente fué 2,5 veces más efectiva que el sistema usual de autofecundación y selección sin entrecruzamiento (no recurrente)

Señalan también que la selección depende de muchos factores, entre los que se encuentran la heredabilidad, el tamaño de la muestra y la frecuencia de los genes.-

Genter y Alexander (3) están de acuerdo en que si la acción de los genes para rendimiento, es dominante y aditiva, principalmente, la evaluación del rendimiento en las primeras generaciones de endogamia, puede ayudar a conocer la aptitud combinatoria general.

Las líneas que poseen muchos genes deseables para vigor y rendimiento, serán vigorosas y productivas. Por el contrario, las lí-

neas que tienen pocos genes para vigor y rendimiento, serán relativamente bajas en vigor y poco productivas.

Los autores hacen énfasis en que algunas veces existe una marcada diferencia entre las líneas más vigorosas y las más productivas.

Sin embargo sugieren, que la selección visual para caracteres agrónómicos deseables en líneas S_1 , acompañada de una evaluación de los rendimientos, ofrece una buena oportunidad para seleccionar en las generaciones tempranas de endogamia.

Lonnquist y Lindeay (7) evaluaron 169 líneas S_1 de tres maneras diferentes: 1) Como líneas "per se" 2) En cruce con una variedad no emparentada 3) En cruce con la variedad progenitora. Las correlaciones fenotípicas de línea S_1 y cruces de prueba, para rendimiento y otras características agrónómicas, fueron altamente significativas. Para el rendimiento el valor de la correlación fue de 0,24- 0,30.

Como se esperaba, el rango en la expresión de los diferentes caracteres fue mucho más grande en las líneas " per se ", que en los cruces de prueba. El rango para rendimiento en las líneas "per se" fue de 127 por ciento de su media, mientras que para los cruces de prueba fue de 30 y 48 por ciento. En el análisis de varianza para rendimiento, la interacción del genotipo por año fue mayor en las líneas S_1 " per se " que en los dos cruces de prueba, indicando mayor susceptibilidad de las líneas a diferencias ambientales. En cada uno de los procedimientos se seleccionó un grupo de líneas que se desviaban de la media mas que una desviación estandar . El número

seleccionado varió de 19 a 25 líneas encontrándose que solo dos de ellas eran comunes a los tres grupos, y entre cualquiera de dos grupos seleccionados, solamente había de cinco a seis líneas repetidas en cada grupo. Ningún procedimiento entonces, pareció útil en permitir la selección de todos los genotipos genéticamente superiores. En las líneas " por se. " y en los cruces con la variedad no emparentada, se seleccionaron tres líneas de alto y tres de bajo rendimiento. Cuando en las líneas S_1 "por se " se cruzaron las dos de bajo rendimiento, este fue menor que el obtenido al cruzar una bajo por alto rendimiento y este a su vez fue menor que cuando se cruzaron las dos líneas de alto rendimiento.

En cambio en los cruces de las líneas S_1 seleccionadas, usando una variedad no emparentada como probador, se encontró que los cruces de bajo por alto, fueron superiores a los cruces entre las de alto rendimiento. Entonces, aunque se utilizó un probador de base genética amplia, en la evaluación de cruces, parece que hubo una selección fuerte para efectos heteróticos, mientras que la selección basada en líneas " por se " pareció que se basó en efectos genéticos aditivos.-

Genter y Alexander (2) iniciaron un trabajo con el objeto de hacer una comparación crítica del comportamiento de líneas S_1 y sus cruces de prueba, para rendimiento y otras características del maíz.

Plantas So del sintético C. B. S. (Corn Belt Southern) se autofecundaron y cruzaron con dos probadores.

