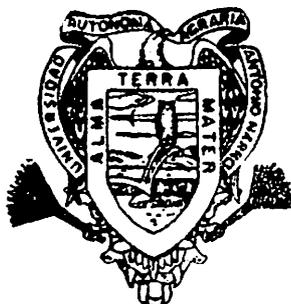


ESTIMACION DE GANANCIAS POR SELECCION
EN DOS POBLACIONES DE MAIZ (*Zea mays* L.)
DE TEMPORAL MEJORADAS POR
DOS METODOLOGIAS

JOSE SIMON CARRILLO AMAYA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN FITTOMEJORAMIENTO



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

ABRIL DE 1987

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISION DEL COMITE PARTICULAR
DE ASESORIA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OPTAR
AL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD
DE FITOMEJORAMIENTO

C O M I T E P A R T I C U L A R

Asesor Principal



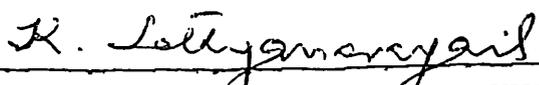
ING. M.C. JOSE GPE. RODRIGUEZ VALDES

Asesor:



ING. M.C. CRISTINA VEGA SANCHEZ

Asesor:

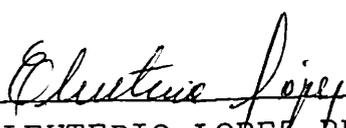


DR. SATHYANARAVANAIAH KURUVADI

Asesor:



ING. M.C. FERNANDO BORREGO ESCALANTE



DR. ELEUTERIO LOPEZ PEREZ
SUBDIRECTOR DE ASUNTOS DE POSTGRADO



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ABRIL DE 1987

DEDICATORIA

A mi esposa e hijo:

Estela Rebeca y José Rodolfo

A mis padres:

José y Juanita

A mis hermanos:

Felipe y María

A la memoria de mis hermanos:

Juan José y Romualdita

A la familia:

Ceballos Mazzocco

A la memoria del Doctor:

Mario Castro Gil

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", mi Alma Mater forjadora de mi profesión.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) por el apoyo brindado para lograr mi superación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo económico.

Al comité particular de asesoría por su participación en la realización de este trabajo.

Al personal del Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN, particularmente a los Ingenieros J. Guadalupe Rodríguez Valdés, Carlos Garay, Cristina Vega y Raymundo Betancourt, así como a los auxiliares de campo de este Instituto.

Agradezco en forma especial al Ing. Fernando Borrego Escalante por su decidida participación con sus sugerencias en este trabajo, así como por su apoyo moral brindado durante mi estancia en el Colegio de Postgrado.

A los Ingenieros José R. Gómez González y Enrique Varela G. por su ayuda en el inicio del proyecto.

Al Ing. Victor M. Valdéz por su confianza y apoyo

• para la realización de mis estudios.

Al Ing. Luis R. Sánchez y al Sr. José Castro por su ayuda para los análisis estadístico.

A las Sras. Lourdes Villarreal y Luz María Martínez por su eficiente trabajo de mecanografía.

COMPENDIO

Estimación de Ganancias por Selección en dos Poblaciones de Maíz (*Zea mays* L.) de Temporal Mejoradas por dos Metodologías.

POR

JOSE SIMON CARRILLO AMAYA

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ABRIL 1987

Ing. M.C. José Guadalupe Rodríguez Valdés-Asesor-

Palabras Claves: Maíz, selección recurrente,
poblaciones, ganancia genética,
riego, temporal

En esta investigación se ha continuado con un programa de selección recurrente en dos poblaciones de maíz propias para temporal, denominadas VS-201 y Compuesto Norteño (CN). La selección recurrente es la selección sistemática de individuos deseables de una población, seguida por una recombinación

ción de los individuos seleccionados para formar una nueva población. Los objetivos son:

1. Determinar ganancia por selección a través de dos metodologías en dos poblaciones de maíz, en cuanto a rendimiento, precocidad y otras características agronómicas.

2. Conocer la respuesta de las poblaciones en sus diferentes ciclos de selección a condiciones diferentes de humedad (riego y temporal).

Las evaluaciones para estudiar el comportamiento de las poblaciones Co, C₁ y C₂ se realizaron en tres localidades (Celaya e Irapuato, Guanajuato y Derramadero, Coahuila) bajo condiciones de riego y temporal. Los análisis de varianza no presentan diferencias significativas para ninguna de las características agronómicas en Celaya e Irapuato, bajo condiciones de riego, mientras que en Derramadero, las diferencias fueron altamente significativas la mayoría de las variables excepto para acame de raíz y tallo. En temporal los análisis de varianza no mostraron significancia en la localidad de Irapuato para ninguna característica agronómica y en Celaya sólo mostró significancia, acame de tallo, en tanto que en Derramadero hubo significancia para días a floración masculina, altura de planta y mazorca y para rendimiento. El análisis de varianza combinado para rendimiento mostró diferencia significativa, entre localidades, entre grupos y su interacción, sin embargo no hubo significancia

entre tratamientos (genotipos) y su interacción.

Respecto a ganancia genética para rendimiento se encontró que ambas poblaciones (VS-201 y CN), mostraron mejor respuesta a la selección bajo riego, en base al comportamiento de líneas S_1 en el C_1 . En temporal la población CN mostró mejor respuesta a la selección a través de líneas S_1 . Con ambas metodologías se obtuvo ganancia, sin embargo líneas S_1 fue más efectiva.

ABSTRACT

Estimation of Genetic Gain by Selection in two Populations of Improved Rainfed Maize (*Zea mays* L.) by two Methods.

BY

JOSE SIMON CARRILLO AMAYA

MASTER'S DEGREE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ABRIL 1987

M.C. José Gpe. Rodríguez Voldés - Advisor -

Key words: Maize, recurrent selection, population, genetic gain, irrigation, rainfed.

This investigation is a continuation of the recurrent selection program in two populations of maize suitable for rainfed denominated VS-201 and Northern Composite (CN). The recurrent selection is a selection for a desired individuals in a population followed by a recombination of the selected individuals to form a new population.

The objectives were:

1. To determine genetic gain by selection with two methods in two populations in maize for yield earliness and

other agronomic characters.

2. To know the response of population for different cycles of selection under different soil moisture conditions (Irrigated and rainfed)

The populations of Co, C₁ and C₂ were evaluated in three different locations (Celaya and Irapuato, Guanajuato y Derramadero, Coahuila) to study their behavior. The analysis of variance no showed significant differences for any character in the material studied in Celaya e Irapuato under irrigated conditions mean while in Derramadero the differences were highly significant for the majority of the characters except for the majority of the lodging of the stem and the root. The analysis under rainfed conditions also no showed significant differences in the locality Irapuato for any agronomic character and in Celaya differences were significant for only lodging of the stem and in Derramadero for male flowering, plant height, cob height and for yield. The combined analysis of variance shows significant differences for yield between genotypes and their interactions.

With respect to genetic gain for yield in both the populations (VS-201 and CN) showed better response for selection under irrigated conditions on the basis of behaviour of S₁ lines and the C₁. Under rainfed condition the population (CN) showed better response for selection from S₁ lines. Genetic gain were obtained from both the methods but however the S₁ lines were more effective.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROSviii
INDICE DE FIGURASxiii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
- Selección Recurrente	4
- La Sequía una Condición Adversa para el Cultivo del Maíz	24
- La resistencia a Sequía y Factores fisiológicos	25
- Efectos de Sequía a nivel Bioquímico y Fisiológico	26
- Mejoramiento Genético para Resistencia a sequía.	28
3. MATERIALES Y METODOS	30
- Area de Estudio	30
- Materiales	31
Material básico	31
- Métodos	31
Formación del material de prueba	32
Evaluaciones de campo	34
Análisis estadístico	37
Análisis de varianza individual.	38
Análisis de varianza combinado	38
Estimación de ganancia genética.	39
4. RESULTADOS.	41
- Medias de Características Agronómicas	41
- Análisis de Varianza Individual y Combinado	57

- Estimación de Ganancia Genética	68
5. DISCUSION	84
6. CONCLUSIONES.	101
7. LITERATURA CITADA	103

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1. Poblaciones de maíz seleccionados a través de dos metodologías de mejoramiento.	31
3.2. Cruzas de prueba sobresalientes y un híbrido comercial (testigo).	31
4.1. Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de riego en Celaya, Gto.	42
4.2. Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de temporal en Celaya, Gto.	44
4.3. Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de riego en Irapuato, Gto.	47
4.4. Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de temporal en Irapuato, Gto.	50
4.5. Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados	

Cuadro	Página
bajo condiciones de riego en Derramadero, Coah.	53
4.6. Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de temporal en Derramadero, Coah.	55
4.7. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en riego. Celaya, Gto.	58
4.8. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en riego. Irapuato, Gto.	60
4.9. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en riego. Derramadero, Coah.	61
4.10. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en temporal. Celaya, Gto.	62

- 4.11. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho ca racterísticas agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en temporal. Irapuato, Gto. 63
- 4.12. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho ca racterísticas agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en temporal. Derramadero, Coah. 65
- 4.13. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado para ocho ca racterísticas agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en tres localidades 66
- 4.14. Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de riego en Celaya, Gto. 69
- 4.15. Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de temporal en Celaya, Gto. 70
- 4.16. Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodo-

logías y evaluadas bajo condiciones de riego en Irapuato, Gto.	72
4.17. Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de temporal en Irapuato, Gto.	74
4.18. Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de riego en Derramadero, Coah.	75
4.19. Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de temporal en Derramadero, Coah.	77
4.20. Estimación general de ganancia genética en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de riego y temporal en tres localidades.	78
4.21. Estimación general de ganancia genética en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de riego en tres localidades.	80
4.22. Estimación general de ganancia genética en dos poblaciones de maíz mejoradas por	

Cuadro	Página
dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de temporal en tres localidades.82
4.23. Coeficientes de regresión85

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
5.1a Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en Celaya, Gto. (riego)	89
5.1b Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en Celaya, Gto. (temporal).	89
5.2a Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en Irapuato, Gto. (riego)	92
5.2b Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en Irapuato, Gto. (temporal)	92
5.3a Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en Derramadero, Coah. (riego)	94
5.3b Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en Derramadero, Coah. (temporal)	94
5.4 Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en tres localidades, en riego y temporal.	96
5.5a Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en tres localidades en riego	97
5.5b Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en tres localidades en temporal	97

1. INTRODUCCION

En la investigación agrícola enfocada al mejoramiento genético es muy importante considerar el tipo de germoplasma a utilizar. Razón por la cual es necesario estudiar concienzudamente todo el material genético disponible en forma *per se* y en combinaciones híbridas, esto se debe hacer en las áreas donde se pretende explotar comercialmente las variedades mejoradas y/o híbridas. Inmediatamente después es también importante considerar que estrategia de selección seguir para mejorar la o las poblaciones prometedoras. Para ello, la teoría genética-estadística ayuda para determinar sobre la estrategia de selección a seguir, siempre y cuando se cuente con una estimación de la media de comportamiento y aptitud combinatoria general y específica. En base a estos fundamentos se estará en posibilidad de diseñar un programa de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo.

En la República Mexicana la mayor parte de la superficie sembrada con maíz es de temporal (aproximadamente 6.5 millones de hectáreas), en la mayor parte de estas áreas la precipitación es escasa y errática, motivo por el cual se tienen bajos rendimientos de grano unitarios, lo que repercute drásticamente en la economía del productor.

Tratando de resolver la problemática presente se plantea una alternativa importante que es el mejoramiento

de maíces criollos y variedades prometedoras como la VS-201 y el Compuesto Norteño, mismos que por su característica de precozidad son capaces de evadir períodos críticos de sequía en las áreas de baja precipitación.

En éstas poblaciones es importante tratar de mejorar el rendimiento y mantener su precozidad en valores aceptables, para lo cual pueden ser utilizados algunas metodologías de selección recurrente. La selección recurrente tiene como propósito incrementar gradualmente la frecuencia de individuos favorables en la población y manteniendo a la vez la variabilidad genética.

En estas dos poblaciones se han obtenido dos ciclos de selección siguiendo dos metodologías, selección de líneas S_1 evaluadas *per se* y selección de líneas S_1 evaluadas a través de mestizos. La diferencia entre estas dos metodologías estriba básicamente en la forma de evaluar las líneas para seleccionar las sobresalientes, lo cual ha sido tema de controversia entre investigadores que han trabajado con diferentes poblaciones, por lo que es conveniente implementar el sistema de evaluación más adecuado para cada población de acuerdo a sus características y constitución genética en particular.

Los objetivos de esta investigación son:

1. Determinar ganancia por selección a través de dos metodologías en dos poblaciones de maíz, en cuanto a rendi-

miento, precocidad y otras características agronómicas.

2. Conocer la respuesta de las poblaciones en sus diferentes ciclos de selección a condiciones diferentes de humedad (riego y temporal).

2. REVISION DE LITERATURA

Selección Recurrente

En programas de selección recurrente deben de considerarse a las variedades sintéticas como poblaciones base, dado que al desarrollar este tipo de variedades, el objetivo principal es incrementar la frecuencia génica de los alelos favorables de algunas características importantes, por lo tanto en estas poblaciones es muy probable que exista alta frecuencia de genotipos deseables.

Es muy importante en la actualidad, que todo programa de mejoramiento genético poblacional de maíz debe de utilizar por lo menos dos poblaciones de amplia base genética y de buena producción Hallauer y Miranda (1981) el mejoramiento puede ser intrapoblacional, en caso de no poder hacerse en forma interpoblacional si la selección es intrapoblacional se estará en posibilidad de aprovechar la heterosis de la crusa varietal $C_n^1 \times C_n^2$ o bien las mejores líneas derivadas de C_n^1 podrían combinarse con las mejores líneas de C_n^2 .

En maíz la gran cantidad de metodologías de mejoramiento tienen como finalidad aumentar el rendimiento en las poblaciones *per se*, así como sus combinaciones híbridas y es

tas han quedado comprendidas en dos categorías:

1. Selección intrapoblacional. Cuyo objetivo es me mejorar las poblaciones *per se*.

2. Selección interpoblacional. En este caso el objetivo es el de mejorar el comportamiento poblacional en com binaciones híbridas.

Dado que el interés fundamental de los programas de mejoramiento es la obtención de híbridos superiores, surge la incógnita de cual será la mejor estrategia para alcanzar el éxito con el mínimo de recursos, para lo cual se sabe que existen metodologías de selección intrapoblacional menos complejas que las de selección interpoblacional, sin em bargo, estas últimas ejercen una presión de selección sobre efectos heteróticos, lo que se refleja en aumento de rendimiento en los híbridos y esto significa una gran ventaja.

Para poder lograr la formación de híbridos superiores, es fundamental la selección de líneas endocriadas que muestren superioridad en combinaciones híbridas; para llevar a cabo dicha selección existen tres métodos, que son los siguientes:

Método Clásico. Sprague y Tatum (1942) sugieren la obtención de líneas altamente endocriadas, las cuales se evalúan tomando como medida de ACG de cada línea el comportamiento promedio de sus cruzas con otras líneas.

Prueba de Mestizos. Este método consiste en el uso de un probador común para medir en forma indirecta la habilidad combinatoria de un alto número de líneas Davis (1927) y Jenkins (1936).

Prueba de Líneas *per se*. En este caso se prueban las líneas por si solas y con ello se puede determinar su dotación génica aditiva Browne (1949) y Falconer (1970).

En base a los resultados publicados por Shull (1908) muchos investigadores empezaron con la formación de líneas endogámicas, así como sus combinaciones híbridas, la obtención fue a través de líneas autofecundadas con alta homocigocidad, usando para discriminar líneas indeseables el criterio de selección visual no era efectiva para obtener líneas superiores Sprague y Tatum (1952) y Genter y Alexander (1966).

En cuanto al uso de la prueba temprana, consistente en realizar la endocría y las cruzas de prueba al mismo tiempo, esto fue presentado por Sprague (1946), basándose en los resultados publicados por Jenkins (1935).

El uso de la prueba de mestizos y su aceptación para evaluar ACG, ocasionó una serie de controversias entre diferentes investigadores en cuanto al tipo de probador a utilizar; a este respecto Metzinger (1953) y Lonquist y Rumbaugh (1958) indican que el probador más eficiente es aque-

lla variedad de amplia base genética; posteriormente otros fitomejoradores como Thompson y Rawlings (1960) y Lonquist y Lindsay (1970) argumentan que una variedad con alta frecuencia de genes recisivos es más eficaz al ser utilizada como probador.

Al realizar autofecundaciones se practica al mismo tiempo selección dentro y entre familias, para diversas características agronómicas, como altura de planta, altura de mazorca y precocidad, entre otras; por lo tanto en un momento dado se eliminan plantas indeseables, así se tiene que si existiera correlación positiva y significativa entre las características visuales de las líneas y su comportamiento en combinaciones híbridas, el trabajo de selección se simplificaría para los fitomejoradores Sprague (1955).

El éxito en la selección de genotipos superiores para rendimiento en un programa de mejoramiento, depende del uso de pruebas razonables, así como de probadores que permitan la expresión de los genotipos estudiados. En cruzas de prueba usando un probador común, se reduce el rango de la expresión de los rasgos de las progenies debido a que la contribución genética de las líneas progenitoras es reducida a la mitad Lonquist y Lindsey (1964) además, estos mismos autores después de evaluar 169 líneas S_1 a través de tres metodologías, las cuales fueron: Como líneas *per se* en mestizos con un probador sintético no emparentado y en mestizos con la población original como probador; indican

el rango de expresión de varias características fue mucho mayor en las líneas probadas en forma *per se* que en forma de mestizos, el rango para rendimiento en las líneas *per se* fue 127 por ciento, mientras que en la prueba de mestizos fue del 30 al 48 por ciento. Además se observó mayor interacción con el medio ambiente por parte de las líneas *per se* en comparación con los mestizos; y por último concluyen que a través de la prueba de líneas *per se* se manifiestan más que en los mestizos los efectos génicos aditivos.

Los mestizos tienen varios aspectos indeseables asociados con la introducción de genes del probador; al comparar pruebas de S_1 *per se* contra mestizos, se encontró que la variabilidad de las medias en los dos tipos de prueba fue diferente; el probador estabilizó la expresión fenotípica de los genotipos S_0 a evaluarse, siendo el rango en S_1 mayor que en los mestizos para rendimiento, humedad a la cosecha, acame y calidad del grano; así mismo la mayor variabilidad de las líneas S_1 comparados con sus correspondientes mestizos, se reflejó en los cuadrados medios Genter y Alexander (1962), también mencionan que en una prueba de líneas S_1 los únicos genes que afectan el comportamiento fenotípico están en el genotipo a ser evaluado y también que líneas S_1 mostró menos efecto ambiental que los mestizos.

Horner *et al.* (1962). Al usar un probador de estrecha base genética y otro de amplia base genética en dos se-

ries de experimentos formaron compuestos intercruzando líneas seleccionadas en los tres primeros ciclos de selección y fueron evaluados para determinar su comportamiento promedio y su habilidad combinatoria con el probador endocriado. El comportamiento fue medido a través del rendimiento promedio en combinación con 11 probadores, el cual fue incrementado significativamente en ciclos avanzados con el uso de probadores endocriados, pero no con probadores de amplia base genética. La habilidad combinatoria fue incrementada 6.5 por ciento por ciclo con el probador endocriado y no incrementó con el probador de amplia base genética. Las estimaciones de componentes de varianza presentaron la misma tendencia; además la interacción genotipo-ambiente fue mayor en el C_3 para los genotipos de amplia base genética.

Genter y Alexander (1966) estudiaron el comportamiento de mestizos y de progenies S_1 en 153 líneas S_1 ; encontrando que el rendimiento medio de S_1 se incrementó 31.4 por ciento en dos ciclos de selección, basado en el comportamiento de S_1 *per se*, en cuanto a la prueba de mestizos el incremento fue de 17.9 por ciento. Además los mismos investigadores, indican que las líneas S_1 más productivas tienden a producir cruza superiores en cuanto a rendimiento, aunque las correlaciones entre rendimientos de S_1 y mestizos, disminuyeron con cada ciclo de selección.

Duclos y Crane (1967) obtuvieron una variedad sin-

tética y la evaluaron por tres generaciones a través de progenies S_1 y prueba de mestizos usando una cruza doble como probador, basándose en el comportamiento de las líneas en cada uno de los procedimientos utilizados se formaron dos subsintéticos, mismos que fueron evaluados por tres generaciones más, en el siguiente ciclo de selección el rendimiento fue significativamente mayor en la progenie S_1 del sintético basado en el comportamiento de progenies S_1 que del sintético basado en comportamientos de mestizos. Sin embargo, medias de rendimiento fueron significativamente altos en los mestizos del sintético basado en comportamiento de mestizos, que del sintético basado en comportamiento de líneas S_1 .

La siguiente generación de cada subsintético, se obtuvo un rendimiento del 21 por ciento basado en el comportamiento de líneas S_1 y mestizos respectivamente. Posteriormente se evaluó en dos localidades cada generación de los subsintéticos y los sintéticos originales, se observó que con el primer ciclo de selección se logró un rendimiento significativamente alto para ambos métodos, pero no fueron significativamente diferentes entre ambos.

