

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA



Líneas S₂ De Maíz (Zea Mays L.) Derivadas De La VAN-543 Sometidas A Prueba
De Mestizos

Por:

RICARDO PEREZ PONCE

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener El Titulo De Ingeniero
Agrónomo En Producción

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril del 2002

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA



Líneas S₂ De Maíz (Zea Mays L.) Derivadas De La VAN-543 Sometidas A Prueba
De Mestizos

Por:

RICARDO PEREZ PONCE

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

A p r o b a d a

El Presidente del Jurado

Ing. M.C. Arnoldo Oyervides García

Ing. M.C. Dr. Sergio Rodríguez Herrera

Ing. Tomas Manzanares Aguirre

Ing. M.C. Emilio Padrón Corral

Ing. M.C. Reynaldo Alonso Velasco
Coordinador de la División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Arnoldo Oyervides García, por el desinteresado apoyo que me brindo para poder culminar esta investigación y por su excelente asesoría durante la misma; además por brindarme su amistad y ser ejemplo de profesionalismo.

Al Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera, por su valiosa participación en la realización de esta tesis, así como la supervisión y sugerencias para la misma.

Para el Ing. Tomas Manzanares Aguirre por haber aceptado formar parte de este comité y por todas sus sugerencias en su revisión y sobre todo por sus consejos de aliento.

Al M.C. Emilio Padrón Corral por su valiosa colaboración en la revisión de este trabajo de investigación, sus observaciones y sugerencias.

A todas aquellas personas que de una u otra forma participaron, una palabra: Gracias.

DEDICATORIA

A dios:

Quien ha estado conmigo en cada paso de mi vida dándome la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mis padres:

J. Carlos Pérez C.

Cipriana Ponce B.

A quienes debo la vida, quienes me formaron e inculcaron los principios de superación sin importar condiciones limitantes...Quienes me enseñaron que las restricciones materiales son solo una ilusión cuando en verdad se desea alcanzar una meta...Por despertar en mi la inquietud de buscar nuevas metas...que dios los guarde.

A mis hermanos:

J. Carlos

Fermín

Ma. Del Rosario

Por su ayuda y amistad que me confesan.

A la familia Cuevas Martínez:

Por todo su apoyo, cariño y ayuda incondicional.

A mis compañeros y Amigos:

De la generación XCII principalmente, Juan Miguel y Hector, por todos los momentos compartidos, ya que con su presencia y apoyo fueron siempre mas agradables.

A mi compadre Erick y su familia:

Por su gran amistad y apoyo.

A MI "ALMA MATER"

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por darme la oportunidad de superarme académicamente, y a quien deberé todos los triunfos que en mi vida profesional pueda alcanzar.

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pag.
3.1	Cuadro de localización de los sitios experimentales.....	15
4.1	Cuadro de resultados del análisis de varianza de la localidad I.....	25
4.2	Cuadro de medias de las repeticiones por localidad.....	25
4.3	Cuadro de medias de la localidad por experimento.....	27
4.4	Cuadro de medias por experimento en la localidad I.....	28
4.5	Cuadro de resultados del análisis de varianza de la localidad II.....	29
4.6	Cuadro de medias por experimento en la localidad II.....	30
4.7	Cuadro del análisis de varianza combinado L1 y L2.....	32
4.8	Cuadro de medias de experimentos en las localidades.....	32
4.9	Cuadro de diferencia de medias de las localidades por experimento.....	34
4.9.1	Cuadro de medias de los tratamientos por experimento.....	34
4.9.2	Cuadro de diferencia de medias de tratamientos dentro de experimentos.....	41

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
AGRADECIMIENTOS.....	<i>i</i>
DEDICATORIA.....	<i>ii</i>
INDICE DE CUADROS.....	<i>iv</i>
I. INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
Mejoramiento poblacional.....	3
Selección recíproca recurrente.....	4
Evaluación de líneas.....	6
Prueba de mestizos.....	8
Probadores	9
Parámetros de estabilidad	12
III. MATERIALES Y METODOS.....	15
Material genético.....	15
Descripción del área de estudio.....	15
Características experimentales.....	15
Trabajo de campo.....	16
Características agronómicas estudiadas.....	16
Análisis estadístico.....	19
IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	24
V. CONCLUSIONES.....	46

I N T R O D U C C I Ó N

El mejoramiento genético de plantas se basa en la formación de una población de alta base genética de la cual se seleccionan los mejores progenitores para llevarse un programa de autofecundaciones hasta llegar a un nivel de endogamia deseado para posteriormente seleccionar las mejores líneas mediante cruzas de prueba las cuales pueden ser, per se, pruebas tempranas, cruzas de prueba y mestizos (líneas por variedad original), detectando así las líneas con una buena ACE y ACG.

Lo anterior se realiza con el fin de encontrar las mejores combinaciones híbridas con la finalidad de obtener híbridos superiores a los que comúnmente se encuentran en el mercado.