Las líneas S_1 , sus cruces de prueba, y los cruces de los dos proba-

dores se sembraron para su estudio. Un segundo ensayo se hizo en Florida. Al analizar los datos observaron que las medias de los progenios de las líneas S_1 , mostraban mayor dispersión que las medias de los cruces de prueba. Las progenies de las líneas S_1 mostraban menor efecto del medio ambiente que los cruces de prueba, lo cual esta en desacuerdo con los datos presentados por Lonquist y Lindsey, los que observaron mayor susceptibilidad de las líneas S_1 que sus cruces de prueba.

Los autores llegaron a la conclusión que el comportamiento de las líneas S_1 puede estar más asociado con la aptitud combinatoria general, que con la aptitud combinatoria específica.

Paterniani (9) en un trabajo de selección entre y dentro de familias de medios hermanos en una población de maíz de Brasil, después de haber completado tres ciclos de selección, encontró que el rendimiento se había mejorado en un 13.6 por ciento por ciclo, al compararlo con la población original.

El coeficiente de variación genética en la población original fue de 15.8 por ciento, el cual decreció en el ciclo tercero a 7.4 por ciento.

Ripol (10), al hacer selección entre y dentro de familias de medios hermanos, estimó, que , la ganancia debida a las selección dentro de familias fue de 68,7 por ciento, y solo un 31.3 por ciento fué debida a la selección entre familias. Sin embargo, reconoce ciertas limitaciones en sus datos, y se inclina a pensar que la ganancia entre y dentro de familias son mas ó menos de igual importan-

cia en las condiciones en que se llevó a cabo el estudio.

Estos datos difieren un poco a los presentados por Nebel y Lonquist (15) , quienes obtuvieron una contribución al rendimiento de 54 por ciento para la selección entre, y 46 por ciento para la selección dentro de familias, tomando como 100 por ciento la ganancia total.

(+) Con el objeto de hacer selección cíclica ó recurrente entre y dentro de un gran número de líneas S_1 , el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en la estación experimental de Roque, Guanajuato, México, evaluó los 300 cruces posibles entre 25 razas de maíces mexicanos. De estos se escogieron los 17 más prometedores para esa zona.-

Estos cruces fueron llevados a F_2 , a partir de la cual se derivaron de cada población de 300 a 350 líneas, lográndose un total de 5063. Parte de la semilla de estas líneas se sembró para su observación en el invierno 68-69 en Tepalcingo, Estado de Morelos, guardando el remanente de la semilla.

De estas 5063 líneas S_1 se seleccionaron (antes de la floración), entre 25 y 35 líneas S_1 , de cada una de las 17 poblaciones, para al final tener aproximadamente unas 500 líneas S_1 .

Dentro de cada una de las líneas seleccionadas se escogieron, poco antes de la floración, las tres plantas fenotípicamente mejores, tomando en consideración su vigor, altura de mazorca, acame daño de gusano cogollero, y sanidad general de las plantas .

Con las plantas así seleccionadas, se hicieron los cruces posibles entre ellas mediante el sistema de cruces en cadena, ideado por Lonnquist (6).

Se conservó solamente la semilla del cruce entre las dos mejores plantas. De esta manera se hizo primero una selección entre líneas S_1 y después una selección dentro de líneas S_1 , seleccionadas en las 17 poblaciones incluídas.

Los progenitores del cruce seleccionado se designaron como P_1 y P_2 .

En los progenitores y en diez plantas escogidas al azar dentro de la línea (con competencia completa), se registraron datos de altura de mazorca y acame.

Con estos datos, se pudo estimar la diferencia fenotípica, entre la línea en general y el promedio de las dos plantas seleccionadas (P_1 y P_2).

La altura de mazorca se tomó de la base de la planta, a la base del nudo de intersección de la mazorca superior.

El acame se midió en grados de inclinación a partir de la vertical, usando para esto el aparato que se ilustra en la figura número uno.

Después de la toma de datos, la mazorca resultante del cruce de P_1 y P_2 , se identificó con el mismo número de línea asignado al remanente de semilla S_1 añadiéndole a este la letra S de selección.