Lonnquist (1967) en 169 líneas S_1 derivadas de la variedad sintética Krug III fueron evaluadas como: líneas *per se*, cruzas de prueba con un probador no emparentado y cruzas de prueba con la población parental. Tres genotipos de alto y tres de bajo rendimiento de cada una de las tres

evaluaciones fueron usadas para estudiar su respuesta en intercruzas, se formaron compuestos de cruzas HH, HL y LL dentro de cada juego de seis líneas y cruzas entre juegos de líneas, ésto para obtener el material para las evaluaciones; en cada evaluación se seleccionaron líneas superiores para formar nuevas poblaciones C_4 ; K_{III} y el C_4 fueron incluidos en la evaluación para determinar el comportamiento de todo el material, los grupos HH, HL y LL de líneas seleccionadas en forma *per se* exhibieron una tendencia lineal para rendimiento; las intercruzas donde intervino la población parental como probador mostraron una tendencia lineal para rendimiento con evidencia de dominancia parcial para alto rendimiento. Con respecto a una nueva población derivada y basada en cruzas de prueba con la población parental C_4 exhibió un incremento del 15 por ciento para rendimiento con respecto al sintético K_{III} y con selección de líneas *per se* sólo se obtuvo un 4 por ciento de ganancia en rendimiento y no hubo ganancia cuando intervino un probador no emparentado en las cruzas de prueba.

Un estudio similar fue conducido por Horner *et al.* (1969) en el cual compararon tres métodos para mejorar rendimiento en maíz (*Zea mays L.*). Los métodos fueron los siguientes:

1. Selección recurrente para aptitud combinatoria, usando la población original como probador.
2. Selección recurrente para AC, con una línea

endocriada no emparentada como probador.

3. Selección recurrente para rendimiento de líneas S_2 *per se*.

En cada método se completaron tres ciclo de selección, evaluándose las nueve poblaciones obtenidas (a) como poblaciones sintéticas, (b) como poblaciones endocriadas compuesto de líneas S_1 y (c) en cruza con 11 probadores no emparentados. Los resultados obtenidos, muestran que con el método (1) se obtuvo la población sintética de mayor rendimiento, la población endocriada de mayor rendimiento fue obtenido con el método (3) y el método (2) fue el menor eficaz para el mejoramiento poblacional.

También se observó que la acción génica de dominancia es importante dado que con una generación de autofecundación el rendimiento se redujo en 70 por ciento aproximadamente, cabe mencionar que la depresión endogámica fue progresivamente menos drástica en los ciclos segundo y tercero particularmente con el método de progenies S_2 .

La eficiencia de la selección de medios hermanos usando una crusa doble como probador y selección de líneas *per se* fue evaluada por Burton *et al.* (1970), después de 4 ciclos de selección en la población (BSK) BSK Co, BSK (HT) C_2 , BSK (S) C_2 , BSK(HT) C_4 y BSK(S) C_4 ; éstas fueron autofecundadas e intercruzadas en un dialélico y posteriormente cruzadas con 4 cruza simples usadas como probadores, en-

contrándose que el promedio de rendimientos con los cuatro probadores de cruza simple de las poblaciones BSK (S) incrementó 10.6 por ciento durante los cuatro ciclos y las poblaciones BSK(HT) incrementó 5.7 por ciento; el comportamiento de las poblaciones autofecundadas es mejor que las poblaciones de cruza de prueba, como lo indica el 38.7 por ciento de incremento para BSK(S) comparado con un 12 por ciento de incremento para BSK(HT); las poblaciones *per se* incrementaron 16.3 por ciento en las series de autofecundación y 6.3 por ciento en las series de mestizos. Se concluye que el rendimiento y la ACG fueron mejorados en forma significativa en los cuatro ciclos de selección con ambos métodos, sin embargo el de líneas S_1 *per se* fue más efectiva.

Burton *et al.*(1971) después de cuatro ciclos de selección recurrente basada en evaluación de líneas S_1 , en la variedad Krug, obtuvieron un aumento de 60.7 q/ha a 70.6 q/ha y que las poblaciones autofecundadas o compuestos S_1 son poblaciones con heterocigocidad reducida a un 50 por ciento. Indican también que la depresión del rendimiento por endocría se redujo de 39.2 por ciento en C_0 al 26.3 por ciento en C_4 y las frecuencias génicas en los loci que influyen sobre el rendimiento tuvieron un aumento significativo.

Genter (1971) a partir de una variedad sintética de amplia base genética, hizo selección recurrente basada en progenies S_1 y logró aumentar el rendimiento en un 13.4 q/ha, después de cuatro ciclos de selección se observó de-

presión endogámica en la población.

Una evaluación de dos ciclos de selección recurrente en varios sintéticos de maíz, comparando la eficiencia de dos métodos de mejoramiento que son prueba de mestizos y líneas S_1 *per se* fue realizada por Carangal *et al.* (1971) encontrando que la varianza genética para rendimiento en el primer ciclo fue significativamente mayor para las líneas S_1 en comparación con los mestizos, con ambos métodos también se incrementó la variabilidad de otras características como acame de tallo y de raíz. La selección de líneas S_1 para rendimiento de grano resultó mejor en la población *per se* y fue igual en mestizos para ACG. Sin embargo, en un segundo ciclo la progenie de mestizos excedieron en rendimiento alto al usarse una línea parental en la cruce de prueba; también se indica que líneas S_1 es más efectiva para mejoramiento poblacional de rendimiento de grano en selección recurrente e igualmente efectivo en la selección de ACG para rendimiento, concluyendo que el mayor rango en la distribución de las medias de rendimiento de líneas S_1 de otras características agronómicas y de mayor varianza genética en comparación con mestizos, provee bases para un mejoramiento poblacional más rápido.

Eberhart *et al.* (1972) estudiaron el progreso después de cinco ciclos de selección recíproca recurrente y siete ciclos de selección recurrente con el probador de cruce doble Iowa 13, encontrando que en contraste con la selección

recíproca recurrente, la selección recurrente en BSSS(HT) mejoró la población y las cruzas a BSSS C_0 presentaron poca heterosis, aún en el séptimo ciclo; en si el mejoramiento de la población BSSS(HT) con el probador Iowa 13 fue de 1.65 q/ha 2.6 por ciento por ciclo y el mejoramiento con un probador no emparentado, BSCB₁(R) C_0 fue menor 1.08 q/ha, la crusa poblacional BSSS(HT) CN x BSCB₁(R)CN fue mejorada 2.31 q/ha por ciclo y los valores de heterosis fueron incrementados de 15 por ciento en el C_0 x C_0 a 37 por ciento para BSSS(R) C_5 x BSCB₁(R) C_5 y a 34 por ciento para BSSS(HT) C_7 x BSCB₁(R) C_5 . La endogamia estimada de poblaciones C_5 fue 22 por ciento y 29 por ciento en el C_7 , la disparidad entre la ganancia esperada y la observada para la selección recurrente en Iowa dado que se esperaba 3.1 q/ha y la observada fue 1.65 q/ha por ciclo, se cree que fue debido a una ligera interacción genotipo-ambiente entre localidades en el mismo año y también se detectó epistásis en las variedades aunque las estimaciones de varianza epistática no fueron significativamente diferentes de cero.

Darrah *et al.* (1972) en cuatro años han producido un rápido mejoramiento con selección recíproca recurrente, en una variedad parental Ecuador 573, una crusa varietal y en un híbrido comercial; la mayor ganancia predicha por año fue a través de líneas S_1 y selección de medios hermanos, usando una línea no emparentada como probador, la ganancia obtenida fue de 10 por ciento en K_{11} (R) y Ec 573(R),

considerablemente mayor que la obtenida en BSSS(R) x BSCB1 (R) que fue 1.7 por ciento y de 3.5 por ciento en Jarvis (R) x Indian Chief. El gran mejoramiento en Ec 573 (R) y Ec573(E), así como en KCA(E) y el pequeño incremento relativo en heterosis en H611 (R) sugiere que muchos loci pueden estar mostrando dominancia parcial o completa aunque sobre-dominancia también puede estar involucrada.

Galarza *et al.* (1972) realizaron un estudio en el cual evaluaron 92 líneas, derivadas de cuatro fuentes Mich. 21 comp. 104, Mex. 39 comp. 56, compuesto 57 y VS-102 ECH; en los mestizos intervinieron los probadores compuestos 56y Mich. 21 Comp. 2T. Los resultados obtenidos indican que bajo condiciones de temporal, el método *per se* para evaluar ACG de líneas de primera autofecundación fue más eficiente, rápido y económico, que el método de prueba temprana de mestizos; también observó que el rendimiento estuvo positiva y significativamente correlacionado con otras características agronómicas, como prolificidad y longitud de mazorca.

Russell (1973) menciona que los primeros resultados obtenidos en la selección para rendimiento, en que las evaluaciones se hacían después de sólo uno o dos ciclos, se obtuvieron aumentos de poca magnitud; sin embargo, más recientemente al evaluar más ciclos se han obtenido mejores resultados.

Genter (1973) señala que dos poblaciones de maíz fueron avanzadas dos ciclos a través de selección recurrente basándose en rendimiento de progenies S_1 y cruzas de prueba; a partir de éstas, diez poblaciones y sus cruzas dialélicas fueron evaluadas en tres localidades, obteniendo significativo mejoramiento poblacional en rendimiento; la selección fue más efectiva en la población VCBS con líneas S_1 que con cruzas de prueba para incrementar rendimiento y habilidad combinatoria en ambas poblaciones, Selección de cruz de prueba fue efectiva en incrementar frecuencia de genes que contribuyen en rendimiento en las cruzas, pero no en poblaciones *per se*. El rendimiento de C_2 de selección con líneas S_1 rindió 9.0 q/ha, 11 por ciento más que el C_2 con mestizos que fue de 1.5 q/ha dos poblaciones derivadas de VCBS por selección de líneas S_1 , produce significativamente mayor rendimiento al cruzarse con VCBS, que cualquier población derivada por selección de mestizos. La selección de líneas S_1 fue menos efectiva para incrementar heterosis que selección con mestizos, sin embargo, fue efectiva para incrementar rendimiento poblacional y aptitud combinatoria. La meta principal del mejoramiento poblacional es obtener máximo rendimiento y no máxima heterosis.

Varios experimentos de selección recurrente por cinco ciclos fueron conducidos para comparar tres métodos de selección para rendimiento de grano en maíz (*Zea mays* L.) por Horner *et al.* (1973) los métodos fueron: Uso de una lí-

nea endocriada como probador, de la población parental como probador y de progenies S_2 *per se*. Después de los cinco ciclos de selección en cada método, 15 poblaciones seleccionadas se cruzaron con el fin de evaluar cambios en la ACG, la población original y otro sintético, también fueron evaluadas como poblaciones de polinización libre y poblaciones endocriadas *per se*. Se observó un incremento lineal significativo para ACG en todos los métodos, pero al usar como probador una línea endocriada fue significativamente más efectiva la selección; dado que el probador endogámico usado fue homocigote recesivo para muchos loci importantes, podría resultar en los mestizos grandes varianzas y mayor éxito en la selección para alelos dominantes favorables que con un probador de amplia base genética, debido a que éste probablemente tiene frecuencias génicas intermedias en muchos loci importantes. En cuanto al bajo progreso en el aumento de aptitud combinatoria a través de progenies S_2 , sugiere que este método no fue efectivo en fijar alelos dominantes favorables.

Hallauer (1975) indica que la meta principal de un programa de mejoramiento de maíz es el desarrollo de líneas elite para la producción de híbridos superiores, para ello debe considerarse un procedimiento que asegure el éxito; la utilización del procedimiento siempre ha representado una labor difícil, para asegurarse del mérito relativo de las líneas por su potencial en la producción de híbridos,

debido a que requiere de grandes esfuerzos, en cuanto a trabajo y tiempo. Menciona también que los datos experimentales indican que los efectos de ACE son relativamente menores que los de ACG, aún para selección a largo plazo utilizando un probador endocriado, esto no implica que la ACE ó efectos no aditivos no sean importantes para cruzas específicas; sin embargo, en relación a la variabilidad genética total está reconocido que líneas que tienen buena ACG, en combinación con líneas élite no emparentadas, diferentes al probador fijado. En cuanto a la prueba de mestizos se menciona que aunque alta interacción mestizos por ambiente puede representar problemas en determinado momento, la mayor variabilidad genética en los mestizos puede permitir una selección más efectiva.

Comstock (1979) en SRR el cambio en los valores promedio de genotipos en la cruce entre las poblaciones en selección es una función de cambios en la frecuencia de alelos en las dos poblaciones en selección; el cambio no es una función de los detalles de los procesos de selección, pero cada uno de esos cambios son promovidos. Así el propio criterio a emplear en comparaciones de variaciones de SRR es la esperanza de cambio por unidad de tiempo en la frecuencia de un alelo. Usando este criterio y siguiendo la teoría de el modelo genético que asume ligamiento en equilibrio y no epistásis, pero admite cualquier número de alelos por gene, se encontró que las poblaciones de SRR son

realmente superiores, como probadores para cada una de las líneas endocriadas extraídas de esas poblaciones, la cual contrasta con lo sugerido por Russell y Eberhart (1975) que indican que cada uno de los probadores endocriados muestran ser superiores. Esta sugerencia fue basada sobre la evidencia de mayor varianza genética entre pruebas de progenies cuando probadores de líneas endocriadas fueron usados. La teoría reportada aquí muestra que ésto es esperado a menos que acción génica sea completamente aditiva, pero que un correspondiente incremento en cambios de frecuencia alélica no es esperado. Los resultados sumarizados líneas arriba son discutidos en relación a situaciones en las cuales epistásis y ligamiento en desequilibrio puede estar presente; se concluye que son cualitativamente correctos en más situaciones en general.

Lonquist y Castro (1967) obtuvieron varianzas genéticas intrapoblacional, usando líneas S_1 seleccionadas en alta y baja densidad de siembra, de un total de 169 líneas del sintético Krug_{III}, considerando las bases de evaluación como: a) S_1 *per se*, b) mestizos con la población parental y c) mestizos con una población no emparentada, los experimentos fueron durante dos años. Al parecer hay más varianza genética aditiva que no aditiva para rendimiento dentro de líneas seleccionadas como alto rendidoras en base a comportamiento de mestizos, pero lo contrario fue lo verdadero, para las líneas seleccionadas como alto rendidoras en base

a comportamiento de líneas *per se*. Las líneas S_1 seleccionadas en baja densidad exhibieron generalmente más varianza genética no aditiva que aditiva y los sintéticos seleccionados en ensayos de comportamiento no mostraron superioridad por cualquiera de los tres métodos de evaluación.

Genter y Alexander (1966) compararon el comportamiento de líneas S_1 y mestizos con dos híbridos de cruza simple como probadores; la variabilidad de las medias de líneas S_1 fue mayor que para las medias de mestizos, contrariamente a lo esperado y la interacción líneas S_1 por ambiente fue menor que la interacción mestizos por ambiente. Se concluye que el comportamiento de líneas S_1 fue más confiable como muestra de ACG que de mestizos.

Horner *et al.* (1975) indican que para medir la eficiencia de selección recurrente para ACE en maíz (*Zea mays* L.), evaluaron siete ciclos de selección para AC con la cruza simple $F_{44} \times F_6$ como probador, siendo los principales criterios de selección rendimiento de grano, resistencia al acame y altura de mazorca. La semilla seleccionada de cada ciclo fue almacenada y posteriormente evaluada para AC con el probador $F_{44} \times F_6$ y con un sintético no emparentado. La evaluación con $F_{44} \times F_6$ indica que en base a los siete ciclos de selección, se obtuvo un 18 por ciento de incremento en rendimiento de grano, menor altura de mazorca con 9 por ciento y menor acame con 35 por ciento; resultados similares se obtuvieron cuando algunas poblaciones seleccionadas

se cruzaron con un sintético no emparentado, lo cual indica que se obtuvo ganancia como resultado del incremento de frecuencias de genes con efectos aditivos.

Usando una línea endocriada Hy, como probador en un programa de selección recurrente, (Sprague *et al*, 1959); obtuvieron 6.7 y 20 por ciento de ganancia genética en rendimiento, después de dos ciclos de selección en dos poblaciones de maíz Lancaster y Kolkmeier, los rendimientos de las poblaciones evaluadas en forma *per se* no mostraron cambio. Similarmente, tratando de mejorar dos poblaciones de maíz; Alph de polinización abierta y la crusa F_2 de $WF_9 \times B_7$, usando una línea endocriada B_{14} como probador, (Penny *et al*, 1962). Obtuvieron ganancias de 8.4 por ciento para la variedad Alph y 0.2 por ciento para la crusa $WF_a \times B_7$ en dos ciclos de selección. En cuanto a las poblaciones evaluadas en forma *per se*, éstas exhibieron ganancias de 13 por ciento para Alph y 7.9 por ciento para la crusa $WF_9 \times B_7$.

Rosielle y Hamblin (1981) definen la tolerancia a "stress" como la diferencia en rendimiento entre ambientes de " stress" y "no stress", "mientras productividad media es el rendimiento promedio en ambientes de "stress" y "no stress". Con el desarrollo de correlaciones genéticas, se encontró que la selección para tolerancia a "stress" generalmente resultará en una media de rendimiento reducida en ambiente "no stress" y un decremento en la productividad media. Por otro lado selección para productividad media, ge-

neralmente incrementará las medias de rendimiento en ambos ambientes. Por último mencionan que una línea con alta tolerancia a "stress" normalmente tendrá un bajo coeficiente de regresión y las varianzas genéticas en ambientes de "stress" son generalmente más bajas que en ambientes de no "stress".

Finlay y Wilkinson (1963) citados por Rosielle y Hamblin (1981) proponen que coeficientes de regresión que son aproximados a cero indican que existe un comportamiento estable del genotipo. Posteriormente, Eberhart y Russell (1966) indican que variedades que muestren un coeficiente de regresión abajo de 1.0 usualmente muestran medias de rendimiento por abajo de la gran media y que la selección por coeficientes de regresión cerca de cero, dá como resultado selección para bajos rendimientos medios; en forma concluyente proponen que la selección para altas medias de rendimiento debe ser con $(b = 1.0)$ como unidad de regresión, así; como bajas desviaciones de regresión.

Langer *et al.*, (1979) hacen la observación de que cualquiera que sea la decisión al seleccionar para alto rendimiento a través de cualquier alternativa, ya sea con la unidad de regresión $(b = 1.0)$ o bien con bajo coeficiente de regresión ésta dependerá de las circunstancias presentes. De tal manera que bajo agricultura de subsistencia, el comportamiento estable es más importante que altos rendimientos en ambientes favorables. En agricultura comercial el obje-

tivo es alto comportamiento promedio con subsecuente alto promedio útil.

Saeed y Francis (1983) indican que los genotipos que presentan su maduración en forma temprana o media, manifiestan ser más estables que genotipos que maduran en forma tardía. También mencionan que la estabilidad para componentes de rendimiento, tales como número de semillas y peso de semillas será considerado cuando se realice mejoramiento para estabilidad en rendimiento en sorgo de grano.

La Sequía una Condición Adversa para el Cultivo del Maíz

Una distribución irregular de las lluvias, asociada con la presencia de suelos con baja capacidad de retención de agua originan lo que se conoce como sequía periódica y esto trae como consecuencia severas reducciones en los rendimientos, Wolf *et al.* (1974) debido probablemente a la sequía existen grandes pérdidas económicas, ya que en siembras de temporal la probabilidad de pérdida de rendimiento debido a la sequía influye en el uso y fertilización de fertilizantes y otros insumos.

Robins y Domingo (1953) indican que si durante la floración masculina se presenta déficit de agua por periodos de uno o dos días pueden causar reducciones en rendimiento hasta de 22 por ciento, en base a esto la manera más efectiva para minimizar los efectos de la sequía sobre el

maíz, podría ser el escape a la misma, a través de la manipulación de la madurez de los genotipos, así como de las fechas de siembra.

La sequía durante el verano puede afectar aproximadamente siete millones de hectáreas de maíz de temporal en México, considerando la mayor parte de las zonas tropicales en las que la precipitación pluvial en ocasiones es mayor de los 1000 mm Mosino y García (1968).

La Resistencia a la Sequía y los Factores Fisiológicos

La resistencia a la sequía es definida como la capacidad para minimizar las pérdidas de rendimiento en la ausencia de óptima disponibilidad de humedad en el suelo Sojka *et al.*, citado por Schmidth (1983). Por su parte Rodríguez (1985) define como resistencia a sequía en un sentido agrícola como la capacidad de las plantas cultivadas para producir rendimiento económico con agua disponible limitada; y desde un punto de vista evolutivo como la capacidad de las plantas o especies para sobrevivir y eventualmente reproducirse bajo humedad limitada.