El mejoramiento genético de plantas requiere de una gran dedicación, tiempo y recursos económicos ya que es necesario trasladarse de un lugar a otro con diferentes condiciones ambientales con el fin de avanzar generaciones y obtener híbridos en un periodo de tiempo mas corto ya que para obtener un híbrido se requiere de mucho tiempo, aproximadamente de 10 a 12 años, reduciéndose así a 3 o 4 años, tales cruzamientos de prueba se utilizan para detectar en forma temprana genotipos superiores dentro de un grupo de líneas endocreadas, pese a que se menciona que puede tener un efecto enmascarador sobre un carácter en particular, que influye en el rendimiento.

En el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se han derivado una gran cantidad de líneas adaptadas a la zona del Trópico Húmedo Mexicano, haciéndose necesario identificar las mejores, en base a su aptitud combinatoria general y características agronómicas.

Objetivos:

Mejorar el rendimiento de la VAN-543 a través de la prueba de mestizos.

Hipótesis

De la VAN-543 se derivaran nuevas progenies (líneas S_2) con las cuales se formara una nueva población superior a la VAN-543 original.

REVISIÓN DE LITERATURA

Mejoramiento Poblacional

Hallauer y Eberhart (1970) sugirieron la selección recíproca recurrente entre hermanos completos, como un método de mejoramiento interpoblacional y para derivar nuevas líneas de las dos poblaciones bajo selección.

Hallauer y Miranda (1981), señalan que todo programa de mejoramiento genético poblacional de maíz, debe utilizar por lo menos dos poblaciones de amplia base genética; de buena producción y que exhiban heterosis, con el fin de mejorar intrapoblacionalmente cada población, además de aprovechar la heterosis con la cruce varietal $C_n \times C_n$, o bien combinar las mejores líneas derivadas para una máxima explotación de la heterosis.

Santos y Napolini (1987), aplicaron selección tanto entre de familias de medios hermanos, derivados de una población de maíz y concluyeron que el procedimiento usado incremento el rendimiento, pero que se requiere una presión de selección más rigurosa para los ciclos tardíos. En otro trabajo Helms (1987) utilizó los métodos de selección recurrente; selección de familias de medios hermanos, de líneas S_2 per se y selección recíproca recurrente. Determinó que los tres métodos incrementaron el rendimiento de grano, pero que los dos primeros procedimientos mencionados, fueron más fácilmente aplicados.

Selección Reciproca Recurrente

El esquema de selección recíproca recurrente (SRR) propuesto por Comstock *et al* (1949), tiene la finalidad de mejorar el comportamiento de la cruce entre dos poblaciones, incluyendo la selección para aptitud combinatoria general y específica. Dicho procedimiento involucra dos fuentes A y B. El desarrollo es autofecundar determinado número de plantas de la fuente A y cruzarlas con una muestra de plantas de la fuente B. Asimismo plantas de la fuente B son autofecundadas y polinizadas con plantas de la fuente A. Los dos grupos de mestizos son evaluados en forma separada en la siguiente generación y en base a su comportamiento se seleccionan las entradas superiores de cada ensayo. Se siembra la semilla remanente de las autofecundaciones superiores y se realizan los cruzamientos posibles entre líneas dentro de cada fuente, lo que constituirá el material para la repetición del ciclo.

Hallauer (1970) reporta un incremento en el rendimiento, después de cuatro ciclos de SRR, en dos variedades sintéticas de maíz, así como una disminución la variación genética. En tanto que, en las variedades de maíz Jarvis e Indian Chief, Moll y Stuber (1971) también obtuvieron incrementos en el rendimiento, mediante el uso de SRR. Señalan además que la selección interpoblacional incrementa la heterosis de las cruces poblacionales. En otro estudio después de cinco ciclos de SRR, sobre dos sintéticos de maíz Penny y Eberhart (1971) obtuvieron rendimientos superiores en la cruce intervarietal y en una de las variedades progenitoras.

El tratar de eficientizar al máximo un determinado procedimiento de mejoramiento, es una de las funciones básicas de fitomejorador, por lo que Rusell y Eberhart (1975) sugirieron que la SRR se conduzca usando como probadores líneas endocriadas en lugar del uso de las poblaciones opuestas, o de lo contrario cruzar plantas de la población A con una línea probadora de la población B y viceversa.

Una nueva modificación al método SRR original fue propuesto por Paterniani y Vencovsky (1978) la cual se basa en medios hermanos de plantas prolíficas. La diferencia principal en este caso es que la unidad de recombinación es una familia de medios hermanos en lugar de líneas S_1 . Mientras que con el fin de acortar el ciclo de SRR de tres generaciones a una, Dolstra (1985) propuso formar dos versiones de las poblaciones a mejorar, una versión de grano amarillo y otra de grano púrpura, ambas homocigotas para el color del grano. En este procedimiento se usa como probados, la población contraria de diferente color de grano y como unidad de recombinación, familias de medios hermanos.