Así de cada uno de las líneas S_1 (seleccionadas en el invierno 68-69 en Morelos), se obtuvieron al final dos muestras de semilla: la de la autofecundación original (línea S_1 sin selección) y la semilla

derivada de cruzar las dos mejores plantas que parecieron las mejores., de una muestra de la línea S_1 (línea S_1 con selección), (+)



Figura 1. Aparato usado para medir los grados de inclinación de las plantas.(acamímetro). Es la primera vez que se usa.

IV. MATERIALES Y METODOS

Para hacer este estudio se utilizaron líneas S_I tomadas al azar, en cinco poblaciones de maíz de las 17 poblaciones previamente seleccionadas por el CIMMYT y en las cuales se había practicado selección dentro de líneas (+) .

En el cuadro 1 se presentan las poblaciones con que se trabajó y el número de líneas de cada población.

Cuadro 1- Poblaciones y número de líneas S_I de maíz de cada población que se utilizaron en este estudio.

Genealogía	Número de líneas en estudio
(Puebla Grupo 1) x (braquitico-2)	9
(Maíz Dulce x (Tehua)	9
(Puebla Grupo 1) x (Celaya x Opaco ₂)	10
(Comiteco) x (Pepitilla)	3
(Comiteco) x (Celaya)	9

La semilla remanente de cada una de las 40 líneas S_I sin selección y la semilla resultante del cruce de las dos mejores plantas (P_1 y P_2) de las mismas líneas (líneas S_I con selección) se sembraron el trece de mayo de 1969, en la región del Bajío, Estado de Guanajuato en la estación experimental de Roque, propiedad del Instituto Nacio-

(+) Comunicación personal del Dr. Mario Castro Gil.

nal de Investigaciones Agrícolas (INIA).

Las líneas S_1 de la población (Puebla Grupo 1) x (braquítico- 2) se incluyeron para observar el efecto de la selección dentro de líneas S_1 , cuando estas segregan para un gane de efectos mayores, fácilmente reconocibles y altamente heredables. Las 40 líneas S_1 , cada una en sus dos versiones de con y sin selección, se sembraron en un experimento en parcelas apareadas con dos repeticiones.

Para la distribución de las líneas en el campo, se hizo para cada repetición un sorteo de las cinco poblaciones y dentro de cada población se sortearon sus respectivas líneas, considerando como un solo elemento los pares formados por el cruce de las dos mejores plantas ($P_1 - P_2$) de una línea S_1 , y su línea original sin selección (semilla remanente). Un tercer sorteo se hizo con las líneas que formaban cada par.

La parcela experimental constó de un surco de 4.2 metros de longitud con un total de quince plantas por surco. Al tomar los datos se eliminó la primera planta de cada surco por carecer de competencia completa, por lo que en realidad cada parcela tenía como máximo catorce plantas útiles.

La distancia entre surcos fué de 61 centímetros y la distancia entre plantas de 30 centímetros, teniéndose una población de 54.644 plantas por hectárea.

Se sembraron dos semillas por mata y a los diez días se raleó a una planta. En las líneas hubo fallas, se hicieron **transplantes** con

plantas de la misma línea , que se obtuvieron al momento de raleo. Para proveer a los surcos orilleros de competencia, se sembraron en los bordes de los bloques compuestos de líneas de la misma población de la última línea sembrada. De igual modo se completaron los dos últimos surcos de cada repetición.

El suelo donde se hizo esta prueba es de textura arcillo arenosa y fue fertilizado con 120 kilogramos de nitrógeno y 80 kilogramos de fósforo por hectárea.

El ensayo se mantuvo libre de malezas e insectos durante todo el ciclo.

Para el registro de datos de altura de mazorca se tomaron en cuenta solo las parcelas que tenían como mínimo siete plantas con competencia completa.

Los datos de acame de raíz se tomaron pocos días antes de la cosecha para si hacer una comparación más crítica del estado final de las líneas. Para registrar estos datos se utilizó el aparato usado por el CIMMYT. Al que se le dió el nombre de acamímetro.