Levitt (1972) clasificó la resistencia a la sequía en las plantas considerando a ésta en un sentido general, en varios mecanismos de resistencia y éstos son divididos en: escape, evitación y tolerancia a la sequía. El escape a la sequía tiende a minimizar la interacción del ambiente con el cultivo, favoreciendo por lo tanto al desarrollo

vegetativo y al rendimiento, algunos investigadores no consideran el escape a sequía, ésta proporciona a las plantas la capacidad para desarrollarse y producir rendimiento aún en condiciones de limitación de agua. La evitación, a la sequía está dada por un contenido de humedad adecuado en las células de los tejidos de la planta, pese a que éstas están expuestas a un déficit de agua externo. El escape es probablemente la mejor alternativa para la resistencia a sequía; sin embargo, dado que el escape esta dado por la combinación de precocidad del genotipo y por la fecha de siembra éste puede resultar inadecuado dado lo impredecible de la sequía por lo tanto puede ser mejor enfocar los esfuerzos a mecanismos de tolerancia y/o evitación a la sequía.

El mecanismo de escape a la sequía, en términos generales, puede ser considerado como un efecto ecológico de las plantas, mientras que tolerancia y evasión son respuestas fisiológicas y protoplásmicas de la misma Morgan (1984) además, menciona que el ajuste osmótico es el proceso fisiológico más importante en la adaptación de las plantas a las condiciones de sequía.

Efecto de la Sequía a Nivel Bioquímico y Fisiológico

El crecimiento vegetativo puede reducirse por efecto de la sequía Kramer (1969) de la misma manera el rendimiento también puede reducirse, no obstante que en algunos casos la calidad del producto aumenta.

Mojarro (1977) observó que el abatimiento más grande del rendimiento se ha presentado por efecto de sequía en el inicio de floración, sin embargo también lo hay cuando la sequía ocurre en otras etapas fenológicas del cultivo.

Hsiao *et al.* (1976) menciona que el intervalo entre la antesis y la aparición de los estigmas aumenta bajo la mayoría de las condiciones adversas, entre las cuales se considera a la sequía, esto puede estar relacionado con un descenso en nitratos reductasa y por tanto una reducción en el aprovisionamiento de asimilatos.

Fischer y Palmer (1980) indican que el maíz bajo condiciones de déficit de humedad, inicialmente reduce el tamaño de la mazorca y posteriormente reduce el número de plantas con mazorca, esto puede deberse a una característica especial de las inflorescencias del maíz, dado que las flores estaminadas son producidas en la inflorescencia terminal y las pistiladas en los brotes laterales. Por su parte Tollenaar (1977) al examinar el control del rendimiento de grano en el maíz, llega a la conclusión de que la irradiación por planta durante la floración era el principal factor en la determinación del número de granos, por lo tanto el mantener los procesos fotosintéticos durante este estado es crítico para el rendimiento.

Las razas mexicanas de maíz responden diferencialmente al consumo de agua y muestran diferente eficiencia en la producción de materia seca Trujillo (1963).

Breadle *et al.* (1973) y Sopher *et al.* (1973) determinaron que la resistencia estomatal está influenciada por la irradiación solar, la posición de la hoja en la planta y la hora del día. Por su parte, Sinclair *et al.* (1975) observaron que mientras la eficiencia en el uso del agua en maíz disminuye, la resistencia estomatal a la difusión aumenta.

En las hojas de maíz con bajo potencial hídrico se reduce la actividad de la nitrato reductasa, debido más a la reducción del flujo de nitrato hacia las hojas, que a la reducción de la actividad enzimática Shaner y Bayer (1976).

Mejoramiento Genético para Resistencia a Sequía

Una variedad con rendimiento superior bajo condiciones óptimas también rendirá relativamente bien bajo niveles drásticos. La resistencia a sequía puede estar presente en tal variedad y expresarse como un componente no identificado de la estabilidad en comportamiento bajo varios ambientes; éstas son consideraciones de Blum (1979) en torno al mejoramiento genético, dirigido a la obtención de mejores genotipos resistentes a condiciones limitantes; además indica que durante el proceso del mejoramiento, el rendimiento y la estabilidad en el comportamiento deben ser manejados como un complejo.

Johnson y Fischer (1979) indican que el aumento de la frecuencia de los genes para una o dos características de resistencia a sequía, manteniendo a la vez el rendimiento, puede favorecer a aumentar el rendimiento bajo condiciones limitantes. A la vez menciona que la selección recurrente para una característica morfológica relacionada fisiológicamente con rendimiento de grano ha sido efectiva en el mejoramiento de éste, bajo condiciones no limitantes.

Al aplicar la selección masal bstratificada bajo condiciones de escasez permanente de humedad en el suelo Molina (1976). y (1977) obtuvo éxito en el mejoramiento de una población de maíz para resistencia a sequía.

3. MATERIALES Y METODOS

Area de Estudio

Las evaluaciones de campo del material de prueba fueron realizadas en diferentes áreas geográficas de México, éstas cuentan con extensas superficies de suelos cultivables bajo condiciones de temporal y donde estos materiales mejora dos podrían ser explotados en forma comercial.

Localidad 1. Celaya, Guanajuato. Sus principales características climatológicas son las siguientes: latitud $20^{\circ}32'N$; longitud $100^{\circ}49'W$; altitud 1754 msnm; temperatura media anual de $18.7^{\circ}C$ y precipitación media anual de 476.1 mm.

Localidad 2. Irapuato, Guanajuato. Sus principales características climatológicas son las siguientes: lati tud $20^{\circ}53'N$; longitud $101^{\circ}59'W$; altitud 1840 msnm; temperatura media anual $20.3^{\circ}C$; precipitación total anual 714.6 mm.

Localidad 3. Derramadero, Coah. Sus principales características climatológicas son las siguientes: latitud $25^{\circ}27'N$; longitud $101^{\circ}17'W$; altitud 1170 msnm, temperatura media anual $19^{\circ}C$ y precipitación total anual 250 mm.

Cuadro 3.1. Material Genético Seleccionado por dos Metodologías de Selección Recurrente a Partir de dos Poblaciones de Maíz.

Genotipos	Origen
Compuesto General C_1	Tep 81 - 82
VS-201 (S) C_1	Tep 81 - 82
VS-201 (CP) C_1	Tep 81 - 82
CN (S) C_1	Tep 81 - 82
CN (CP) C_1	Tep 81 - 82
VS-201 Co	Tep 81 - 82
CN Co	Tep 81 - 82
VS-201 (S) C_2	Tep 84 - 85
VS-201 (CP) C_2	Tep 84 - 85
CN (S) C_2	Tep 84 - 85
CN (CP) C_2	Tep 84 - 85
Compuesto General C_2	Tep 84 - 85

Cuadro 3.2. Cruzas dobles Sobresalientes Formadas a Partir de Hibridación de las Cruzas Posibles de las Poblaciones VS-201(S) C_1 y (CP) C_1 con tres Probadores y un Híbrido Comercial (Testigo).

(AN ₂₀ x AN ₂) x (VS-201-191 x VS-201-8)	Tep 84 - 85
(AN ₂₀ x AN ₁₃) x (VS-201-191 x VS-201-8)	Tep 84 - 85
(B ₃ x 135) x (VS-201-191 x VS-201-8)	Tep 84 - 85
(VS-201-191 x VS-201-8) x (CN-86 x CN-128)	Tep 82 - 83
AN - 310	Tep 82 - 83

Formación del Material de Prueba

En invierno de 1978-79 en Tepalcingo, Mor., se sembraron las poblaciones VS-201, Compuesto Norteña (CN) y la cruza simple $AN_{20} \times AN_2$; se seleccionaron y autofecundaron 200 plantas en cada población considerando precocidad y otras características, al mismo tiempo se hicieron las cruzas con el probador $AN_{20} \times AN_2$ polinizando cinco plantas de éste, en la cosecha se hizo selección para sanidad y cobertura de mazorca por lo cual se obtuvieron 120 líneas S_1 y 120 cruzas de prueba de VS-201, así como 93 líneas S_1 y 81 cruzas de prueba del Compuesto Norteño.

En verano de 1979, se evaluaron las líneas y cruzas de prueba en cinco localidades de riego y dos de temporal, pese a que se tuvieron problemas con sequía severa en temporal, fue posible identificar los genotipos más tolerantes, lo que fue usado como criterio adicional para la selección final. En base al comportamiento en rendimiento, precocidad y otras características agronómicas de las progenies S_1 a través de localidades, se seleccionaron las mejores nueve de VS-201 y diez mejores de CN; de la misma manera se seleccionaron las 10 mejores cruzas de prueba en ambas poblaciones. Considerando el comportamiento promedio de las líneas en *per se* y en cruzas de prueba se seleccionaron las mejores 6 líneas en VS-201 y seis en CN.

En invierno de 1979-80, en Tepalcingo, Mor., se aumenta-

ron las líneas seleccionadas por fraternales, habiendo usado semilla remanente original. En verano de 1980 en Saltillo, se sembraron las seis líneas de VS-201 y seis de CN, obtenidas por el criterio combinado, haciendo todas las cruzas posibles entre las 12 líneas.

En invierno de 1980-81 en Tepalcingo, Mor., se sembró a) un compuesto balanceado de las cruzas posibles para recombinar por cruzas fraternales y así obtener dos generaciones de recombinación (Compuesto General C_1 Sint. 2) y b) se sembraron nueve líneas S_1 de VS-201 *per se* y las diez líneas seleccionadas por cruza de prueba, así mismo las líneas *per se* y cruzas de prueba seleccionadas del CN, recombinándose cada uno de los grupos para así obtener VS-201 (S) C_1 Sint. 1, VS-201 (CP) C_1 Sint. 1, CN(S) C_1 Sint. 1 y CN(CP) C_1 Sint. 1; c) se sembraron también todas las cruzas posibles entre las 12 líneas y la cruza simple $AN_{20} \times AN_2$. A la floración y considerando la aptitud combinatoria de los progenitores de las cruzas posible, se seleccionaron las mejores 18 y cruzadas con $AN_{20} \times AN_2$ (hembra); en base al mismo criterio de selección, se produjeron 11 híbridos dobles con cruzas simples de VS-201 por cruzas simples de CN entre nueve de las 18 cruzas simples.

En verano de 1981 en Saltillo, Coah., se sembraron las poblaciones VS-201(S) C_1 , VS-201(CP) C_1 , CN(S) C_1 y CN(CP) C_1 para recombinar por cruzas fraternales y así obtener la segunda generación de recombinación (Sint. 2) de cada pobla-

ción completando así el primer ciclo de selección por las dos metodologías y en ambas poblaciones.

En el invierno de 1981-82, se sembraron las poblaciones VS-201(S)C₁ Sint. 2, VS-201(CP)C₁ Sint. 2, CN(S)C₁ Sint. 2 y CN (CP)C₁ Sint. 2 y fueron derivadas 150 líneas S₁ de cada una para iniciar el segundo ciclo de selección C₂ y b) estas mismas poblaciones junto con sus correspondientes versiones originales (VS-201 C₀ y CN C₀) fueron cruzadas con tres probadores (AN₂₀ x AN₂), (AN₂₀ x AN₁₃) y (B₃ x B₅); además se hicieron cruzamientos entre los C₀ de ambas poblaciones y cruza posibles entre las dos subpoblaciones de VS-201(S)C₁ y (CP) C₁, contra los correspondientes del Compuesto Norteño, ésto con el objeto de obtener una estimación previa de la efectividad de la selección por las dos metodologías.

Evaluaciones:

Las evaluaciones en el campo se llevaron a cabo de la siguiente manera. En cada una de las localidades se estableció un lote experimental, las siembras se efectuaron de acuerdo con la presencia de lluvias, aunque no se realizaron siembras tardías, ésto para evitar problemas que ocasionan las bajas temperaturas cuando se presentan en época temprana.

Se sembraron 10 repeticiones por localidad, de las cuales cinco de ellas se condujeron bajo condiciones de rie-

go y cinco bajo condiciones de temporal. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cinco repeticiones.

Especificaciones de los lotes experimentales en riego

Localidades	1	2	3
Fecha de siembra	8 de jul/85	12 de jul/85	2 de jul/85
Tamaño de parcela	1 surco	1 surco	1 surco
Longitud de surco	4.84 m	4.84 m	4.84 m
Distancia entre surcos	0.80 m	0.80 m	0.80 m
Distancia entre plantas	0.22 m	0.22 m	0.22 m
Plantas cosechadas por surco	20	20	20
Plantas/mata	1	1	1
Area de parcela útil	3.52 m ²	3.52 m ²	3.52 m ²
Fertilización	120-40-00	120-40-00	120-40-00
Riegos	3	3	3
Plantas/hectárea	56,818	56,818	56,818

Especificaciones de los lotes experimentales en temporal

Localidades	1	1	2	3
Fecha de siembra	8 de jul/85	12 de jul/85	3 de jul/85	
Tamaño de parcela	1 surco	1 surco	1 surco	
Longitud de surco	7.48 m	7.48 m	7.48 m	

Distancia entre surcos	0.80 m	0.80 m	0.80 m
Distancia entre plantas	0.34 m	0.34 m	0.34 m
Plantas cosechadas/surco	20	20	20
Plantas/mata	1	1	1
Area de parcela útil	5.44 m ²	5.44 m ²	5.44 m ²
Fertilización	60-40-00	60-40-00	60-40-00
Plantas/hectárea	36,765	36,765	36,765

Para evaluar el material genético se midieron las características agronómicas siguientes:

Días a floración masculina: Días transcurridos de la siembra hasta cuando el 50 por ciento de las plantas de cada parcela estuviesen derramando polen.

Días a floración femenina: Días transcurridos de la siembra hasta cuando el 50 por ciento de las plantas presentaron emergencia de estigmas.

Altura de planta: En cada parcela se midieron 10 plantas de la base del tallo a la base de la espiga.

Altura de mazorca: En cada parcela y en las mismas plantas donde se midió altura de planta, se tomó la medición de la base del tallo al nudo de inserción de la mazorca principal.

Por ciento de acame de raíz: En cada parcela se contaron las plantas con inclinación de aproximadamente 30 grados o más, expresando el resultado en por ciento.

Por ciento de acame de tallo: Este dato consistió en contar el número de plantas con el tallo quebrado abajo de la mazorca, expresando el resultado en por ciento.

Por ciento de mala cobertura: Se registró el dato en 10 plantas tomadas al azar, contando las que tuviesen la punta de la mazorca descubierta, transformando el número en por ciento.

Por ciento de mazorcas podridas: De las mazorcas cosechadas en cada parcela se contaron las podridas y el número se expresó en por ciento.

Rendimiento de mazorca: Se obtuvo en base a peso de campo, el cual fue transformado a peso seco para posteriormente pasarlo a rendimiento de mazorca en kilogramos por hectárea al 15.5 por ciento de humedad.

Análisis Estadístico

Para analizar estadísticamente los resultados obtenidos de las evaluaciones de campo, se transformaron aquellas variables medidas de porcentaje, para esto se utilizó la siguiente transformación:

$$y' = \text{arc sen } \sqrt{Y/100 + 0.005}$$

donde:

y' = Valor de la variable transformada

Y = Porcentaje de la variable medida. (Little y Hills, 1979)

Análisis de Varianza Individual

El análisis de varianza individual para cada uno de los ambientes (riego y temporal) y para cada localidad fue bajo el siguiente modelo estadístico. (bloques al azar).

$$Y_{ij} = u + T_i + \gamma_j + E_{ij}$$

donde:

u = efecto de la media general

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento

γ_j = efecto de la j -ésima repetición

E_{ij} = efecto del error experimental

Análisis de Varianza Combinado

Se realizó el análisis de varianza combinado para las diferentes características agronómica, mediante el diseño de bloques al azar considerado el siguiente modelo estadístico.

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ijl} + \alpha_k + \alpha\delta_{ik} + \beta\delta_{jk} + \alpha\beta\delta_{ijk} + E_{ijkl}$$

$i = 1, \dots, l$ localidades

$j = 1, \dots, g$ ambientes

$k = 1, \dots, t$ tratamientos

$l = 1, \dots, r$ repeticiones

donde:

Y_{ijkl} = valor observado en la i -ésima localidad del j -ésimo grupo del k -ésimo tratamiento en la l -ésima repetición

μ = efecto de la media general

α_i = efecto de la i -ésima localidad

β_j = efecto del j -ésimo grupo (ambiente)

E_{ijl} = efecto del error considerando las repeticiones en las localidades y grupos

γ_k = efecto de tratamientos (genotipos)

E_{ijkl} = efecto del error conjunto

Para la diferenciación estadística de las medias de rendimiento se aplicó la prueba rango múltiple de Duncan al nivel de significancia de 0.005 .

$$RMS = R \alpha S\bar{X}$$

donde:

$R\alpha$ = valor tabulador para g.l. error

$$S\bar{X} = \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

Estimación de Ganancia Genética

La estimación de la ganancia por selección recurrente a través de ciclos se obtuvo en base al porcentaje del C_0 (100%), dividiendo la media general de cada ciclo con el C_0 .

La regresión lineal se calculó, considerando a ciclos como la variable independiente y a las características agronol

micas como la variable dependiente.

El coeficiente de regresión (b) partiendo del origen (a = 0), se obtuvo por la siguiente ecuación:

$$b_{yx} = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

donde:

b_{yx} = coeficiente de regresión de la característica (y) en (x) ciclo

$\sum xy$ = suma de productos (x) y (y)

$\sum x^2$ = suma de cuadrados de x^2

RESULTADOS

El principal objetivo de esta investigación fue estimar la ganancia genética alcanzada, después de llevar a cabo dos ciclos de selección en dos poblaciones de maíz, a continuación se presentan los resultados, considerando las medias de las características agronómicas de la planta.

En el Cuadro 4.1 se presentan las medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos evaluados bajo condiciones de riego en Celaya, Gto. El rango de rendimiento en kg/ha de mazorca al 15.5 por ciento de humedad que se obtuvo fue de 3375 kg, para el tratamiento VS - 201 (CP) C₁ a 5084 kg para el tratamiento Comp. Gral. C₂ y una media general de 4516 kg, estando entre los genotipos sobresalientes compuesto general C₁, (AN₂₀ x AN₂) x (VS-201-191 x VS-201-8) y VS-201 C₀. Entre los tratamientos que mostraron menor número de días a floración masculina fueron VS-201 (S) C₂ (58); compuesto general C₂, compuesto general C₁, (AN₂₀ x AN₁₃) x (VS-201-191 x VS-201-8) y VS-201 (CP) C₁ todos con 59 días; los tratamientos que resultaron más tardías fueron VS-201 C₀ y CN (S) C₂ ambos con 62 días. Por su parte el testigo AN-310 exhibió 4267 kg en rendimiento y 61 días a floración masculina, en general la floración femenina fue de 1 a 2 días después que la masculina.

U.A.A.A.N.

00172

CUADRO 4.1. Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de riego en Celaya, Gto. 1985.

Genotipos	Días a floración		Altura de planta		Altura de mazorca		Acame de raíz		Acame de tallo		Mala cobertura		Rendimiento de mazorcas podridas en kg/h
	masculina	femenina	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	de raíz	de tallo	de raíz	de tallo	de raíz	de tallo	
Compuesto general C ₂	59	60	189	79	8	12	19	12	12	12	12	12	5084
Compuesto general C ₁	59	61	188	82	8	12	20	12	12	12	12	7	5063
(AN ₂₀ xAN ₂)x(VS-201-191xVS-201-8)	61	63	192	81	6	13	20	13	13	13	13	6	5053
VS - 201 C ₀	62	63	197	85	11	14	18	14	14	14	14	8	4870
CN(S) C ₂	62	63	194	84	16	16	11	16	16	16	16	7	4780
CN(S) C ₁	61	62	193	78	6	10	31	10	10	10	10	15	4767
VS-201 (S) C ₁	60	61	188	78	12	11	15	11	11	11	11	8	4748
(AN ₂₀ xAN ₁₃)x(VS-201-191xVS-201-8)	59	61	195	85	6	16	10	16	16	16	16	6	4519
CN C ₀	60	61	191	77	7	9	27	9	9	9	9	16	4467
(B ₃ xB ₅)x(VS-201-191xVS-201-8)	60	61	184	79	11	25	17	25	25	25	25	10	4427
VS-201 (CP) C ₂	60	61	182	77	10	20	15	20	20	20	20	9	4361
CN(CP)C ₂	60	61	192	80	8	20	14	20	20	20	20	10	4307
(VS-201-191xVS-201-8)x(CN-86xCN-128)	61	62	185	79	13	20	18	20	20	20	20	10	4273
AN-310 (T)	61	62	191	82	4	12	13	12	12	12	12	11	4267
CN(CP)C ₁	61	62	187	78	9	7	14	7	7	7	7	9	4239
VS-201(S)C ₂	58	59	191	80	7	25	11	25	25	25	25	9	4171
VS-201(CP) C ₁	59	60	185	77	11	21	9	21	21	21	21	19	3375
Media General	60	61	190	80	9	16	17	16	16	16	16	10	4516
C.V. (%)	5	5	5	9	61	52	49	52	52	52	52	50	26

^{1/} Al 15.5 % de humedad

Con respecto a altura de planta y de mazorca se observaron rangos de 182 a 197 cm y de 77 a 85 cm respectivamente, con medias de 190 y 80 cm.

Las características agronómicas por ciento de acame de raíz y tallo, mostraron rangos que fueron desde 4 hasta 16 por ciento en acame de raíz y de 7 a 25 por ciento en cuanto a acame de tallo, los promedios generales observados fueron 9 y 16 por ciento respectivamente.

Con respecto a por ciento de mala cobertura se obtuvo una medida experimental de 17 por ciento y un rango de 9 a 31 por ciento, siendo algunos de los materiales más afectados CN (S) C₁ y CN C₀.

En cuanto a daño por pudrición, los tratamientos más afectados fueron CN C₀ y CN (S) C₁, con 16 y 15 por ciento respectivamente y entre las que presentaron menor daño se encuentra compuesto general C₁, (AN₂₀ x AN₂) x (VS-201-191 x VS-201-8) y (AN₂₀ x AN₁₃) x (VS-201-191 x VS-201-8) con 7, 6 y 6 por ciento de mazorcas podridas respectivamente; la media general fue 10 por ciento.

Los resultados obtenidos de la evaluación en Celaya, Gto., bajo condiciones de temporal se presentan en el Cuadro 4.2, en el mismo se observa que la media general fue de 3696 kg/ha, los tratamientos más sobresalientes fueron VS-201 C₀, VS-201 (S) C₂ y CN (S) C₂ con 4368, 4333 y 4160 kg/ha respec-

Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de - temporal en Celaya, Gto. 1985.

Genotipos	Días a		Altura de planta (cm).	Altura de mazorca (cm)	Acame		Mala		Rendimiento Mazorcas de mazorca podridas en kg/ha ¹
	floración masculina	floración femenina			de raíz de tallo	cobertura	%		
VS-201 C ₀	61	62	194	79	12	4	14	8	4368 a
VS-201 (S)C ₂	60	61	191	77	10	15	32	7	4333 a
CN (S)C ₂	60	61	192	79	17	13	22	17	4160 a
(B ₃ xB ₅)x (VS-201-191xVS-201-8)	61	62	192	78	14	21	20	8	4080 ab
VS-201 (CP)C ₁	61	62	193	76	11	15	7	15	4034 ab
CN (CP)C ₁	62	63	184	78	12	24	18	8	3952 ab
(AN ₂₀ xAN ₁₃)x (VS-201-191xVS-201-8)	61	62	190	74	18	23	12	12	3872 ab
(AN ₂₀ xAN ₂)x (VS-201-191-xVS-201-8)	57	59	187	70	17	22	23	12	3841 ab
CN (CP)C ₂	62	63	188	75	12	15	23	13	3835 ab
Compuesto general C ₁	59	60	177	72	17	21	25	12	3442 ab
CN (S)C ₁	59	60	185	76	14	21	14	10	3412 ab
CNC ₀	61	62	185	72	13	25	24	17	3397 ab
VS-201 (CP)C ₂	61	62	182	76	17	27	17	16	3378 ab
AN-310 (T)	59	60	188	72	16	34	18	7	3368 ab
VS-201 (S)C ₁	61	62	189	75	14	16	23	13	3278 ab
(VS-201-191xVS-201-8)x (CN-86xCN-128)	58	59	196	76	12	25	22	6	3211 ab
Compuesto general C ₂	59	60	183	76	13	14	22	15	2871 b
Media General	60	61	187	75	14	20	20	11	3696
C.V. (%)	5	5	7	11	39	37	47	44	22

¹/ Al 15.5 % de humedad

tivamente y entre los tratamientos de menor rendimiento se encuentran VS-201 (S) C₁, (VS-201-191 x VS-201-8) x (CN-86 x CN-128) y compuesto general C₂ con 3278, 3211 y 2871 kg/ha respectivamente.

El híbrido comercial AN-310, utilizado como testigo, en la localidad de Celaya, Gto., tanto en riego como en temporal muestra ser inferior en capacidad de rendimiento que la mayoría de los materiales evaluados, estando en ambos casos abajo de la media general.

Para estimar precocidad se tomó en cuenta los días a floración masculina, resultando entre las más precoces, los tratamientos (AN₂₀ x AN₂) x (VS-201-191 x VS-201-8) con 57 días y VS-201-191 x VS-201-8) x (CN - 86 x CN - 128) con 58 días a floración después de la siembra; entre los tratamientos más tardíos se encuentran CN (CP) C₁ y CN (CP) C₂, ambos con 62 días y la media general fue 60 días. El periodo de siembra a floración masculina para el testigo AN-310 fue 59 días.

La floración femenina presentó un rango de 59 a 63 días y una media general de 61 días.

Las alturas de planta y de mazorca, presentaron medias experimentales de 187 y 75 cm respectivamente y un rango de variación de 177 a 196 cm para altura de planta y de 70 a 79 cm para altura de mazorca; el tratamiento (VS-201-191 x VS-201-8) x (CN-86 x CN-128) fue el más alto.

En general, los materiales se mostraron más susceptibles al acame de raíz y tallo en condiciones de temporal, en comparación con riego, dado que las medias generales fueron mayores en temporal que en riego. La media general de acame de raíz en temporal fue de 14 por ciento y de 20 por ciento para acame de tallo y un rango de 10 a 18 por ciento en acame de raíz y de 4 a 34 para acame de tallo.

Los valores de mala cobertura y mazorcas podridas estuvieron en un rango de 12 a 32 y de 6 a 17 por ciento respectivamente, medias generales 20 por ciento para mala cobertura y 11 por ciento para mazorcas podridas, los tratamientos que mostraron valores altos en ambas características fueron CN(S) C₂ con 22 y 17 por ciento respectivamente, así mismo CN C₀ con 24 y 17 por ciento.

Las medias generales para las características días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, por ciento de acame de raíz y tallo, por ciento de mala cobertura y mazorcas podridas y rendimiento en kg/ha en mazorca al 15.5 por ciento de humedad, de 17 genotipos evaluados en Irapuato, Gto., bajo condiciones de riego, se muestran en el Cuadro 4.3. Los valores promedio observados para estas características fueron 58 y 60 días, 168 y 68 cm, 45 y 4 por ciento, 15 y 17 por ciento y 4791 kg/ha, respectivamente.

En rendimiento de mazorca se obtuvo un rango que fue de 3917 a 5736 kg/ha, el compuesto general C₁ fue el genotipo

CUADRO 4.3. Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de riego en Irapuato, Gto. 1985.

Genotipos	Días a		Altura de		%			Rendimiento de mazorca ^{1/} en kg/ha
	Floración masculina	Floración femenina	planta (cm)	mazorca (cm)	Acame de raíz	Acame de tallo	Mala cobertura	
Compuesto general C ₁	59	61	172	69	44	7	14	5736 a
(AN ₂ × AN ₂) × (VS-201-191 × VS-201-8)	58	60	168	68	48	2	14	5228 a
CN(S)C ₁	58	60	165	68	51	5	14	5136 a
(B ₃ × B ₅) × (VS-201-191 × VS-201-8)	58	60	173	71	50	4	21	5135 a
(AN ₂ × AN ₁₃) × (VS-201-191 × VS-201-8)	61	63	175	70	37	5	15	5052
VS-201(S)C ₁	57	59	171	67	40	3	20	4913 a
VS-201(CP)C ₂	58	60	163	67	51	2	12	4819 a
CN(CP)C ₁	57	59	168	69	57	1	20	4799 a
VS-201(CP)C ₁	59	61	167	66	40	6	16	4788 a
CNC ₀	60	62	168	69	33	10	21	4716 a
VS-201C ₀	60	62	166	67	58	4	12	4673 a
AN-310(T)	59	61	166	69	42	3	13	4633 a
VS-201(S)C ₂	58	60	163	61	38	3	12	4638 a
Compuesto general C ₂	58	60	168	66	48	3	12	4501 a
CN(CP)C ₂	58	60	171	68	36	4	16	4437 a
(VS-201-191 × VS-201-8) × (CN-86 × CN-128)	61	63	171	71	45	5	10	4306 a
CN(S)C ₂	58	60	170	68	46	7	14	3917 a
Media general	58	60	168	68	45	4	15	4791
C.V. (%)	4	4	8	8	26	62	34	26

^{1/} Al 15.5 % de humedad

más rendidor y CN (S) C₂ el que menos producción alcanzó, en tanto que el híbrido AN-310 que se utilizó como testigo rindió 4633 kg/ha.

En días a floración masculina el rango fue de 57 a 61 días y los genotipos más precoces VS-201 (S) C₁ y CN (CP) C₁, ambos con 57 días. Los genotipos más tardíos fueron (AN₂₀ x AN₁₃) x (VS-201-191 x VS-201-8) y (VS-201-191 x VS-201-8) x (CN - 86 x CN - 128), ambos con 61 días. La floración femenina mostró un rango de 59 a 63 días.

Los valores promedio de altura de planta y mazorca mostraron un rango de 163 a 175 cm y el rango de altura de mazorca fue de 61 a 71 cm, cabe mencionar que el genotipo más alto fue (AN₂₀ x AN₁₃) x (VS-201-191 x VS-201-8) y uno de los más bajos VS-201 (S) C₂.

Acame de raíz presentó un alto índice, a juzgar por la media general (45 por ciento) y también por el rango observado de 33 a 58 por ciento; entre los genotipos más afectados están VS-201 C₀, CN (CP) C₁, CN (S) C₁ y VS-201 (CP) C₂, con 58, 57, 51 y 51 por ciento respectivamente, los menos afectados fueron CN C₀ y CN (CP) C₂ con 33 y 36 por ciento de acame respectivamente, sin embargo, estos valores son altos; por su parte el testigo AN-310 mostró 42 por ciento de acame. Referente a porcentaje de acame de tallo, se obtuvo una media de 4 por ciento y un rango de uno a diez por ciento.

El rango observado para mala cobertura fue de 10 a 21 por ciento y entre los tratamientos que en menor porcentaje mostraron esta característica estuvieron (VS-201-191 x VS-201-8) x (CN-86 x CN-128) con diez por ciento y con 12 por ciento VS-201 (CP) C_2 , VS-201 C_0 y VS-201 (S) C_2 entre otros; el tratamiento que mostró el valor más alto en mala cobertura fue CN C_0 con 21 por ciento, mientras que el testigo exhibió un 13 por ciento.

En pudrición de mazorcas los tratamientos que mostraron más daño fueron CN (CP) C_2 , CN (S) C_1 y VS-201 (CP) C_2 , mismos que mostraron 25, 25 y 23 por ciento de daño respectivamente, por el contrario entre los tratamientos que resultaron menos dañados se encuentran Compuesto General C_1 , (AN₂₀ x AN₂) x (VS-201-191 x VS-201-8) y VS-201 (S) C_2 , con 14 por ciento en los tres casos, en tanto que un valor de 17 por ciento fue para el testigo AN-310.

Bajo condiciones de temporal en Irapuato, Gto., se obtuvieron los resultados que se muestran en el Cuadro 4.4. En rendimiento en kg/ha se encontró un promedio general de 3081 kg/ha y entre los genotipos que mostraron mayor potencial se encuentran (VS-201-191 x VS-201-8) x (CN-86 x CN-128) con 3715 kg/ha, VS-201 (S) C_2 con 3792 kg/ha y CN (CP) C_1 con 3620 kg/ha, en tanto que los genotipos con menor rendimiento fueron CN (CP) C_2 , CN C_0 y Compuesto General C_1 con rendimientos de 2413, 1513 y 2525 kg/ha respectivamente, mientras que el testigo AN-310 mostró un rendimiento de 1897 kg/ha.

CUADRO 4.4. Medias de ocho características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de temporal en Irapuato, Gto. 1985.

Genotipos	Días a floración masculina	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Acame de raíz	Acame de tallo	Mala cobertura	Mazorcas podridas	Rendimiento de mazorca
						%	en kg/ha ^{1/}	
(VS-201-191xVS-201-8)x(CN-86xCN-128)	59	174	71	43	6	24	14	3715a
VS-201(S)C ₂	60	173	71	49	2	22	6	3702a
CN(CP)C ₁	59	166	74	60	4	20	12	3620a
VS-201(CP)C ₂	60	171	67	38	2	12	11	3354a
(B ₃ xB ₅)x(VS-201-191xVS-201-8)	59	164	69	48	4	18	13	3270a
VS-201C ₀	60	164	67	47	4	16	14	3264a
VS-201(S)C ₁	59	158	70	48	5	16	8	3263a
CN(S)C ₂	58	167	72	49	6	16	16	3095a
VS-201(CP)C ₁	60	160	64	66	3	19	16	3006a
(AN ₂₀ xAN ₂)x(VS-201-191xVS-201-8)	59	160	65	39	6	8	19	2995a
(AN ₂₀ xAN ₁₃)x(VS-201-191xVS-201-8)	59	163	65	49	9	19	15	2974a
Compuesto General C ₂	58	157	64	57	10	23	14	2906a
AN-310 (T)	59	160	68	37	12	20	19	2897a
CN(S ₁)C ₁	58	163	67	47	7	19	12	2874a
Compuesto General C ₁	59	155	64	54	3	22	14	2525a
CNC ₀	60	160	70	70	6	19	19	2513a
CN(CP)C ₂	60	160	64	44	7	19	14	2413a
Media general	59	163	68	50	5	18	14	3081
C.V. (%)	3	10	12	27	51	29	46	29

^{1/} Al 15.5 % de humedad

Para determinar el comportamiento de los genotipos en precocidad se consideraron los días transcurridos de la siembra hasta el 50 por ciento de floración masculina y se encontró que esta característica mostró un rango de 58 a 60 días y una media general de 59 días, y uno de los genotips más precoces fue CN (S) C₂ con 58 días y de los más tardíos CN (CP) C₂ con 60 días.

Con respecto a altura de planta y mazorca se encontró una media general de 163 cm para altura de planta y 68 cm para altura de mazorca, mientras que los rangos fueron de 155 a 174 cm y de 64 a 74 cm para altura de planta y mazorca respectivamente.

En por ciento de acame de raíz, se observó una tendencia similar a los resultados de la evaluación de riego dado que la media general fue 50 por ciento y el rango fue de 37 a 70 por ciento.

En acame de tallo, el valor promedio expresado por los genotipos fue cinco por ciento y un rango de dos a 12 por cientto.

En por ciento de mala cobertura, los genotipos mostraron un 18 por ciento como media general y un rango de ocho a 24 por ciento.

En pudrición de mazorcas, los materiales que presentaron mayor incidencia fueron CN C₀ (AN₂₀ x AN₂) x (VS-201-191xVS-201-8) y AN-310 (testigo), todos con 19 por ciento de daño, mientras que los

genotipos menos afectados fueron VS-201 (S) C₂ y VS-201 (S) C₁, con seis y ocho por ciento respectivamente.

En el Cuadro 4.5 , se muestra la información referente al comportamiento del material genético evaluado en la localidad de Derramadero, Coah., bajo condiciones de riego.

Los genotipos sobresalientes en rendimiento en mazorca fueron (AN₂₀ x AN₁₃) x (VS-201-191 x VS-201-8), (B₃ x B₅) x (VS-201-191 x VS-201-8) y (AN₂₀ x AN₂) x (VS-201-191 x VS-201-8) con 5118, 4993 y 4852 kg/ha respectivamente; los genotipos que mostraron menos rendimiento fueron VS-201 (CP) C₂ y C₁ y VS-201 (S) C₂ con rendimientos de 3821, 3681 y 3659 kg/ha, respectivamente; el rango observado fue de 3659 a 5118 kg/ha y una media general de 4303 kg/ha, mientras que el testigo AN-310 mostró un rendimiento de 3875 kg/ha.

Días a floración masculina mostró una media general de 71 días y el rango de floración a partir de la siembra, fue de 69 a 75 días, en tanto que el rango de floración femenina fue de 71 a 78 días y la media general 74 días.

Las medias generales de altura de planta y altura de mazorca, fueron de 138 y 64 cm en forma respectiva y los rangos fueron de 124 a 152 cm para altura de planta y de 52 a 75 cm para altura de mazorca.

Las medias generales observadas en acame fueron 44 y 25 por ciento para acame de raíz y tallo respectivamente y el

CUADRO 4.5. Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de riego en Derramadero, Coah. 1985.

Genotipos	Días a floración		Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Acame			%		Mazorcas de mazorca podridas en kg/ha	Rendimiento 1/
	masculina	femenina			de raíz	de tallo	Mala cobertura	Mala			
(AN ₂₀ XAN ₁₃) x (VS-201-191xVS-201-8)	74	77	142	64	46	23	9	19	5118 a		
(B ₃ x B ₅) x (VS-201-191xVS-201-8)	75	78	152	71	40	28	33	19	4993 ab		
(AN ₂₀ XAN ₂) x (VS-201-191xVS-201-8)	73	76	143	62	32	17	24	23	4852 abc		
CNC ₀	71	74	148	69	50	20	27	17	4363 abcd		
(VS-201-191xVS-201-8) x (CN-86x	70	74	132	59	32	45	24	20	4632 abcd		
CN-128)											
Compuesto general C ₁	69	71	140	67	50	30	29	17	4505 abcd		
CN(S)C ₁	71	73	140	66	34	19	40	25	4415 abcd		
CN(CP)C ₂	70	74	142	67	40	28	26	22	4287 abcd		
VS-201(S)C ₁	69	71	129	57	49	24	12	19	4207 abcd		
CN(CP)C ₁	69	71	135	64	61	14	33	32	4197 bcd		
VS-201C ₀	72	76	149	71	62	15	8	15	4152 bcd		
Compuesto general C ₂	72	75	133	64	40	30	24	16	4133 cd		
CN(S)C ₂	73	76	140	75	40	24	34	23	3965 d		
AN-310 (T)	74	77	147	62	44	18	4	18	3875 d		
VS-201 (CP)C ₂	69	74	132	60	56	28	18	23	3821 d		
VS-201 (CP)C ₁	69	71	126	54	45	33	10	24	3681		
VS-201 (S)C ₂	69	72	124	52	30	34	12	20	3659		
Media general	71	74	138	64	44	25	21	22	4303		
C.V. (%)	3	3	5	8	28	44	29	14	13		

1/ Al 15.5 % de humedad

rango en acame de raíz fue de 30 a 62 por ciento, mientras que en acame de tallo el rango fue de 14 a 45 por ciento.

Los valores promedio para las características mala cobertura y mazorcas podridas fueron de 21 y 22 por ciento respectivamente; mientras que el rango mostrado en mala cobertura fue de cuatro a 40 por ciento y entre los mejores genotipos estuvo el híbrido AN-310 (testigo), con cuatro por ciento y VS-201 C₀ con ocho por ciento, en tanto que los genotipos que presentaron mayor incidencia fueron CN (S) C₁ con 40 por ciento y CN (S) C₂ con 34 por ciento, entre otros. En pudrición de mazorca, se observó un rango de 15 a 32 por ciento y los genotipos que en mayor grado mostraron esta característica fueron CN (CP) C₁, CN (S) C₁ y VS-201 (CP) C₁ con 32, 25 y 24 por ciento, respectivamente.

Los resultados de la evaluación bajo condiciones de temporal en Derramadero, Coah., se presentan en el Cuadro 4.6. Las medias generales para rendimiento en kg/ha, días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, mala cobertura y mazorcas podridas, fueron 1272 kg/ha, 75 y 79 días, 92 y 37 cm, 43, 23, 21 y 40 por ciento respectivamente.

En esta localidad, los genotipos mostraron menores rendimientos en comparación con las demás localidades dado que la media general fue 1272 kg/ha y el rango fue de 773 a 1788 kg/ha, aquí sobresalieron en rendimiento (B₃ x B₅) x (VS-201-191

CUADRO 4.6. Medias de nueve características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de temporal en Derramadero, Coah. 1985.