Todas las líneas en estudio se tomaron para el análisis de este carácter, pues en este caso no se tomó en cuenta la competencia de las plantas. Para el análisis estadístico los datos de acame se expresaron en grados de inclinación promedio por parcela.

En el estudio de los tallos quebrados, también se incluyeron todas las líneas. No se consideró la competencia de las plantas se tomaron en consideración solo aquellos tallos principales que

sufrieron rupturas desde su mazorca superior hacia abajo. Para el análisis estadístico los datos de tallos quebrados se expresaron en porciento de tallos quebrados por parcela.

Para floración se usaron todas las líneas, con excepción de una línea que no desarrolló su flor femenina y dos líneas que también mostraron anomalía en su floración. Se tomaron estos datos diariamente a través de todo el período de floración y como fecha final se tomó el día en que el 50 por ciento de las plantas tenían sus estigmas receptivos.

Para el análisis del rendimiento se usaron solo las parcelas que tenían como mínimo siete plantas con competencia completo. Las resiembras que para esta fecha mostraban poco vigor, se eliminaron poco antes de la cosecha. Para este análisis no se tomó en cuenta la población (Puebla Grupo 1) x (braquítico- 2) debido a que las líneas homocigotas para el gene braquítico tenían el rendimiento bajo. Por el contrario las líneas sin selección segregaban plantas normales, las que producían un aumento considerable en el rendimiento de estas líneas

Para medir el rendimiento se tomó el peso total de mazorcas cosechadas y el número de plantas cosechadas. El rendimiento se calculó en base al rendimiento promedio por planta

V. RESULTADOS

Los resultados obtenidos para evaluar la selección dentro de líneas S_1 de maíz se presentan a continuación.

En el cuadro 2 se presentan los promedios de cinco características agronómicas que se midieron en las dos versiones (con y sin selección). Podemos observar que en promedio de todas las poblaciones y líneas, los días a floración femenina solo mostraron una diferencia de un día, notándose que la versión sin selección florece a los 90 días y la versión con selección a los 91. En el análisis de varianza (cuadro 3), se observa que esa diferencia no fué estadísticamente significativa.

Con relación a la altura de mazorca la magnitud del cambio fué despreciable, habiéndose detectado una diferencia de un centímetro a favor de la versión sometida a selección; estando esta dirigida a conseguir plantas con menor altura de mazorca, esto se presentó en poblaciones normales de altura de mazorca.

La efectividad de la selección dentro de líneas se puso de manifiesto al evaluar las progenies derivadas de la población Puebla Grupo 1 x brequíptico-2. Este cambio consistió en una diferencia de catorce centímetros en favor de la selección para la reducción de la altura. Los análisis de varianza para el primer caso en el cual no se incluyó la población con el gene brequíptico-2, no se mostró diferencias estadísticamente significativas para la comparación de las versiones con y sin selección (cuadro 4). Al incluir las líneas con el gene --

braquítico-2, las diferencias encontradas resultaron ser altamente significativas (cuadro 5).

Al evaluar el acame de raíz ocurrido en los materiales objeto de estudio, se encontró que el valor observado para la versión sin selección fue registrado en 7,51 grados de inclinación, en comparación con 6,07 grados para la versión con selección. Esta diferencia de 1,44 grados resultó ser estadísticamente significativa al nivel del 10 por ciento de probabilidades de error (cuadro 6).

Para el carácter tallos quebrados no fue posible provocar diferencias de magnitudes apreciables para la versión con selección. La diferencia que se presentó fue de 0,04 por ciento; diferencia que no fue significativa (cuadro 7).

El rendimiento es el carácter de mayor importancia entre los que se han considerado. Al considerar el comportamiento promedio tomando en cuenta todas las poblaciones y líneas con y sin selección; observamos que la ganancia lograda en rendimiento es equivalente a 115 kilogramos por hectárea en favor de la versión con selección, al comparar el rendimiento obtenido para esta versión que es de 8,639 kilogramos por hectárea, siendo éste mayor que 8,524 kilogramos por hectárea correspondientes a la versión sin selección. La magnitud de esta diferencia no fue significativa (cuadro 8).