Genotipos	Días a floración		Altura de planta		Altura de mazorca			Mazorcas de mazorca			Rendimiento
	masculina	femenina	(cm)	(cm)	(cm)	de raíz	de tallo	Mala cobertura	podridas en kg/ha		
(B ₃ xB ₅)x(VS-201-191xVS-201-8)	78	81	107	45	33	37	22	27	1788a		
(AN ₂ xAN ₂)x(VS-201-191xVS-201-8)	75	80	96	36	31	18	23	44	1727a		
(AN ₂ xAN ₁₃)x(VS-201-191xVS-201-8)	76	80	99	37	49	15	17	31	1726a		
8)											
(VS-201-191xVS-201-8)x(CN-86xCN-128)	74	80	90	37	46	21	27	38	1413ab		
CN(CP)C ₁	72	77	87	36	55	18	32	38	1323 b		
Compuesto General C ₂	75	80	95	38	62	20	19	36	1299 b		
CNC ₀	75	79	100	43	45	27	17	34	1290 b		
CN(S)C ₁	75	79	93	39	31	24	32	47	1269 bc		
Compuesto General C ₁	75	78	89	37	42	27	16	44	1265. bc		
VS-201(S)C ₂	71	77	77	31	48	13	18	43	1229 bc		
VS-201(S)C ₁	72	78	84	30	48	23	17	44	1197 bc		
AN-310(T)	75	80	100	34	28	21	19	39	1186 bc		
VS-201C ₀	75	80	95	38	40	27	11	42	1124 bcd		
CN(S)C ₂	77	82	92	42	33	34	19	39	1102 bcd		
CN(CP)C ₂	75	79	95	40	47	23	30	40	1060 bcd		
VS-201(CP)C ₂	74	79	83	32	38	21	24	44	853 cd		
VS-201(CP)C ₁	73	80	82	28	53	21	19	43	773		
Media General	75	79	92	37	43	23	21	40	1272		
C.V. (%)	3	2	8	10	28	25	36	15	23		

^{1/} Al 15.5 % de humedad

x VS-201-8), (AN₂₀ x AN₂) x (VS-201-191 x VS-201-8) y (AN₂₀ x AN₁₃) x (VS-201-191 x VS-201-8) con 1788, 1727 y 1726 kg/ha respectivamente, mientras que los genotipos menos rendidores fueron VS-201 (CP) C₂ con 853 kg/ha y VS-201 (CP) C₁ con 773 kg/ha.

Días a floración masculina y femenina mostraron valores promedio de 75 y 79 días respectivamente y rangos de 71 a 78 días para floración masculina y de 77 a 81 días para floración femenina.

Los resultados de altura de planta y de mazorca mostraron medias generales de 92 y 37 cm en forma respectiva y rangos de 82 a 107 cm para altura de planta y de 28 a 45 cm para altura de mazorca.

En acame de raíz, los genotipos que resultaron con mayor daño fueron Compuesto General C₂, CN (CP) C₁ y VS-201 (CP) C₁ con 62, 55 y 53 por ciento respectivamente.

Por el contrario los genotipos que presentaron valores más bajos fueron AN-310 (testigo), CN (S) C₁ y CN (S) C₂ con 28, 31 y 33 por ciento respectivamente y la media general fue 43 por ciento.

En por ciento de acame de tallo, se observó una media general de 23 por ciento y el rango fue de 13 a 37 por ciento.

Las características agronómicas mala cobertura y pudrición de mazorca, mostraron medias generales de 21 y 40 por

ciento en forma respectiva, en tanto que los rangos observados fueron de 11 a 32 por ciento para mala cobertura y de 27 a 47 por ciento para pudrición de mazorca. Por otro lado, los rangos que presentan los datos fueron de 11 a 32 por ciento para mala cobertura y de 27 a 47 por ciento para pudrición de mazorca.

Análisis de Varianza Individual y Combinado

Los análisis de varianza individuales de los datos obtenidos en cada uno de los experimentos, bajo condiciones de riego y bajo condiciones de temporal y para cada variable medida, se presentan a continuación. Al pie de los cuadros se muestran los coeficientes de variación para cada variable, mismos que estuvieron dentro de un rango de aceptabilidad a excepción de las variables que se midieron con porcentajes ajustados por Arcoseno como son, por ciento de acame de raíz y de tallo, por ciento de mala cobertura y pudrición de mazorca, los cuales muestran valores altos.

Los resultados de la localidad de Celaya, Gto., bajo condiciones de riego (Cuadro 4.7) muestran que no existió diferencia significativa para ninguna de las características medidas, dado que en todos los casos, el error experimental fue alto, en comparación con los cuadrados medios de tratamientos, razón por la cual no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos.

CUADRO 4.7. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho caracterfsticas agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en riego. Celaya, Gto. 1985.

Fuentes de variación	g.l.	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	Acame de raíz	Acame de tallo	% Mazorcas podridas	Mala cobertura	Rendimiento de mazorca en kg / ha. ^{1/}
Bloques	4	18.75	438.54	106.89	84.0	104.99	68.97	150.83	1.86
Tratamientos	16	5.07	86.75	36.11	82.29	132.37	79.13	139.46	0.91
Error	64	7.24	97.92	46.94	87.0	123.96	71.5	117.53	1.42
C.V. (%)	5		5	9	61	52	50	49	26

^{1/} 15.5 % de humedad

*, ** Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01 respectivamente

La evaluación de la localidad de Irapuato, Gto., bajo condiciones de riego (Cuadro 4.8) mostró resultados similares a los mencionados anteriormente, dado que tampoco aquí se detectaron diferencias significativas.

En Derramadero, Coah., el análisis de varianza de los datos del experimento realizado bajo riego (Cuadro 4.9), mostró diferencias altamente significativas para la mayoría de las variables medidas, excepto para por ciento de acame de raíz y tallo.

Los resultados correspondientes a los experimentos conducidos bajo condiciones de temporal en las tres localidades ya citadas, se muestran en seguida.

Los resultados en la localidad de Celaya, Gto., (Cuadro 4.10) exhiben diferencia significativa al nivel de 0.05 de probabilidad, solo para la variable por ciento de acame de tallo, no así para el resto de las variables medidas, las cuales resultaron no significativas. En cuanto a los coeficientes de variación, en estos experimentos también se muestran dentro de un rango adaptable, excepto para aquellas variables medidas a través de porcentajes ajustados por arcoseno, en las cuales los coeficientes de variación fueron altos.

En Irapuato, Gto., (Cuadro 4.11), el análisis de varianza de las ocho características agronómicas medidas, resultó no significativo para ninguna de las características.

CUADRO 4.8. Cuadros medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho características agronómicas de 17 genotipos de maíz, evaluados en riego. Irapuato, Gto. 1985.

Fuentes de variación	g.l.	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	----- % -----				Rendimiento de maíz en kg / ha. ¹ /
					Acame de raíz	Acame de tallo	Mazorcas podridas	Mala cobertura	
Bloques	4	8.86	252.8	224.6	175.6	82.55	75.38	80.58	0.58
Tratamientos	16	7.43	61.92	26.43	101.02	72.51	42.63	47.83	0.83
Error	64	6.48	175.79	32.8	121.3	72.17	63.42	56.22	1.65
C.V. (%)	4	8	8	26	62	52	34	26	

¹/Al 15.5 % de humedad

*, ** Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01 respectivamente.

CUADRO 4.9. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en riego. Derramadero, Coah. 1985.

Fuentes de variación	g.l.	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	----- % -----			Rendimiento de mazorca en kg / ha ^{1/}	
					Acame de raíz	Acame de tallo	Mazorcas podridas		
Bloques	4	3.84	426.9	217.7	3572.4	2533.1	17.51	28.4	0.7
Tratamientos	16	19.98**	340.2**	187.9**	198.9	153.44	40.42**	382.35**	0.98**
Error	64	3.12	45.2	25.5	134.89	152.67	14.04	58.72	0.32
C.V. (%)		2	5	8	28	44	14	29	13

^{1/} Al 15.5 % de humedad

*, ** Significancia al nivel de probabilidad 0.05 y 0.01 respectivamente.

CUADRO 4.10. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho caracterfsticas agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en temporal. Celaya, Gto. 1985.

Fuentes de variación	g.l.	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	Acame de raíz	Acame de tallo	% Mazorcas podridas	Mala cobertura	Rend. de mazorca en kg/ha ^{1/}
Bloques	4	18.1	388.9	261.2	73.43	640.76	188.35	174.84	2.6
Tratamientos	16	8.5	103.6	36.8	19.19	181.3*	103.63	66.24	0.94
Error	64	9.6	165.1	70.4	67.86	82.25	65.69	124.2	0.66
C.V. (%)		5	7	11	39	37	47	44	22

^{1/} Al 15.5 % de humedad

*, ** Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 0.01, respectivamente

CUADRO 4.11.

Cuadros medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho características agronómicas de 17 genotipos de maíz evaluados en temporal. Irapuato, Gto. 1985.

Fuentes de variación	g.l.	Días a floración masculina	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Acame de raíz	Acame de tallo	%			Rendimiento de mazorca en kg / ha. ^{1/}
							Mazorcas podridas	Mala cobertura		
Bloques	4	9.92	773.9	219.31	885.39	94.44	163.1	69.19	1.291	
Tratamientos	16	3.94	150.39	54.77	193.94	75.99	48.8	60.03	0.771	
Error	64	3.38	266.63	70.12	154.1	104.5	89.86	52.87	0.782	
C.V. (%)		3	10	12	27	51	46	29	29	

^{1/} Al 15.5 % de humedad

*, ** Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

Los resultados del análisis de varianza de los materiales evaluados en la localidad de Derramadero, Coah., (Cuadro 4.12) indican que existieron diferencias altamente significativas para las variables días a floración masculina, altura de planta y altura de mazorca en por ciento de acame de raíz hubo diferencia significativa al nivel de 0.05 de probabilidad y no existió significancia para las variables, por ciento de acame de tallo, por ciento de mazorcas podridas, por ciento de mala cobertura y rendimiento de mazorca en kg/ha al 15 por ciento de humedad.

El análisis de varianza combinado de las tres localidades para ocho características agronómicas, se presenta en el Cuadro 4.13. Los resultados en rendimiento indican que solo existió diferencia significativa entre localidades, entre grupos y su interacción, sin embargo, no hubo significancia entre tratamientos y sus interacciones. En floración masculina se observó diferencia altamente significativa entre localidades, grupos y su interacción, así como para tratamientos y la interacción de tratamientos por localidades y no existiendo diferencia significativa para las interacciones tratamientos por grupos y para tratamientos por localidades por grupos. Esto mismo se presentó para las características agronómicas altura de planta y altura de mazorca..

En cuanto a por ciento de acame de raíz, los resultados del análisis combinado muestran que hubo diferencia altamente significativa entre localidades y entre tratamientos, así

CUADRO 4.12. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza individual para ocho características agronómicas de 17 genotipos de maíz, evaluados en temporal. Derramadero, Coah. 1985.

Fuentes de variación	g.l.	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	Acame de raíz	Acame de tallo	Mazorcas podridas	Mala cobertura	Rendimiento de mazorca en kg / ha. ^{1/}
Bloques	4	11.9	636.6	14.9	123.7	139.72	75.93	227.7	1.34
Tratamientos	16	13.9**	295.3**	105.4**	441.0*	92.89	52.67	118.87	0.38
Error	64	3.7	52.9	12.6	150.4	52.17	35.13	91.66	0.08
C.V. (%)	3	8	10	28	25	15	36	22	

^{1/} Al 15.5 % de humedad

*, ** Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

CUADRO 4,13.

Cuadros medios y significancia del análisis de varianza combinado para ocho características agronómicas de 17 genotipos de maíz, evaluados en tres localidades. 1985.

Fuentes de variación	g.l.	Días a floración masculina	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Acame de raíz	Acame de tallo	Mala cobertura	Mazorcas podridas	Rendimiento de mazorca en kg/ha. ¹
Localidades	2	10129.44**	240093.43**	32801.24**	29421.02**	15679.37**	408.82*	10687.52**	87.74**
Grupos	1	189.65**	41292.0 **	14325.9 **	0.12	372.74	420.88	724.12**	437.29**
Loc x Gpo	2	155.11**	26279.6 **	8841.82**	2559.35	102.09	129.5	2826.45**	52.39**
Error "A"	24	11.03	484.51	172.14	270.49	244.81	122.0	91.19	1.4
Tratamientos	16	16.24**	302.06**	169.05**	173.51**	128.12	253.0**	78.06	1.2
Trat x Loc	32	17.17**	250.29**	90.37**	83.09	95.78	122.84	56.93	0.64
Trat x Gpo	16	7.07	87.04	52.48	140.58**	183.28*	132.97	71.94	1.22
Trat x Loc x Gpo	32	5.48	68.18	23.11	106.26	102.84	91.68	56.42	0.56
Error "B"	384	7.07	133.31	43.16	200.51	57.19	83.52	59.51	0.82
C.V. (%) ²		7	16	22	66	87	58	51	40

¹/₋₋₋ Al 15.5 % de humedad

*, ** significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01 respectivamente

²/₋₋₋ En base al error conjunto

como para la interacción tratamientos por grupos.

En por ciento de acame de tallo se encontró diferencia altamente significativa entre localidades y diferencia significativa al 0.05 de probabilidad para la interacción tratamientos por grupo.

Tratamientos resultó altamente significativo, considerando la variable por ciento de mala cobertura y entre localidades se observó diferencia significativa al 0.05 de probabilidad.

La variable por ciento de mazorcas podridas mostró diferencia altamente significativas entre localidades, entre grupos y su interacción.

Los coeficientes de variación, estuvieron dentro de un rango aceptable fueron los correspondientes a días a floración y altura de planta y de mazorca, los coeficientes de las variables restantes resultaron con valores altos.

Ganancia Genética

La ganancia genética obtenida para diferentes características agronómicas en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías de selección recurrente se presenta a continuación.

En el Cuadro 4.14 se muestran los valores de ganancia genética estimados en base a la evaluación realizada en Celaya, Gto., bajo condiciones de riego, donde se observó que la población VS-201 respondió satisfactoriamente a la selección a través de las dos metodologías de selección utilizadas en dos ciclos, las características agronómicas que mostraron ganancia genética fueron: días a floración masculina, altura de planta, altura de mazorca, por ciento de acame de raíz y por ciento de mala cobertura, sin embargo, hubo pérdida en por ciento de mazorcas podridas y rendimiento en kg/ha, esta última con -31 por ciento a través de cruzas de prueba en el C_1 de selección. El tratamiento CN (compuesto norteño) fue mejorado en altura de planta por cruzas de prueba y por ciento de mala cobertura y mazorcas podridas por las dos metodologías, rendimiento en kg/ha, muestra ganancia por el método de líneas S_1 *per se* con valores para el C_1 y C_2 de siete por ciento para cada ciclo de selección.

Las estimaciones de ganancia obtenidas para ocho características agronómicas a partir de la evaluación realizada en Celaya, Gto., bajo condiciones de temporal (Cuadro 4.15) muestran

CUADRO 4.14. Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de riego en Celaya, Gto. 1985.

Genotipos	Días a floración masculina	Altura		----- % -----				Rendimiento de mazorca en kg/ha ^{1/}
		de planta	de mazorca	Acame de raíz	Acame de tallo	Mala cobertura	Marozcas podridas	
VS-201 (S)								
C ₁	-3	-5	-8	9	-21	-17	0	-3
C ₂	-7	-3	-6	-36	79	-39	12	-14
VS201 (CP)								
C ₁	-5	-6	-9	0	50	-50	137	-31
C ₂	-3	-8	-9	-9	43	-19	12	-10
CN(S)								
C ₁	2	1	1	-14	11	15	-6	7
C ₂	3	2	9	43	78	-59	-56	7
CN(CP)								
C ₁	2	-2	1	29	-22	-48	-44	-5
C ₂	0	-5	4	14	122	-44	-37	-4

1/ Al 15.5 % de humedad

CUADRO 4.15.

Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de temporal en Celaya, Gto. 1985.

Genotipos	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	Acame			%		Mazorcas podridas	Rendimiento de mazorca en kg / ha ^{1/}
				de raíz	de tallo	Mala cobertura				
VS-201 (S)										
C ₁	0	-3	-5	17	300	63	64	-25		
C ₂	-2	-2	-3	-17	275	-13	128	-1		
VS-201 (CP)										
C ₁	0	-1	-4	-8	275	0	7	-8		
C ₂	0	-6	-4	42	575	100	21	-23		
CN(S)										
C ₁	-3	0	10	8	-16	-42	42	1		
C ₂	-2	4	6	31	-48	0	8	23		
CN(CP)										
C ₁	2	-1	8	-8	-4	-53	-25	16		
C ₂	2	2	4	-8	-40	-24	-4	13		

^{1/} Al 15.5 % de humedad

que la variedad VS-201 fue mejorada por ambas metodologías, en altura de planta y altura de mazorcas por el contrario acame de raíz y tallo mostraron pérdidas muy altas, con valores de 275 a 575 por ciento. Las pérdidas en rendimiento en kg/ha, fueron entre uno y 25 por ciento considerando las dos metodologías.

Por otro lado, el tratamiento (CN), mostró ganancia a través de líneas S_1 *per se*, para días a floración masculina, por ciento de acame de tallo, por ciento de mala cobertura y para rendimiento. Las ganancias obtenidas para rendimiento fueron 1 y 23 por ciento en C_1 y C_2 respectivamente. A través de cruza de prueba se obtuvo ganancia en acame de raíz, acame de tallo, mala cobertura y mazorcas podridas; en rendimiento la ganancia fue 16 por ciento en el C_1 y 13 por ciento en el C_2 .

En Irapuato, Gto., bajo condiciones de riego (Cuadro 4.16), los resultados obtenidos en cuanto a ganancia genética muestran que en la variedad VS-201 a través de líneas S_1 *per se*, se logró ganancia en las características días a floración masculina, altura de mazorca, acame de raíz, acame de tallo y mazorcas podridas en los dos ciclos de selección, en rendimiento la ganancia obtenida fue 5 por ciento en el C_1 . A través de cruza de prueba, las características mejoradas fueron días a floración masculina, acame de raíz, tallo y rendimiento. La variedad (CN) mostró ganancia en días a floración masculina a través de ambas metodologías de selección, así mismo hubo ga-

CUADRO 4.16. Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de riego en Irapuato, Gto. 1985.

Genotipos	Altura		----- % -----				Rendimiento - mazorca en kg/ha ^{1/}	
	Días a floración masculina	de planta	de mazorca	Acame de raíz	Acame de tallo	Mala cobertura		Mazorcas podridas
VS-201(S)								
C ₁	-5	3	0	-31	-25	67	-5	5
C ₂	-3	-2	-9	-35	-25	0	-30	-1
VS-201(CP)								
C ₁	-2	1	-2	-31	50	33	0	3
C ₂	-3	-2	0	-12	-50	0	15	3
CN(S)								
C ₁	-3	-2	-1	55	-50	-33	25	9
C ₂	-3	1	-1	39	-30	-33	-5	-17
CN(CP)								
C ₁	-5	0	0	-73	-90	-5	-10	2
C ₂	-3	2	1	9	-60	-24	25	-6

^{1/} AL 15.5 % de humedad

nancia en acame de tallo, mala cobertura y rendimiento solo en el C_1 y por las dos metodologías.

En base a la evaluación realizada en Irapuato, Gto., bajo condiciones de temporal (Cuadro 4.17), se estimó la ganancia genética para varias características agronómicas y se encontró que la variedad VS-201, muestra ganancia en acame de tallo, a través de cruzas de prueba en los dos ciclos de selección; a través de líneas S_1 *per se* solo en el C_2 se obtuvo ganancia para acame de tallo. La metodología de líneas S_1 *per se* resultó más efectiva para mejorar por ciento de mazorcas podridas con valores de -43 y -57 por ciento para C_1 y C_2 respectivamente, en tanto que rendimiento resultó con ganancia de 13 por ciento por líneas S_1 en el C_2 . Con respecto a la variedad Compuerto Norteño, los datos indican que se logró una pequeña mejora en precocidad en base a los valores obtenidos para días a floración masculina, también se mejoró el acame de raíz y el por ciento de mazorcas podridas, a través de las dos metodologías; en cuanto a rendimiento los valores obtenidos indican que se ha logrado avanzar positivamente, dado que por líneas S_1 se tienen ganancias de 14 y 24 por ciento para C_1 y C_2 respectivamente; en tanto que por cruzas de prueba la ganancia fue del 44 por ciento en el C_1 .

En Derramadero, Coah., (Cuadro 4.18), bajo condiciones de riego, los resultados indican que las variables días a floración masculina, altura de planta, altura de mazorca y por ciento de acame de raíz han sido mejoradas en las dos variedades.

CUADRO 4.17. Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas, por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de temporal en Irapuato, Gto. 1985.

Genotipos	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	Acame			%		Mazorcas podridas	Rendimiento de mazorca en kg/ha ^{1/}
				de raíz	de tallo	Mala cobertura	Acame de tallo	Mala cobertura		
VS-201(S)										
C ₁	0	-4	4	2	25	0		-43	0	
C ₂	-2	5	6	4	-50	37		-57	13	
VS-201(CP)										
C ₁	0	-2	-4	40	-25	19		14	-8	
C ₂	0	4	0	-19	-50	-25		-21	3	
CN(S)										
C ₁	-3	2	-4	-32	16	0		-37	14	
C ₂	-3	4	3	-30	0	-16		-16	24	
CN(CP)										
C ₁	-2	4	6	-14	-33	5		-37	44	
C ₂	0	0	-9	-37	16	0		-26	-4	

^{1/} Al 15.5 de humedad

CUADRO 4.18.

Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de riego en Derramadero, Coah. 1985.

Genotipos	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	----- % -----				Mazorcas podridas	Rendimiento de mazorca en kg/ha ^{1/}
				Acame de raíz	Acame de tallo	Mala cobertura			
VS-201 (S)									
C ₁	-4	-13	-20	-21	60	50	37	1	
C ₂	-4	-17	-27	-52	127	50	33	-12	
VS-201 (CP)									
C ₁	-4	-15	-24	-27	120	25	60	-11	
C ₂	-4	-11	-16	-10	87	125	53	- 8	
CN(S)									
C ₁	-1	-5	6	-32	-5	48	47	-5	
C ₂	3	-5	21	-20	20	26	35	-15	
CN(CP)									
C ₁	-3	-9	3	22	-30	22	88	-10	
C ₂	-1	-4	8	-20	40	4	29	- 8	

^{1/} Al 15.5 % de humedad

des, a través de líneas S_1 *per se* y cruzas de prueba, sin embargo, para acame de tallo, mala cobertura, mazorcas podridas y rendimiento, no se obtuvo ganancia en ambas variedades y metodologías; y fue la variedad VS-201 la que mostró mayor pérdida en acame de tallo a través de los dos métodos de selección.

En Derramadero, Coah., bajo condiciones de temporal (Cuadro 4.19), las variables días a floración masculina, altura de planta, altura de mazorca y acame de tallo, muestran ganancias genéticas en las dos variedades y metodologías, sin embargo, hubo mayor respuesta a la selección por parte de la variedad VS-201 por las dos metodologías de mejoramiento con respecto a la variedad CN. En rendimiento, la variedad VS-201 fue mejorada a través de líneas S_1 *per se* y en ambos ciclos de selección. En la variedad Compuesto Norteño considerando rendimiento se obtuvo una pequeña ganancia de tres por ciento por medio de cruzas de prueba en el primer ciclo de selección, en tanto que mala cobertura y mazorcas podridas no mostraron respuesta positiva a la selección.

Con la finalidad de obtener una estimación general de ganancia genética, se combinó la información obtenida en las tres localidades, así como de los dos ambientes riego y temporal, así se obtuvieron los resultados que se muestran en el Cuadro 4.20. Las características agronómicas que se han logrado mejorar, considerando las dos variedades VS-201 y CN a través de las dos metodologías de mejoramiento, fueron días a flo

CUADRO 4.19.

Ganancia genética obtenida en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de temporal en Derramadero, Coah. 1985.

Genotipos	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	----- % -----			Mazorcas podridas	Rendimiento de mazorca en kg/ha ^{1/}
				Acame de raíz	Acame de tallo	Mala cobertura		
VS-201 (S)								
C ₁	-4	-12	-21	20	-15	55	5	7
C ₂	-5	-19	-18	20	-52	64	2	9
VS-201 (CP)								
C ₁	-3	-14	-26	33	-22	73	2	-31
C ₂	-1	-13	-16	-5	-22	118	5	-24
CN(S)								
C ₁	0	-7	-9	-31	-11	88	38	-2
C ₂	3	-8	-2	-27	26	12	15	-15
CN(CP)								
C ₁	-4	-13	-16	-22	-33	88	12	3
C ₂	0	-5	-7	4	-15	76	18	-18

^{1/} Al 15.5 % de humedad

CUADRO 4.20.

Estimación general de ganancia genética en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de riego y temporal en tres localidades. 1985.

Genotipos	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	%			Mala cobertura	Mazorcas podridas	Rendimiento de mazorca en kg/ha ^{1/}
				Acame de raíz	Acame de tallo	Mala cobertura			
VS-201 (S ₁)									
C ₁	-3	-5	-7	-8	27	31	6	-4	
C ₂	-3	-5	-9	-21	36	38	-6	-3	
VS-201 (CP)									
C ₁	-2	-6	-10	0	54	15	22	-12	
C ₂	-2	-6	-7	-8	54	23	17	-8	
CN(S ₁)									
C ₁	-2	-1	-2	-14	-7	25	5	4	
C ₂	0	0	4	-6	21	-5	-5	0	
CN(CP)									
C ₁	-3	-3	0	-17	-21	15	-5	5	
C ₂	-2	-1	-2	-14	14	5	0	-3	

^{1/} Al 15.5 % de humedad

ración masculina, altura de planta, altura de mazorca y por ciento de acame de raíz, en acame de tallo, se encontró que la selección en la variedad VS-201 a través de las dos metodologías fue menos eficiente, en comparación con la variedad CN. También se observa que la selección para disminuir el por ciento de mala cobertura fue ligeramente menos eficiente por las dos metodologías en la variedad VS-201, con respecto al Compuesto Norteño y en por ciento de mazorcas podridas en la variedad VS-201, con la metodología de cruza de prueba, presenta los valores más altos, lo cual se traduce como pérdida en la selección; sin embargo, en la variedad CN, la mejor respuesta a la selección fue por medio de cruza de prueba.

En rendimiento en kg/ha, en la variedad CN, líneas S_1 presentó valores de ganancia de cuatro por ciento en el C_1 y cero por ciento en el C_2 y a través de cruza de prueba cinco y menos tres por ciento para C_1 y C_2 , respectivamente, sin embargo, en la variedad VS-201 la respuesta a la selección fue negativa.

Los resultados de las evaluaciones realizadas bajo riego en las tres localidades, fue combinada con el objeto de cuantificar las ganancias obtenidas bajo estas condiciones, Cuadro 4.21. La variedad VS-201 a través de la metodología de líneas S_1 *per se*, fue mejorada en días a floración masculina, altura de planta, altura de mazorca y por ciento de acame de raíz, por el contrario, en por ciento de acame de tallo, la respuesta a la selección fue negativa, dado que los valores ob-

CUADRO 4.21. Estimación general de ganancia genética en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de riego en tres localidades. 1985.

Genotipos	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	----- % -----			Rendimiento de mazorca podridas en kg/ha ^{1/}
				Acame de tallo	Acame de raíz	Mala cobertura	
VS-201 (S ₁)							
C ₁	-5	-5	-9	-23	18	23	7
C ₂	-5	-7	-14	-43	91	-8	0
VS-201 (CP)							
C ₁	-5	-7	-11	-27	82	-8	50
C ₂	-5	-7	-8	-11	55	15	29
CN(S ₁)							
C ₁	-2	-2	-1	0	-15	47	17
C ₂	0	-1	6	13	23	5	-11
CN(CP)							
C ₁	-3	-4	-3	40	-46	16	11
C ₂	-2	-1	0	-7	31	0	6

^{1/} Al 15.5 % de humedad

tenidos fueron 18 y 91 por ciento, para C_1 y C_2 , respectivamente; en rendimiento en kg/ha, los valores fueron de uno por ciento en el C_1 y menos nueve por ciento en el C_2 . Por medio de cruza de prueba, se obtuvo ganancia en días a floración masculina, altura de planta y mazorca, así como en acame de tallo, mientras que para acame de raíz, mala cobertura, mazorcas podridas y rendimiento no hubo ganancia genética.

En la variedad CN, se obtuvo una pequeña ganancia en altura de planta a través de ambas metodologías, las demás características no muestran ganancia, excepto acame de raíz que en el C_1 obtuvo 15 por ciento de ganancia, mazorcas podridas 11 por ciento en el C_2 y rendimiento tres por ciento en el C_1 . Por medio de cruza de prueba, se mejoró días a floración masculina, altura de planta y mazorca en ambos ciclos; también mejoró acame de tallo y raíz en C_2 y C_1 respectivamente.

Los resultados de las evaluaciones en temporal en las tres localidades, también se combinaron para estimar la ganancia genética Cuadro 4.22. La variedad VS-201 fue mejorada en altura de planta y mazorca principalmente en los dos ciclos de selección, también días a floración masculina exhibe ganancia a través de prueba de líneas S_1 *per se*, y rendimiento muestra ganancia con la misma metodología en el C_2 con un valor de seis por ciento.

En lo correspondiente a la variedad Compuesto Norteño, a través de líneas S_1 y cruza de prueba, exhibió buena respuesu

CUADRO 4.22.

Estimación general de ganancia genética en dos poblaciones de maíz mejoradas por dos metodologías y evaluadas bajo condiciones de temporal en tres localidades. 1985.

Genotipos	Días a floración masculina	Altura de planta	Altura de mazorca	----- % -----			----- Rendimiento de mazorca en kg/ha ^{1/} -----	
				Acame de raíz	Acame de tallo	Mala cobertura	Mazorcas podridas	
VS-201 (S ₁)								
C ₁	-2	-5	-5	12	25	36	5	-12
C ₂	-2	-3	-2	9	-17	71	-14	6
VS-201 (CP)								
C ₁	0	-4	-8	30	8	29	5	-11
C ₂	0	-4	-5	-6	42	29	14	-13
CN (S ₁)								
C ₁	-2	1	-2	-28	0	10	0	5
C ₂	0	1	3	-23	27	-5	4	16
CN (CP)								
C ₁	-2	-1	2	-2	0	15	-17	24
C ₂	2	0	-3	-21	-7	20	-4	2

^{1/} Al 15.5 % de humedad

ta a la selección para algunas características, entre ellas acame de raíz y rendimiento, así como también para mazorca podridas, en ambos ciclos de selección a través de cruzas de prueba.

En rendimiento en kg/ha la ganancia obtenida fue de consideración dado que por líneas S_1 los valores fueron de cinco y 16 por ciento en el C_1 y C_2 respectivamente; mientras que por cruzas de prueba, las ganancias fueron de 24 por ciento en el C_1 y dos por ciento en el C_2 .

DISCUSION

Los promedios de los genotipos evaluados en Celaya, Gto. bajo condiciones de riego, para determinar cuál de las dos metodologías (Líneas S_1 *per se* y mestizos) fue más efectiva para mejorar las poblaciones que se consideran en este estudio, indican que el promedio de los compuestos generales C_1 y C_2 presentaron nueve y 19.7 por ciento más rendimiento en comparación con el promedio del comportamiento de líneas S_1 y mestizos respectivamente, mientras que las líneas S_1 produjeron 12 por ciento más rendimiento en comparación con la prueba de mestizos; este comportamiento indica que los compuestos, resultaron mejores que la respuesta obtenida a través de líneas S_1 y que la prueba de mestizos en esta localidad.

La mayor efectividad de la metodología de líneas S_1 en comparación con la prueba de mestizos, coincide con lo reportado por Genter (1973) que indica que la selección fue más efectiva con líneas S_1 que con mestizos para incrementar rendimiento, además menciona que la prueba de mestizos fue más efectiva para incrementar frecuencia de genes que contribuyen en el rendimiento en las cruzas pero no en las poblaciones y que líneas S_1 fue menos efectiva para incrementar heterosis.

Cuadro 4.23. Coeficientes de Regresión de la Ganancia por Selección Recurrente en Base al Co (100%) en dos Poblaciones de Maíz, Evaluadas en Tres Localidades. 1985.

Genotipos	Celaya, Gto.		Irapuato, Gto.		Derramadero, Coah.		Combinado ¹ Combinado		Combinado General(Riego) ² General (Temp)	
	Riego Temporal	-5.32	Riego Temporal	0.73	Riego Temporal	5.4	Riego Temporal	5.03	Combinado General	Combinado General (Temp)
VS-201(S)	-6.24	-5.32	0.73	5.4	-4.5	5.03	-2.02	-3.33	0.1	
VS-201(CP)	-10.32	-10.59	1.74	-0.49	-5.45	-15.84	-5.81	4.7	-7.4	
CN(S)	4.14	9.08	-4.98	12.27	-7.06	-6.15	0.75	-2.73	7.45	
CN(CP)	-2.44	8.42	-2.0	7.25	-5.22	-6.6	-0.31	-3.23	5.32	

1 Tres Localidades en riego y temporal

2 Tres Localidades en Riego

3 Tres Localidades en Temporal

Bajo condiciones de temporal en Celaya, Gto. se obtuvo una respuesta diferente con respecto a riego en la misma localidad; dado que bajo este ambiente, la metodología basada en comportamiento de líneas S_1 superó al promedio de los Compuestos Generales C_1 y C_2 en 16.8 por ciento al igual que los mestizos cuyo rendimiento promedio estuvo por encima de los Compuestos Generales con 17 por ciento. Por otro lado los mestizos superaron a líneas S_1 , por un mínimo margen de 0.11 por ciento por tales evidencias se determina que en esta localidad, la prueba de mestizos resultó ligeramente más efectiva que la prueba de líneas S_1 , estos resultados coinciden con Sprague, *et al* (1959) que obtuvieron 6.7 y 20 por ciento de ganancia en rendimiento después de dos ciclos de selección en dos variedades de maíz, mientras que los rendimientos de las variedades evaluadas en forma *per se* no mostraron respuesta a la selección.

La respuesta a la selección que se encontró en la localidad de Irapuato, Gto., bajo condiciones de riego, coincide con la respuesta de las variedades a la selección en la localidad de Celaya (temporal) dado que los promedios de rendimiento encontrados aquí indican que la prueba de mestizos superó a la prueba de líneas S_1 en 1.27 por ciento, por lo tanto la prueba de mestizos es más eficiente para mejorar a las variedades VS-201 y CN en este ambiente; por su parte los Compuestos Generales superaron a líneas S_1 y mestizos por 9.14 y ocho por ciento, respectivamente; mientras que bajo condicio

nes de temporal líneas S_1 resultó superior a la prueba de mestizos por 4.2 por ciento, en tanto que el promedio de Compuestos Generales fue superado por líneas S_1 con 16 por ciento y por los mestizos con 12.3 por ciento, por tanto la metodología de selección a través de líneas S_1 *per se* fue mejor en esta localidad.

En Derramadero bajo condiciones de temporal los promedios de rendimiento obtenidos por los genotipos, muestran que líneas S_1 fue superior a mestizos por un margen de 16.4 por ciento en tanto que los Compuestos Generales C_1 y C_2 en promedio fueron mejores que líneas S_1 por 7.8 por ciento y que mestizos por 22.2 por ciento; la mayor eficiencia en esta localidad de las líneas S_1 , sobre los mestizos, coincide con los resultados de Carangal, *et al* (1971) que indican que líneas S_1 para rendimiento resultó mejor que los mestizos, asimismo que líneas S_1 fue más efectivo para mejoramiento poblacional de rendimiento e igualmente efectivo en selección de ACG para rendimiento de grano. Al comparar los promedios de rendimiento de los genotipos estudiados, muestran que los dos compuestos en promedio presentaron ocho y 6.3 por ciento más de rendimiento en comparación con mestizos y líneas S_1 respectivamente; mientras que las líneas S_1 produjeron 1.6 por ciento de rendimiento, en comparación con los mestizos, esto indica por un lado que los Compuestos Generales son mejores que las poblaciones individuales mejoradas por líneas S_1 y por mestizos, y por otro que la metodología basada en el comportamiento de líneas

S_1 fue superior a la prueba de mestizos.

Estimación de Ganancia Genética

En Celaya, Gto. en condiciones de riego, la variedad CN mostró mayor respuesta a la selección para rendimiento en base al comportamiento de líneas S_1 , lo que coincide con los resultados de Genter y Alexander (1966) que indican que después de dos ciclos de selección se incrementó el rendimiento en 31.4 por ciento basado en comportamiento de líneas S_1 , mientras que con la prueba de mestizos el incremento fue de 17.9 por ciento. En cuanto a las demás variables no hubo respuesta a la selección principalmente acame de tallo y acame de raíz (Figura 5.1 a y Cuadro 4.14). La variedad VS-201, no mejoró en rendimiento, sin embargo, mejoró en otras características agronómicas como precocidad, altura de planta, mala cobertura de mazorca, entre otras.

Bajo condiciones de temporal, en Celaya, Gto. la variedad CN mostró mayor ganancia en rendimiento, en comparación con VS-201, y fue más efectiva la prueba de líneas S_1 (Figura 5.1 b y Cuadro 4.16), también hubo ganancia en precocidad y acame de tallo, entre otras; estos resultados coinciden con Genter y Alexander (1962), ellos encontraron diferente variabilidad en las características estudiadas a través del comportamiento de líneas S_1 y mestizos y fue el rango en S_1 mayor que en mestizos, para rendimiento, acame y calidad de grano;

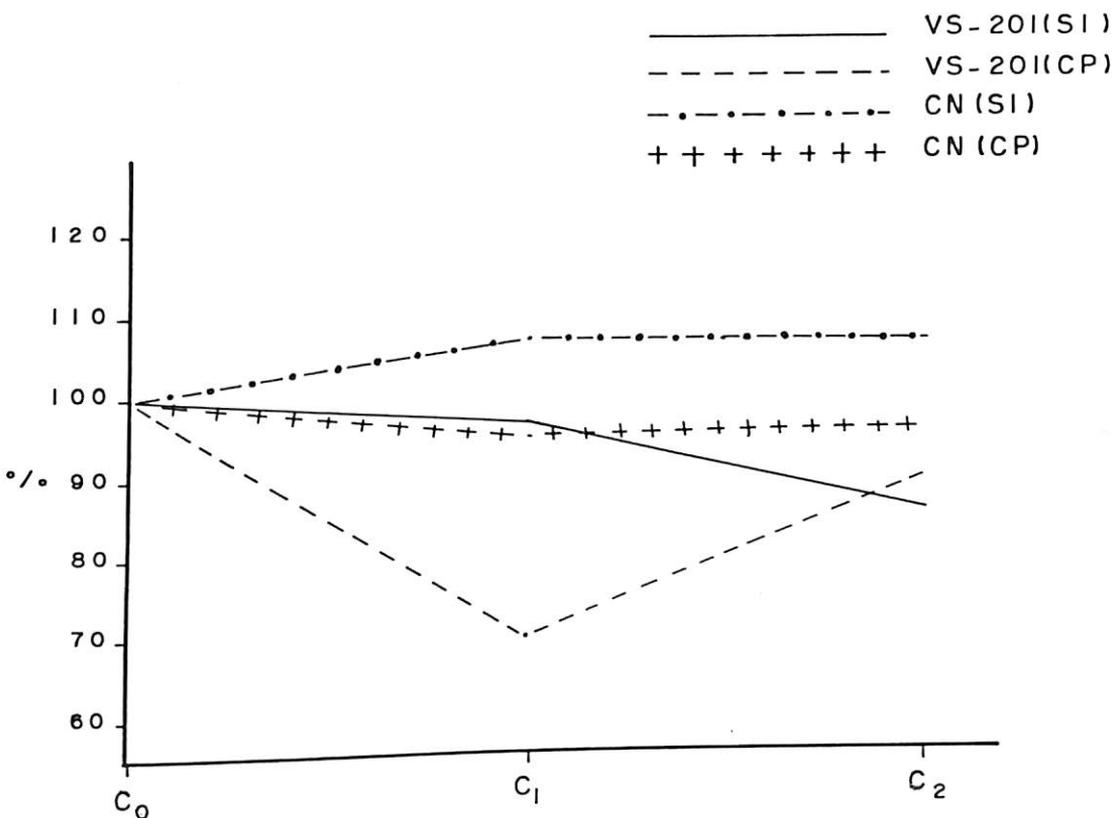


Figura.-5.1a. Comportamiento de las poblaciones mejoradas en Celaya, Gto. (Riego).

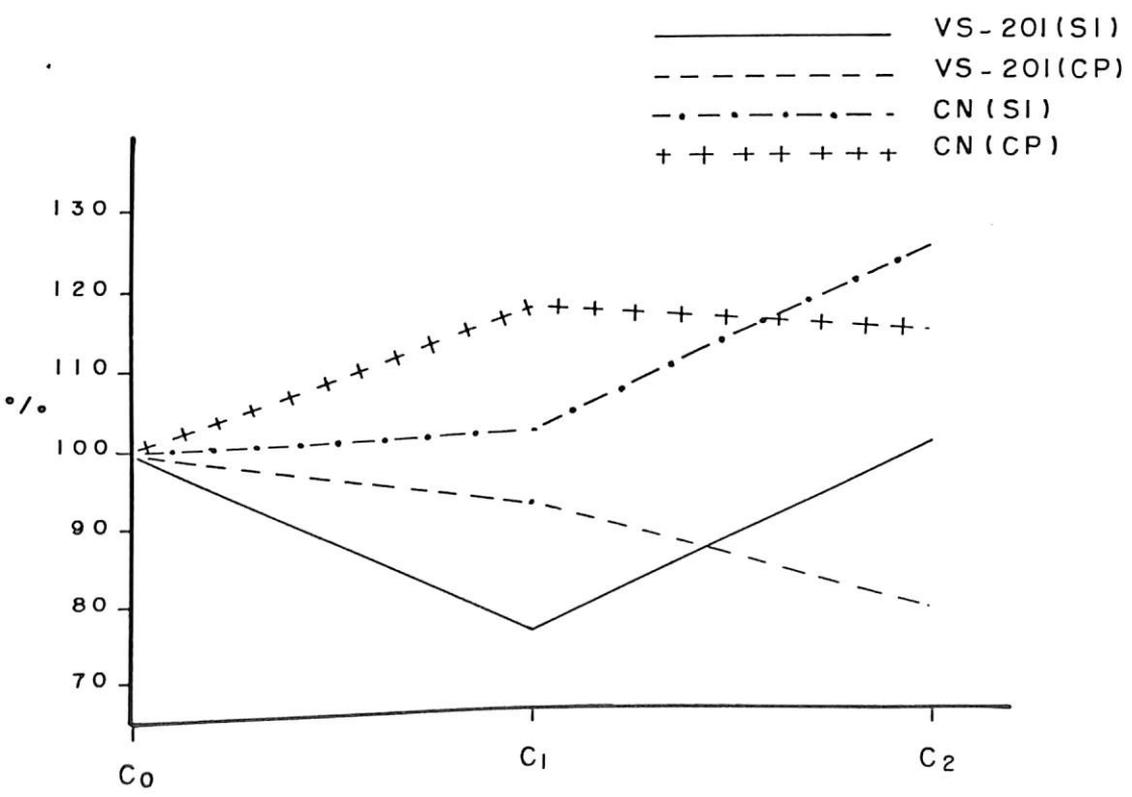


Figura.-5.1b. Comportamiento de las poblaciones mejoradas en Celaya, Gto. (Temporal).

también encontraron que las líneas S_1 mostraron menos efecto ambiental que los mestizos.