Para este mismo carácter considerando los promedios de rendimiento de mazorca por planta en cada una de las poblaciones estudiadas para las versiones con y sin selección encontramos que los valores de los rendimientos por planta mostraron ventajas para la versión - -

con selección en las poblaciones; Comiteco x Celaya, Tehua x Maíz Dulce, y Comiteco x Pepitilla. La población Puebla x(Celaya, Opaco-2) en la versión con selección resultó con plantas menos rendidoras que la versión sin selección (cuadro 9).

Cuadro 2. Promedio de cinco características agronómicas para las versiones con, y sin selección de líneas S₁ de maíz evaluadas en Roque, Guanajuato, México 1969.

Líneas	Días a flor femenina (37)	Altura de Mazorca en Metros. (29)	Acame en grado de inclina- ción (40)	Porcentaje de tallos quebrados (40)	Rendimiento Toneladas por hectárea (27)
Con Selección	91	2.09 (+) 1.87	6.07	13.65	8.639
Sin Selección	90	2.10 (+) 2.01	7.51	13.69	8.524

El número del paréntesis indica el número de observaciones en cada caso.

(+) Sin incluir braquítico.

Cuadro 3. Análisis de la varianza para días a floración femenina de 37 líneas S_1 de maíz en sus dos versiones de selección. Roque, Guanajuato, México, 1969.

Fuente de Variación	G.L.	S. C.	C. M.	F
Repeticiones	1	0.007	0.007	N.S.
Entradas	73	9,952.	136.3	43.1 + +
Selecciones	1	6.49	6.4	2.0 N.S.
Líneas S_1	36	9,725.	270.1	85.5 + +
Selección/Líneas	36	221.	6.1	1.9 + +
Error	73	230.	3.1	
T o t a l	147	10,183.		

C.V. = 1.95%

++ Significativo al nivel del 1% de probabilidades de error.

N.S. No significativo.

Cuadro 4. Análisis de la varianza para la altura de mazorca en metros de 29 líneas S_1 de maíz en sus dos versiones de selección. Líneas de braquítico-2 excluidas. Roque, Guanajuato, México. 1969.-

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	
Repeticiones	1	0.0002	0.0002	0.03	N.S.
Entradas	57	14.00	0.24	39.3	++
Selecciones	1	0.010	0.010	1.60	N.S.
Líneas S_1	28	13.614	0.48	77.79	++
Selecciones/Línea	28	0.3822	0.013	2.1	+
Error	57	0.3563	0.006		
T o t a l	115	14.36			

C.V. = 3.76%

+ Significativo al nivel del 5% de probabilidades de error.

++Significativo al nivel del 1% de probabilidades de error.

N.S.No significado.

Cuadro 5 . Análisis de la varianza para altura de mazorca en metros de 37 líneas S₁ de maíz en sus dos versiones de selección. Líneas de braquíptico - 2 incluidas. Roque, Guanajuato, México. 1969.

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F.	
Repeticiones	1	0.02	0.02	2.70	N.S.
Entradas	73	31.63	0.43	4.03	+
Selecciones	1	0.65	0.65	6.07	++
Líneas S ₁	36	27.91	0.77	72.1	++
Selecciones/Línea	36	3.06	0.08	7.92	++
Error	73	0.78	0.01		
T o t a l	147	32.4			

C. V. = 5.30%

+ Significativo al nivel del 5% de probabilidades de error.

++ Significativo al nivel del 1% de probabilidades de error.

N.S. No significativo.

Cuadro 6. Análisis de la varianza para acame de raíz en grados de inclinación, de 40 líneas S₁ de maíz en sus dos versiones de selección. Roque, Guanajuato, México. 1969.
 Datos originales sin transformar.

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F	
Repeticiones	1	31.50	31.50	1.4	N.S.
Entradas	79	8,224.	104.1	4.6	++
Selecciones	1	82.65	82.6	3.7	+
Líneas S ₁	39	6,883.	176.4	7.9	++
Selección/línea	39	1,258.	32.2	1.4	N.S.
Error	79	1,753.	22.2		
T o t a l	159	10,010.			

C.V. = 69.3%

++ Significativo al nivel del 1% de probabilidades de error.

+ Significativo al nivel del 10% de probabilidades de error.

N.S. No significativo.

Cuadro 7. Análisis de la varianza para tallos quobrados (en por ciento), de 40 líneas S_1 en sus dos versiones de selección. Roque, Guanajuato, México 1969. Datos originales sin transformar.

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F.	
Repeticiones	1	1,326.	1,326.	5.61	+
Entradas	79	19,891.	251.7	1.06	N.S.
Selecciones	1	0.06	0.06		N.S.
Líneas S_1	39	15,637.	400.9	1.69	+
Selección/Línea	39	4,253.	109.0	0.46	N.S.
Error	19	18,674.	236.3		
T o t a l	159	39,892.			

C. V. = 116.3%

+ Significativo al nivel del 5% de probabilidades de error.

N.S. No significativo.

Cuadro 8. Análisis de la varianza para rendimiento en Toneladas por Hectárea con 15.5 por ciento de humedad, de 27 líneas S_1 de maíz en sus dos versiones de selección. Roque, Guanajuato, México. 1969.-

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	
Repeticiones	1	9.3	9.30	2.69	N.S.
Entradas	53	520.9	9.8	2.84	++
Selecciones	1	0.35	0.35	0.10	N.S.
Líneas S_1	26	327.4	12.59	3.64	++
Selección/Líneas	26	193.1	7.42	2.15	++
Error	53	183.0	3.45		
T o t a l	107	713.2			

C.V. = 21.5%

++ Significativo al nivel de 1% de probabilidades de error.

N.S. No significativo.

Cuadro 9. Rendimiento promedio de mazorcas (peso seco) en kilogramos por planta de líneas S₁ en sus dos versiones de selección; derivadas de cruces interraciales de maíz. Roque, Guanajuato, México. 1969.-

Población	Selección <u>1</u> /		Selección <u>2</u> /		Promedio	
	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
Comiteco x Celaya						
rango	.094-.213	.118-.218	.082-.224	.086-.184		
Prome- dio	.142	.159	.148	.143	.145	.151
Tehua x Maíz dulce						
rango	.067-.126	.082-.134	.056-.147	.070-.181		
Promedio	.104-.104	.105	.102	.123	.103	.114
Puebla x (Celaya Opaco 2)						
rango	.049-.197	.040-.195	.067-.219	.083-.176		
Promedio	.140	.122	.139	.128	.139	.125
Comiteco x Pepitilla						
rango	.092-.159	.134-.188	.049-.188	.093-.129		
Promedio	.132	.161	.131	.106	.131	.133

1/ Primera repetición.

2/ Segunda repetición.

VI. DISCUSION

En una población de una especie alogama como es el caso del maíz, es muy frecuente que sus individuos tengan alelos diferentes en un locus dado. Como consecuencia de esto, por las recombinaciones mendelianas y otras razones, la variación genética entre individuos de una misma población es grande. (12) Esta variación es lo que permite hacer selección de los mejores genotipos.

Se sabe también que esta variación se reduce a través de autofecundaciones sucesivas, sin embargo en la primera generación ó sea en las líneas S_1 , esta variación tiene cierto margen como para permitir la selección de individuos con características deseables.

Ahora bien, la expresión de estos individuos es la acción conjunta de su genotipo y del medio ambiente. Por lo tanto, el éxito de la selección fenotípica depende del grado en que el genotipo está representado por el fenotipo.

Las características cualitativas por lo general dependen de un pequeño número de pares de genes, y el medio ambiente no influye mucho en la expresión de éstas. En cambio en la característica de tipo cuantitativo, el número de genes que son necesario para la expresión de éstas es muy alto, y el medio ambiente tiene mayor influencia en éstas.