En cuanto a la variedad VS-201 no muestra ganancia en rendimiento, dado que VS-201 Co, mostró el máximo rendimiento en esta localidad.

Ahora bien, las condiciones de déficit de humedad modifican la respuesta de la planta en el rendimiento y demás características agronómicas, como es el aumento del intervalo entre la antesis y la aparición de los estigmas, reducción del tamaño de mazorca y el aumento en el número de plantas "jorras" entre otras, según Hsiao, *et al*, 1976 y Fischer y Palmer, 1980.

Aunque también se muestran ganancias en procecocidad, pues la planta ajusta la velocidad de sus procesos fisiológicos; esto posiblemente fue lo que sucedió, pues comparando las dos variedades y las dos metodologías en la localidad de Celaya, Gto. se tiene mayor ganancia para rendimiento en riego (en toneladas) aunque el porcentaje de ganancia es más pronunciado en temporal, puesto que en este caso, entre la población Co y los C_1 y C_2 existió mayor diferencia, no obstante los menores rendimientos en comparación con los dos de riego. En procecidad se tuvo mayor ganancia en condiciones de temporal, lo cual coincide con la literatura, inclusive un híbrido sobresaliente del IMM* para condiciones de temporal es el AN-310, el cual es de los más precoces de ese instituto.

* Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario Castro Gil.

En la localidad de Irapuato, Gto., bajo condiciones de riego, la mejor variedad en cuanto a ganancia obtenida en rendimiento fue VS-201 en base al comportamiento de mestizos, no obstante que el incremento fue pequeño (Figura 5.2 a y Cuadro 4.16) ésto coincide con lo obtenido por Sprague *et al* (1959), los que obtuvieron 6.7 y 20 por ciento de ganancia en rendimiento después de dos ciclos de selección en base a la prueba de mestizos, en tanto que con líneas S_1 , no observaron cambios.

Con respecto al comportamiento de los genotipos en la localidad de Irapuato, Gto., en temporal se encontró que la variedad CN mostró mayor respuesta a la selección para rendimiento en base al comportamiento de líneas S_1 , por su parte la variedad VS-201 a través de la misma metodología, no mostró cambio alguno en rendimiento en el C_1 , sin embargo en el C_2 alcanzó un 13 por ciento de ganancia (Figura 5.2 b y Cuadro 4.16); considerando a las dos variedades mejoradas en base al comportamiento de líneas S_1 , se llega a la conclusión que esta metodología fue más efectiva que la metodología de mestizos, para mejorar el potencial de rendimiento y otras características de las variedades, estos resultados coinciden con los encontrados por Carangal *et al*, (1971) ellos indican que la ganancia genética para rendimiento en el C_1 fue mayor significativamente para las líneas S_1 en comparación con los mestizos, además menciona que con ambos métodos se incrementó la variabilidad de acame de tallo y acame de raíz, también

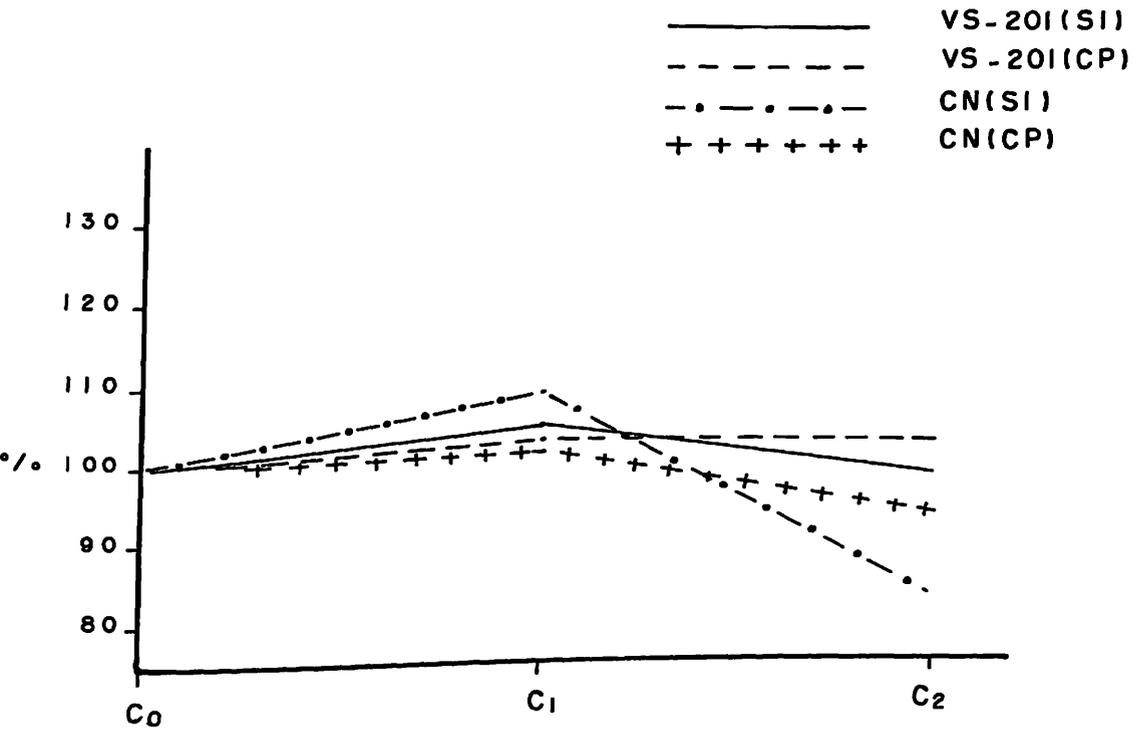


Figura.5.2a. Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en Irapuato, Gto (Riego).

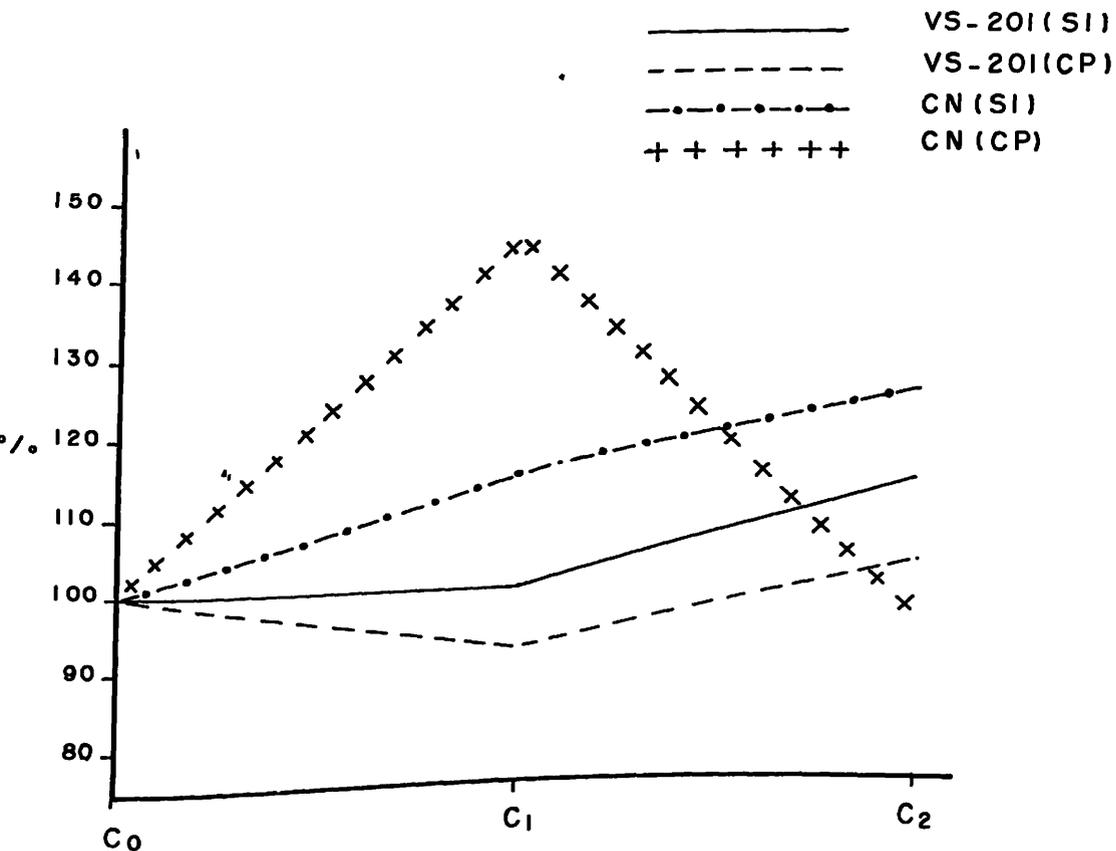


Figura. 5.2b. Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en Irapuato, Gto. (Temporal).

indica que líneas S_1 es más efectiva para mejoramiento poblacional de rendimiento de grano e igualmente efectivo en la selección de ACG para rendimiento. Cabe mencionar que la variedad CN en base al comportamiento de mestizos mostró buena respuesta a la selección y alcanzó una ganancia considerable en cuanto a rendimiento en el C_1 , sin embargo, en el C_2 no hubo respuesta favorable a la selección. La tendencia de esta variedad fue que en el C_2 , en todos los ambientes no obtuvo ganancia en rendimiento en kg/ha de mazorca.

En Derramadero, Coah., bajo riego las variedades originales C_0 mostraron rendimientos por encima de los C_1 y C_2 con excepción de VS-201 C_1 a través de líneas S_1 ; razón por la cual no se muestran valores positivos de ganancia (Figura 5.3 a y Cuadro 4.18). Cabe mencionar que aunque no se obtuvo ganancia, los rendimientos no fueron bajos, ya que mientras aquí se obtuvo una media de 4303 kg/ha, en Celaya, Gto., fue de 4516 kg/ha. En la evaluación de temporal (Figura 5.3 b y Cuadro 4.19) la variedad que mostró mayor respuesta a la selección fue VS-201 en base al comportamiento de líneas S_1 , sin embargo, la ganancia en rendimiento no es relevante, y a través de mestizos presentó la respuesta más baja a la selección; esto coincide con los resultados obtenidos por Lonquist y Lindsey, (1964) mismos que indican que el rango de expresión de varias características fue mucho mayor en las líneas probadas en forma *per se*, que en forma de mestizos, la ganancia en rendimiento en líneas *per se* fue 127 por ciento,

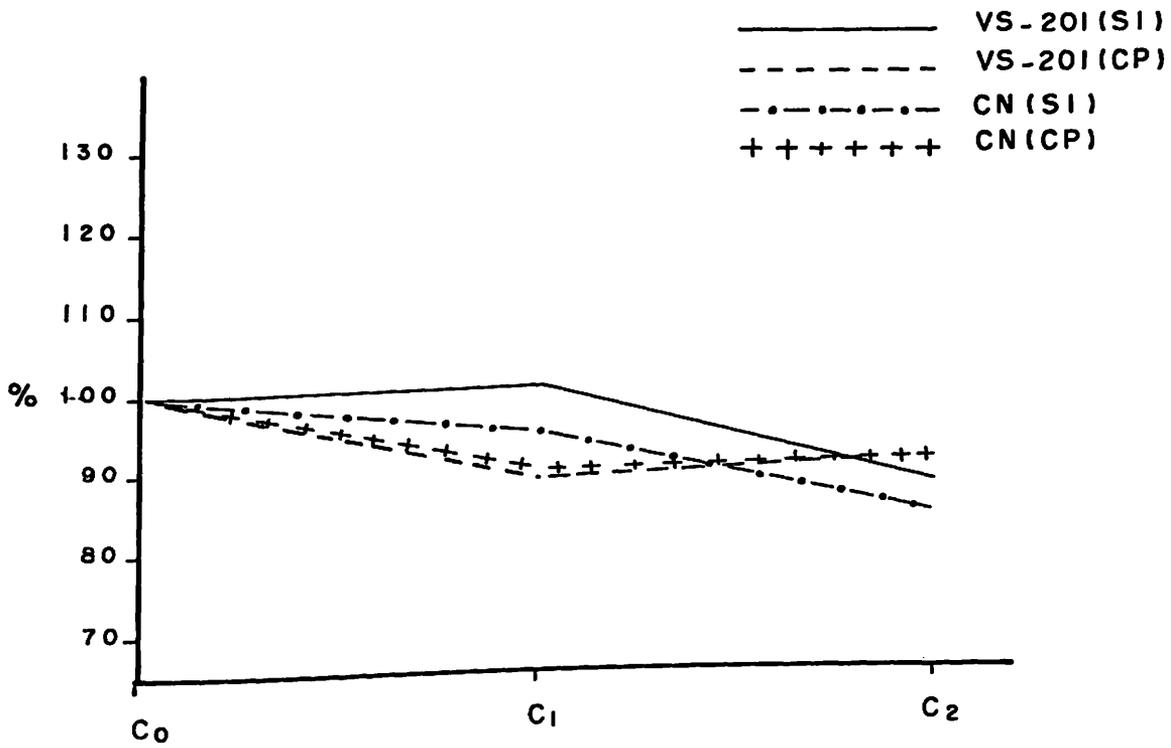


Figura. 5.3a. Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en Derramadero, Coah. (Riego).

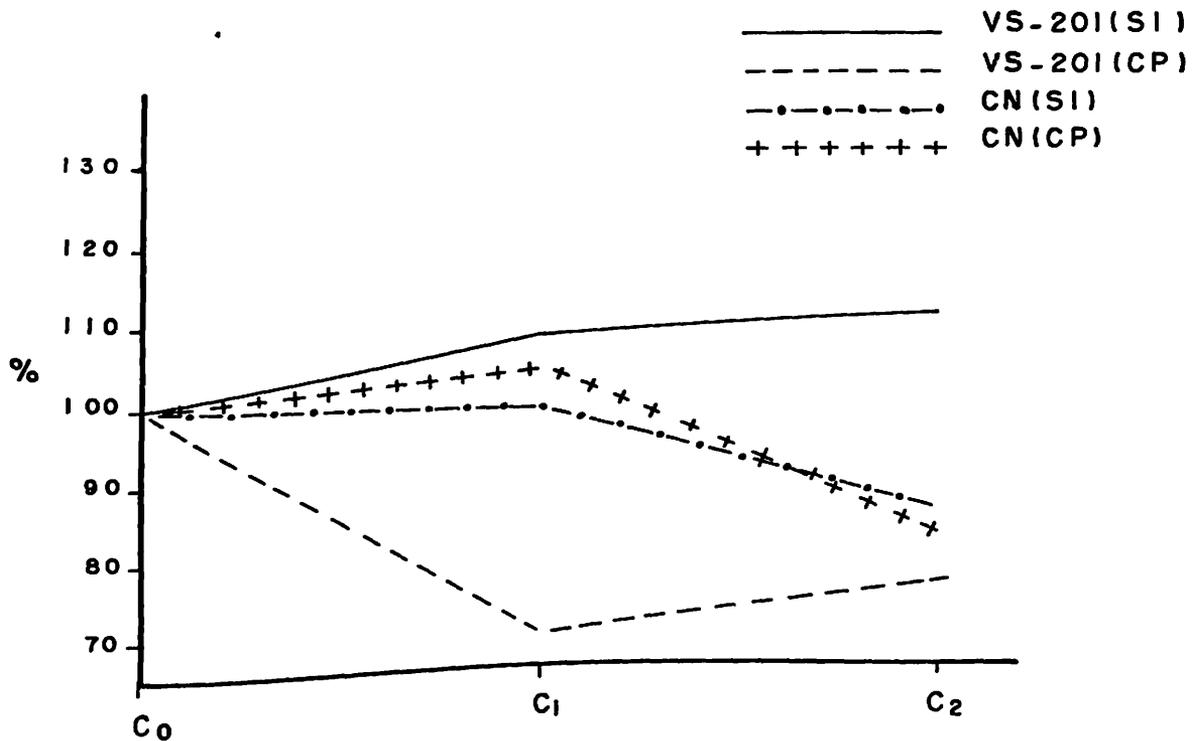


Figura. 5.3b. Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en Derramadero, Coah. (Temporal).

mientras que con mestizos fue 48 por ciento. También se observaron mayor interacción de las líneas con el medio ambiente en comparación con los mestizos; por último mencionan que a través de líneas *per se* se manifiestan más que por mestizos los efectos génicos aditivos.

Al parecer la variedad CN cuenta con mayor variabilidad genética, en comparación con la variedad VS-201, dado que al combinar los datos de rendimiento obtenidos en las tres localidades en riego y temporal (Figura 5.4 y Cuadro 4.20), se tuvo como respuesta que solo en la variedad CN fue posible obtener ganancia genética, en base al comportamiento de líneas S_1 , por su parte la variedad VS-201 fue la que mostró los valores negativos más altos, tanto en C_1 como en C_2 . Los resultados de este trabajo son afines a los obtenidos por algunos investigadores, entre los cuales está Burton, *et al* (1971) quienes en base al comportamiento de líneas S_1 incrementaron el rendimiento en 10.6 por ciento mientras que por mestizos el incremento fue 5.7 por ciento, enfatizando que con ambas pruebas se mejora significativamente a las poblaciones, pero es más efectiva líneas S_1 .

Al considerar las evaluaciones bajo condiciones de riego en las tres localidades (Figura 5.5 a y Cuadro 4.21) se obtuvo que las variedades CN y VS-201, exhiben mejor respuesta a la selección, en base al comportamiento de líneas S_1 , aunque esto sólo se presenta en el C_1 , ya que para el C_2

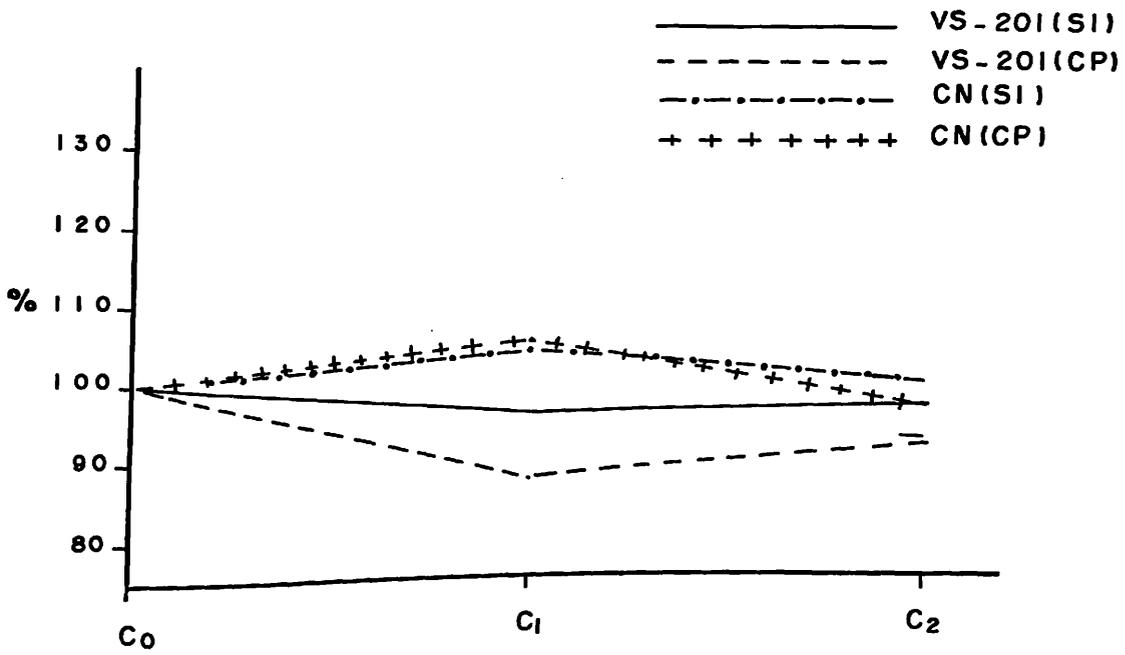


Figura.5.4. Comportamiento de las poblaciones mejoradas , en tres localidades , en riego y temporal.