En las condiciones normales de selección para características cuantitativas no es posible determinar en un individuo que porción de

su fenotipo es debido a su genotipo y que porción a la acción del medio ambiente, Por ello, la precisión al seleccionar los mejores genotipos es bajo puesto que no se tiene control absoluto sobre el medio ambiente.

Al tomar en consideración lo anterior vemos que para el caracter días a floración femenina no se obtuvo ganancia con la versión con selección. Esto se debe en parte al hecho de que por las condiciones de la selección (tomando en consideración los otros caracteres de una sola vez para seleccionar una planta), en muchos casos no se seleccionaron las plantas más precoces por no reunir aquellos el óptimo deseado.

Para el caracter altura de mazorca solo se obtuvo ganancia cuando se incluyeron en el análisis las líneas de la población Puebla Grupo 1 x braquítico-2, pues al hacer selección dentro de líneas se escogieron plantas homocigotas para este gene por lo que toda la descendencia de éstas plantas (líneas S_1 con selección) presentaba dicho-caracter.

En cambio, en las líneas sin selección existió segregación de plantas normales y plantas braquíticas. Cuando no se incluyeron estas líneas, la diferencia entre las dos versiones fue despreciable a pesar de que la heredabilidad de este caracter es alto (11), en este caso no hubo efecto de la selección dentro de línea. Esto se debe al criterio de selección mencionado anteriormente.

En cuanto al acame se refiere, se observa que hubo ganancia para la

versión con selección. Aunque se trata de un carácter cuantitativo, la expresión de éste es de fácil observación, por lo que al hacer la selección fue posible escoger plantas no acamadas.

No sucedió lo mismo con el rendimiento ya que al escoger plantas vigorosas, éstas no fueron las más productivas, Por otra parte la heredabilidad del rendimiento es baja (11).

De igual modo que para el acame de raíz, la selección para tallos quebrados es de fácil observación, sin embargo, en este caso no fue posible observar diferencia entre las dos versiones, ocurriendo diferencia de altos porcentajes entre y dentro de líneas con y sin selección.

Este comportamiento similar con y sin selección para tallos quebrados fué causado por la altura del tallo en el material objeto de estudio que fué susceptible a los vientos ocurridos,

Por el origen del germoplasma y de la formación de las poblaciones en donde se practicó selección, era de esperarse dado a la diversidad genética provocar modificaciones para los caracteres antes mencionados.

Si tomamos en cuenta los tamaños de la muestra usados dentro de cada línea, el criterio de seleccionar en base al comportamiento de tres cruces en cadena no parece ser lo más adecuado para detectar genotipos que representen las mejores combinaciones dentro de una línea.

Es interesante hacer notar que en todas las características estu-

diadas la suma de cuadrados es mayor para líneas S_1 que para selección dentro de línea, lo que indica que en general existía mayor variación en las líneas sin selección.-

VII. CONCLUSIONES

- 1- La selección dentro de líneas S_1 de maíz no fué efectiva para mejorar características tales como; días de floración femenina; altura de mazorca, tallos quebrados, y rendimiento, en los materiales estudiados.
- 2- La selección dentro de líneas S_1 de maíz es aconsejable en líneas S_1 en las que existe segregación de genes con efectos mayores fácilmente identificables como el caso del braquítico-2

VIII. RESUMEN

Un total de 40 líneas S_I de cinco poblaciones de maíz de diferente origen y cada una en sus dos versiones (con y sin selección dentro de líneas), fueron sembrados para su estudio en mayo de 1969 en Roque, Estado de Guanajuato, México.

En cada línea S_I se hicieron cruces en cadena de las tres mejores plantas y al final se escogió el mejor cruce. La semilla así obtenida se sembró en parcelas apareadas con la semilla remanente de esa misma línea.

Se pretendía conocer la magnitud de la ganancia que se puede obtener al hacer selección dentro de líneas S_I , para mejorar características agronómicas tales como; días a floración femenina, altura de mazorca, acame de raíz, tallos quebrados y rendimiento. El ensayo fué sembrado en parcelas apareadas con dos repeticiones en una sola localidad y época.

Los análisis estadísticos de los diferentes caracteres estudiados no mostraron diferencias significativas entre las dos versiones de selección, con excepción de acame de raíz, en el cual las líneas S_I con selección dentro de ellas, mostraron menor intensidad de ese carácter.

De las 40 líneas S_I estudiadas, nueve pertenecían a la población Puebla Grupo 1 x braquítico-2. En esta población al hacer selección dentro de líneas, en varios casos se escogieron para cruzar dos

plantas con el gene braquítico-2 en estado homocigote, por lo que toda la descendencia de estos cruces presentaban dicho caracter. En esta población, las líneas con selección mostraron menor altura de mazorca que las líneas sin selección.

La selección dentro de líneas S_1 no fué efectiva para mejorar características tales como días a floración femenina, altura de mazorca, tallos quebrados, y rendimiento, y solo en acame de raíz se obtuvo cierta ganancia.

La selección dentro de líneas S_1 es aconsejable en líneas S_1 en las que existe segregación de genes con efectos mayores fácilmente identificables.

IX. LITERATURA CITADA

1. FALCONER D.S. 1961. Introduction to quantitative genetics. The Ronald Prese Company. New York pp.60-61
2. GENTER C.F. and ALEXANDER M.W. 1962. Comparative performance of S_1 progenies and test crosses of corn. Crop Sci. 2: pp 516-519.
3. _____ 1966. Development and selection of productive S_1 inbred lines of corn (Zea mays L). Crop Sci 6: pp 429-431.
4. JENKINS M.T., ALICE R.L. and FINDLEY W.R.Jr. 1954. Recurrent selection as a method for concentrating genes for resistance to Helminthosporium turcicum. Leaf Blight in corn. Agron. Jour 46:pp 89-94.
5. LOMA J.L de la. 1954. Genética General y Aplicada 2da. Edición/ Editorial UTEHA. Mexico pp. 373-375
6. LONNQUIST J.H. 1960. El mejoramiento de las poblaciones de maiz. PCCMCA. Managua, Nicaragua pp. 14-22
7. LONNQUIST J.H. and LINDSEY.M.F. 1964. Topcross versus S_1 line performance in corn (Zea mays L). Crop Sci 4: pp 580-583
8. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS, para la Agricultura y la alimentación. 1968. Anuario de producción. Roma 58 p.
9. PATERNIANI R. 1967. Selection among and within half sib families in a Brazilian population of maize. Crop Sci. 7. pp 212-215.
10. RIPOLLA. 1969. Efecto de la selección dentro de familias de medios hermanos en el metodo modificado mazorca por surco. Tesis Ing. Agr. Chapingo. Mexico. Escuela Nacional de Agricultura. (Mimeografiada)
11. ROBINSON H.F. COMSTOCK R.E. and HARVEY P.H. Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. Papers on Quantitative Genetics and related topics. Department of Genetics. North Carolina. State College Raleigh, North Carolina sf. 438 p.

12. SINNOTT E.W. DUNN L.C. y DOBZHANSKY T. 1961. Principios de Genética. Traducción de la 5ta. edición por ANTONIO PREVOSTI. Ediciones Omega. Barcelona pp. 343-346.
13. SPRAGUE G.P. and BRIMHALL B. 1950. Relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernell. *Agron Jour.* 42: pp 83-88.
14. WALTER E.V. and BRUNSON A. 1946. Selection for aphid resistance within inbred lines of maize. *Jour. Am. Soc. Agron.* 38 pp974-977
15. WEBEL D.D. and LONNQUIST J.H. 1967. An evaluation of modified ear to row selection in a population of corn. (Zea mays). *Crop Sci.* 7: pp 651-655.