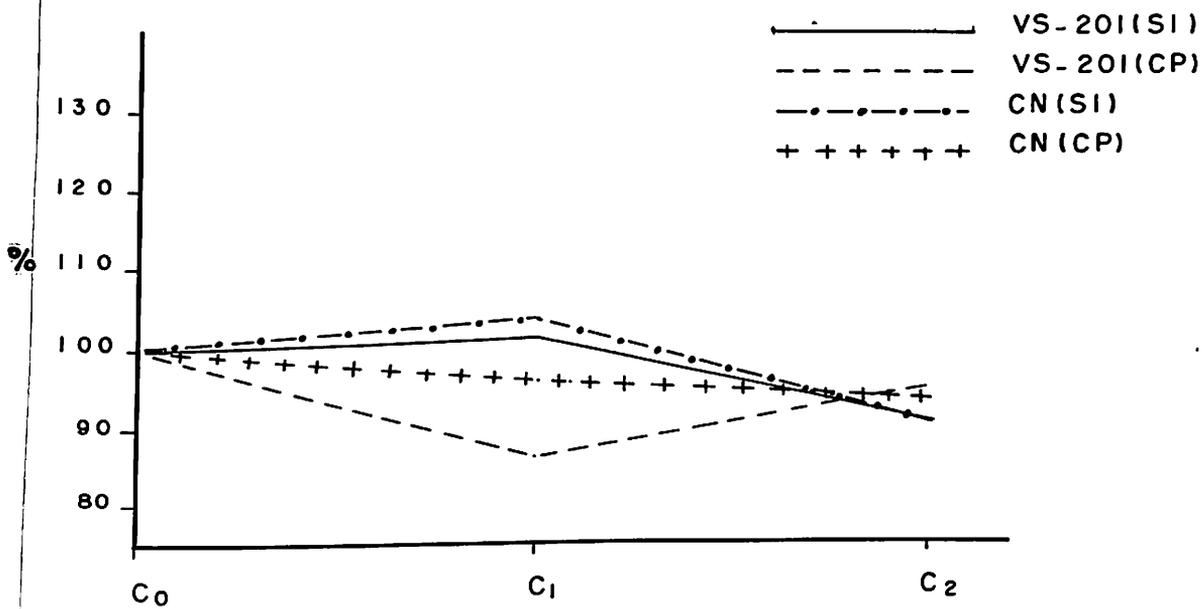


Figura.5.5a. Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en tres localidades en riego.

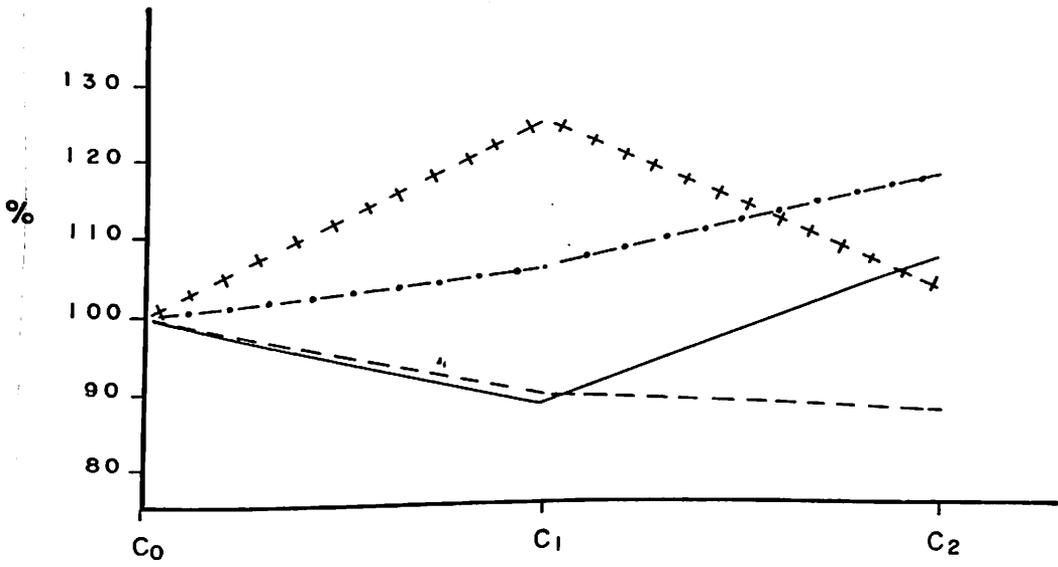


Figura.5.5 b. Comportamiento de las poblaciones mejoradas, en tres localidades en temporal.

se observa una respuesta negativa a la selección en ambas variedades.

La respuesta más baja a la selección se presentó en la variedad VS-201 en base al comportamiento de mestizos.

Bajo condiciones de temporal en las tres localidades el comportamiento de las variedades en torno a rendimiento se presenta en la Figura 5.5 b y Cuadro 4.22 , donde se observa que la variedad que mejor respuesta presentó a la selección fue CN, considerando el comportamiento de líneas S_1 y la de menor respuesta fue la variedad VS-201 a través de la prueba de mestizos, lo cual está de acuerdo con lo encontrado por Genter, (1973) el cual indica que la selección fue más efectiva a través de líneas S_1 que con prueba de mestizos para incrementar rendimiento y habilidad combinatoria.

Los coeficientes de regresión lineal para rendimiento de las dos variedades VS-201 y CN mejoradas a través de dos metodologías (S_1 y CP), fueron obtenidos a partir del C_0 (100%) (Cuadro 4.23) los cuales muestran reducción para la variedad VS-201 a través de las dos metodologías, tanto en riego como en temporal, en la localidad de Celaya, en cambio la población CN, muestra coeficientes positivos, a través de las dos metodologías a excepción del valor negativo en riego en base a mestizos, los valores positivos se traducen como ganancia debida a la selección. En Irapuato, Gto., los coeficientes fueron positivos para VS-201 en base a líneas S_1 , aunque en riego fue de

baja magnitud y similar al obtenido a través de mestizos en riego respecto a la población CN, ésta solamente logró coeficientes positivos, bajo condiciones de temporal.

En Derramadero, Coah., la mayoría de los coeficientes fueron negativos, lo cual indica reducción en rendimiento con respecto al Co en riego y temporal, aunque hay una excepción y es la de la variedad VS-201 basándose en el comportamiento de líneas S_1 en el ambiente de temporal, que muestra un coeficiente positivo.

Al combinar los datos de rendimiento de las tres localidades, tanto de riego como de temporal, se encontró que solo la variedad CN muestra coeficiente positivo, aunque de baja magnitud, indicando que solo a través de líneas S_1 se logró obtener ganancia en rendimiento.

La respuesta obtenida al combinar los datos del ambiente de riego de las tres localidades, se tiene que solo se ganó en rendimiento, en la población VS-201 en base a la prueba de mestizos. En tanto que al combinar los resultados de los ambientes de temporal se encontró una ganancia mínima en la población VS-201 por líneas S_1 , pero la población CN si alcanzó coeficientes positivos por ambas metodologías, siendo de mayor magnitud para líneas S_1 en comparación con mestizos.

En general las respuestas en torno a ganancia genética para rendimiento no son de gran magnitud, tomando en cuenta

que solamente se llevan avanzados dos ciclos en las variedades sujetas a mejoramiento en esta investigación, esto coincide con lo encontrado por Russell (1973) que establece que los primeros resultados obtenidos en la selección para rendimiento, en que las evaluaciones se hacían después de uno o dos ciclos, indican aumentos de poca magnitud, pero estudios más recientes, en los que se evalúan varios ciclos de selección recurrente, han dado resultados mucho más alentadores.

Por su parte Burton *et al* (1971) sugiere que las líneas seleccionadas en el cuarto ciclo, si se avanzan a alta homocigocidad, podrían tener mejor rendimiento *per se* o serían mejores productoras de semilla que las líneas extraídas de la población C_0 .

Mediante selección recurrente es posible obtener una población mejorada de la que será más fácil extraer líneas de alto rendimiento, con menor esfuerzo de lo que hubiera requerido hacerlo en la población original, Genter (1971).

6. CONCLUSIONES

1. En ambas poblaciones se han sintetizado individuos favorables para algunas características agronómicas de importancia económica, sin embargo, para otras no hubo respuesta favorable.
2. En base a la estimación de ganancia en tres localidades, la selección fue más efectiva bajo condiciones de temporal que bajo condiciones de riego.
3. Considerando las tres localidades en riego y en temporal, la población Compuesto Norteño mostró mayor respuesta a selección para rendimiento en comparación con la población VS-201.
4. La metodología más efectiva para mejorar las poblaciones para rendimiento fue prueba de líneas S_1 per se considerando las tres localidades, tanto en riego como en temporal.
5. Los promedios de rendimiento, en general fueron más altos bajo condiciones de riego que bajo condiciones de temporal.
6. Las cruzas dobles $(AN_{20} \times AN_2) \times (VS-201-191 \times VS-201-8)$, $(B_3 \times B_5) \times (VS-201-191 \times VS-201-8)$, $(AN_{20} \times AN_{13}) \times (VS-201-191 \times VS-201-8)$ mostraron un excelente comportamiento en rendimiento en todas las localidades bajo riego y tem-

U.A.A.A.N.

poral.

7. El comportamiento de la población VS-201 en cuanto al mejoramiento del rendimiento parece indicar que cuenta con menos variabilidad genética en comparación con la población Compuesto Norteño.
8. Las características agronómicas, días a floración masculina, altura de planta y altura de mazorca, fueron mejoradas satisfactoriamente en ambas poblaciones, en base a las dos metodologías utilizadas.
9. Las características agronómicas acame de raíz, acame de tallo, mala cobertura y pudrición de mazorcas, presentan respuestas muy variables a la selección, tendiendo a mostrar pérdidas, sin embargo en riego, VS-201 mejoró en acame de raíz y Compuesto Norteño, mejoró considerablemente en temporal.
10. En base a la inconsistencia de las respuestas a la selección para rendimiento se sugiere avanzar a las poblaciones al cuarto ciclo, donde probablemente se obtendrán mejores resultados.
11. En base a las respuestas mostradas por las características agronómicas que se mencionan en la conclusión número nueve, se sugiere poner más atención a dichas características al momento de la selección.

7. LITERATURA CITADA

- Beadle, C.L., K.R. Stevenson , H.H. Neumann, G.W. Thurtell and K.W. King. 1973. Diffuse Resistance, Transpiration, and Photosynthesis in Single Leaves of Corn and Sorghum in Relation to Leaf Water Potential. *Can. J. Plant Sci.* 53:537-544.
- Blum, A. 1979. Genetic Improvement of Drought Resistance in Crop Plants: A case for Sorghum. Pp. 429-445. Mussell, H., and R.C. Staples, Eds. *Stress Physiology in Crop Plants*, Wiley, Intersciencia. New York.
- Browne, E.B. 1949. A Study of Yield and Combining Ability in Once Selfed Progeny of Selected Open Pollinated Corn Plants. In *Abstracts of Doctoral Dissertation*. 56:23-28. Columbus. Ohio State University.
- Burton, J.W., L.H. Penny, A.R. Hallauer and S.A. Eberhart. 1971. Evaluation of Synthetic Population Developed from a Maize Variety (BSK) by two Methods of Recurrent Selection. *Crop Sci.* 11:361-365.
- Carangal, V.R., S.M. Ali, A.F. Koble, E.H. Rinke, and J.C. Sentz. Comparison of S_1 with Testcross Evaluation for Recurrent Selection in Maize. *Crop Sci.* 11:658-661.
- Comstock, R.E. 1979. Inbred Lines vs. the Populations as Tes-

ters in Reciprocal Recurrent Selection. *Crop Sci.*
19:881-886.

Darrah, L.L., S.A. Eberhart, and L.H. Penny. 1972. A Maize Breeding Methods Study in Kenya. *Crop Sci.* 12:605-608.

Davis, R.L. 1927. Report of the Plants Breeder, Puerto Rico. *Agr. Exp. Sta. Ann.* Pags. 14-15.

Duclos, A.L., and P.L. Crane. 1968. Comparative Performance of Top Crosses and S_1 Progeny for Improving Populations of Corn (*Zea mays* L.) *Crop Sci.* 8:191-194.

Eberhart, S.A., S. Debela and A.R. Hallauer. 1973. Reciprocal Recurrent Selection in the BSSS and BSCB1 Maize Populations and Half-Sib Selection in BSSS. *Crop Sci.* 13:451-456.

Eberhart, S.A., and W.A. Russell. 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties *Crops Sci.* 6:36-40.

Falconer, D.S. 1970. *Introducción a la Genética Cuantitativa.* Ed. CECSA. México.

Fisher, K.S., and A.F.E. Palmer. 1980. Yield Efficiency in Tropical Maize. Symposium on "Potential Productivity of Field Crops under Different Environments", IRRI, Philippines.

Galarza S., M., H.H. Angeles A. y J. Molina G. . Estudio

Comparativo entre la Prueba de Líneas *per se* y la prueba de Mestizos para Evaluar Aptitud Combinatoria General de Líneas S_1 de Maíz (*Zea mays* L.). Rama de Genética, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. Agrociencia 19 : 127-139.

Genter, C.F., and M.W. Alexander. 1962. Comparative Performance of S_1 Progenies and Test-Crosses of Corn. Crop Sci. 2:516-519.

Genter, C.F., and M.W. Alexander. 1966. Development and Selection of Productive S_1 Inbred Lines of Corn (*Zea mays* L.) Crop Sci. 6:429-431.

Genter, C.F. 1971. Yields of S_1 Lines from Original and Advanced Synthetic Varieties of Maize. Crop. Sci. 11: 821-824.

Genter, C.F. 1973. Comparison of S_1 and Testcross Evaluation after two Cycles of Recurrent Selection in Maize. Crop Sci. 13:524-527.

Hallauer, R.A. 1975. Relation of Gene Action and Type of Tester in Maize Breeding Procedures. Proc. Corn Sorghum Res. Conf. 30:150-165.

Hallauer, R.A., and J.B. Miranda, F.O. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding, Iowa State University Press Ames Iowa.

Horner, E.S., H.W. Lundy, M.C. Lutrick, and R.W. Wallace.

1962. Relative Effectiveness of Recurrent Selection for Specific and for General Combining Ability in Corn. *Crop Sci.* 3:63-66.

Horner, E.S., W.H. Chapman, M.C. Lutick, and H.W. Lundy.

1969. Comparison of Selection Based on Yield of Top-cross Progenies and of S₂ Progenies in Maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 9:539-543.

Horner, E.S., H.W. Lundy, M.C. Lutrick and W.H. Chapman. 1973.

Comparison of Three Methods of Recurrent Selection in Maize. *Crop Sci.* 13:485-489.

Horner, E.S., M.C. Lutrick, W.H. Chapman and F.G. Martin. 1975.

Effect of Recurrent Selection for Combining Ability with a Single-Cross Tester in Maize. *Crop Sci.* 16: 5-8.

Hsiao, T.C., E. Fereres, E. Acevedo, and D.W. Henderson. 1976.

Water Stress and Dynamics of Growth and Yield of Crop Plant. *Ecological Studies, Analysis and Synthesis* 19:281-305.

Jenkins, M.T. 1935. The Effect of Inbreeding and Selection

within inbred Lines of Maize upon the Hibrids made after Successive Generations of Seefing. *Iowa State Jour. Sci.* 9:429-450.

Jenkins, M.T. 1935, Corn Improvement. Yearbook of Agric. U.S. Department of Agric. Wash. Págs. 455-522.

Johnson, E.C., and K.S.Fischer. 1979. Ideas for the Improvement of efficiency of Maize Varieties. Proc. XXV Ann Meeting of the Central Amer. Coop. Prog. for the Improvement of Food Crops (PCCMCA) Tegucigalpa, Honduras.

Kramer, P.S. 1969. Plants Soil Water Relationships: A Modern Synthesis. Mc.Graw-Hill Book Co., New York.

Langer, I., K.J. Frey. and T. Bailey. 1979. Associations Among Productivity, Production Response and Stability Indexes in Oat Varieties. Euphytica. 28:17-24.

Lonquist, J.H., and M.D. Rumbaugh. 1958. Relative Importance of Test Sequence for General and Specific Combining Ability in Corn Breeding. Agron. J. 50:541-544.

Lonquist, J.H., and M.F. Lindsey. 1964. Topcross Versus S_1 Line Performance in Corn (*Zea mays* L.) Crop Sci. 4: 580-584.

Lonquist, J.H. 1967. Further Evidence on Testcross Versus Line Performance in Maize. Crop Sci. 8:50-53.

Lonquist, J.H., and M. Castro G. 1967. Relation of Intra-population Genetic Effects to Performance of S_1 Lines of Maize. Crop. Sci. 7:361-364.

Lonquist, J.H., and M.F. Lindsey. 1970. Terner Performance Levels for the evaluation of Lines for Hybrid Performance.

mance. Crop Sci. 10:602-604.

Levitt, J. 1972. Responses of Plants to Enviromental Stresses. New York: Academic Press.

Little, T.M. Y Hills. 1979. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Ed. Trillas Méx. pp. 103 y 112

Metzinger, D.F. 1953. Comparison of three Types of Test for Evaluation of Inbred Lines of Corn. Agron. J. 45:493-495.

Mojarro, D.F. 1977. Efecto de la Sequía en el Rendimiento del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Aspectos Fisiológicos. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, Méx.

Molina, G.J. 1976-1977. Selección Masal para Resistencia a Sequía en Maíz. Avances en la Enseñanza en la Investigación. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.

Morgan, J.M., 1984. Osmoregulation and Water Stress in Higher Plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 35:299-319.

Mosino, A.P., and E. García. 1968. Evaluación de la Sequía Intraestival en la República Mexicana. C.P.E.N.A. Chapingo, Méx.

Penny, L.H., W.A. Russell and G.F. Sprague. 1962. Types of Gene Action in Yield Heterosis in Maize. Crop Sci. 2:341-344.

- Robins, J.S., and L.E. Domingo. 1953. Some Effects on Severe Soil Moisture Deficit at Specific Stages in Corn. *Agron. J.* 45:618-621.
- Rodríguez, V.J.G. 1985. Mejoramiento Genético del Maíz en Zonas Áridas. Seminario no publicado. UAAAN (14 p)
- Rossielle, A.A., and J. Hamblin. 1981. Theoretical Aspects of Selection for Yield in Stress and non-stress Environments. *Crop Sci.* 19:943-946.
- Russell, W.A. 1973. "El Mejoramiento Genético de Poblaciones para fuentes de extracción de Líneas de Maíz". Publicación No. 1, Fundación Cargill. Buenos Aires, Argentina.
- Russell, W.A., and S.A. Eberhart. 1975. Hybrid Performance of Selected Maize Lines from Reciprocal Recurrent and Testcross Selection Program. *Crop Sci.* 15:1-4.
- Saeed, M., and C.A. Francis. 1983. Yield Stability in Relation to Maturity in Grain Sorghum. *Crop Sci.* 23:683-687.
- Schmidt, J.W. 1983. Drought Resistance and Wheat Breeding. *Agric. Water Manage.* 7:181-194.
- Shaner, D.L., and J.S. Bayer. 1976. Nitrate Reductase Activity in Maize (*Zea mays* L.) Leaves. *Plant Physiol.* 58:505-509.

Shull, G.H. 1908. The Composition of a Field of Maize. Am. Breed Assoc. 1: 296-301.

Sinclair, T.R., G.E. Bingham, E.R. Lemon, and L.M. Allen Jr. 1975. Water Use Efficiency of Field-Grown Maize During Moisture Stress. Plant Physiol. 56:245-249.

Sopher, Ch. D., R.J. Mc Crackem and D. Mason. 1973. Relationships Between Drought and Corn Yield on Selected South Atlantic Coastal Plain Soil, Agron. J. 65:351-354.

Sprague, G.F., P.A. Miller, and B. Rimhall. 1952. Additional Studies of the Relative Effectiveness of two Systems of Selection for Oil Content of the Corn Kernel. Agron. J. 44:329-331.

Sprague, G.F. 1955. Corn Breeding. In "Corn and Corn Improvement" Chapter V. pp 221-292. Academic Press, Inc., New York, N.Y.

Sprague, G.F., W.A. Russell and L.H. Penny. 1959. Recurrent Selection for Specific Combining Ability and Type of Gene Action Involved in Yield Heterosis in Corn. Agron. J. 51:392-394.

Sprague, G.F., and L. Tatum. 1942. General vs Specific Combining Ability in Single Crosses of Corn. J. Amer. Soc. Agron. 34:923-932,

Thompson, D.L., and J.D. Rawlings. 1960. Evaluation of Four Testers of Different Ear Heights of Corn. Agron. Jour. 52:617-620.

- Tollenaar, M. 1977. Sink-source Relationships During Reproductive Development in Maize. A. Review. *Maydica* XXII: 49-75.
- Trujillo, F.R. 1963. Consumo y Utilización de Agua en Plántula por las Razas Mexicanas de Maíz. Tesis, ENA, Chapingo, Méx.
- Wolf, J.M., G. Levine, G.C. Naderman and E. González E. 1974. Adverse Soil-water Condition and Corn Production in Central Brazil. Abstracts of the 66th Annual Meeting of the American Society of Agronomy. P. 47. Chicago, Illinois.