Un método alternativo en la conducción de la SRR, es sugerido por Moreno (1986) en el que las familias generadas a partir de las poblaciones sujetas a mejora genética, son evaluadas en ambientes diferentes, a este procedimiento lo denomina SRR de doble ambiente. En su estudio teórico incluyó dos modelos genéticos, calculando la ganancia genética en ambos, lo que permitió detectar una mayor ganancia en el método de SRR de doble ambiente.

El rendimiento de cuatro poblaciones sintéticas y sus cruzas generadas por SRR, fue comparada por Sarca y Ciocazanu (1987) en cuatro localidades, señalando que en la mayoría de los casos después del primer ciclo de selección y en todos los casos después de dos o tres ciclos, las poblaciones híbridas fueron superiores a sus progenitores. Los resultados sugieren que la frecuencia de alelos dominantes fue diferente entre pares de progenitores.

Darrah *et al* (1972) después de cuatro años de SRR, obtuvieron un rápido incremento en el rendimiento de una variedad parental, en las cruzas varietales y en mestizos de una variedad comercial de maíz. Encontraron también una asociación entre el número de mazorcas por planta y el aumento de rendimiento en el procedimiento de SRR.

Evaluación de líneas

Poelhman (1976) menciona que en base a los reportes hechos por Shull; East, Collins y Jones a principios de este siglo, los mejoradores de maíz dieron un gran impulso a la formación de líneas endogámicas y sus combinaciones híbridas, durante las dos primeras décadas de este siglo. Matzinger (1953) abunda que aproximadamente de 1920 a 1930 fue habitual en los programas de mejoramiento de maíz, obtener y probar las $n(n-1)/2$ combinaciones de n líneas, haciéndose prohibitivo tal procedimiento conforme se aumentaba el número de líneas.

Reyes (1979) basándose en reportes previos, apunta la existencia de cuatro métodos para la evaluación de líneas, siendo estos: a) selección visual; b) método clásico; c) pruebas de líneas per se; y d) prueba de mestizos.

Galarza *et al.* (1973) al comparar los métodos para evaluar ACG en líneas S_1 de maíz, concluyeron que el método per se para evaluar ACG de líneas de primera generación fue más eficiente, rápido y económico que el método de prueba temprana de mestizos y que la evaluación de mestizos restringe el número de líneas superiores seleccionadas que pueden ser utilizadas en los programas de mejoramiento más intensamente. Por otro lado, Genter y Alexander (1962) reportaron que los rendimientos de las líneas S_1 de maíz después de dos ciclos de selección recurrente fueron más altos cuando la selección estuvo basada en el rendimiento de la progenie S_1 , que cuando se basó en el rendimiento de medios hermanos; a resultados similares llegaron Duclos y Crane (1968), aunque la selección de medios hermanos fue más efectiva en aumentar la aptitud combinatoria que la selección de progenies S_1 . Al respecto, Genter y Alexander (1966) al comparar dos programas de Selección Recíproca Recurrente basados en pruebas de rendimiento de 153 líneas S_1 per se y sus mestizos, encontraron que el sintético formado con líneas seleccionadas mediante la prueba per se superó en rendimiento un 13 por ciento al formado con líneas seleccionadas mediante la prueba de mestizos.

Prueba De Mestizos

El uso de mestizos (línea endogámica x variedad) para medir la ACG, fue sugerido por Davis (1927). Se basa en la evaluación indirecta de la ACG de las líneas (López, 1979); los mestizos son utilizados para detectar en forma temprana genotipos superiores entre un grupo de líneas endocriadas.

Sin embargo, el ensayo correspondiente frecuentemente tiende a tener un marcado efecto sobre un carácter en particular, generalmente el rendimiento y la selección para ese carácter puede estar enmascarado por el efecto del probador (Genter, 1963).

Un probador es aquella línea, variedad, híbrido o cualquier otro material con el cual se mide la aptitud combinatoria general de un grupo de líneas autofecundadas, desde el punto de vista de Johnson y Hayes, (1936); también estos autores presentaron datos sobre el comportamiento de mestizos. Un grupo que exhibieron baja aptitud combinatoria en los mestizos, estuvieron como regla general, por debajo del promedio de su comportamiento en cruza simple. Por el contrario, los cruzamientos simples de más alto rendimiento incluyeron líneas que exhibieron un comportamiento superior al promedio en los mestizos. En base a estos datos, concluyeron que la prueba de mestizos es un método rápido y satisfactorio para una evaluación preliminar de líneas endocriadas.

Probadores

De Amplia Y Estrecha Base Genética

Hallauer (1975) menciona que la importancia de seleccionar el probador adecuado, es porque se requiere maximizar la información de las líneas que están siendo evaluadas; pese a que el tipo de probadores a seleccionar para la prueba de mestizos es aún motivo de controversia (Lonnquist y Rumbaugh, 1958; Luna *et al.*, 1973; Hallauer y López, 1979), respaldada toda en evidencias experimentales. Al respecto, Matzinger (1953) definió como probador deseable a aquel que combina la simplicidad en su uso, con la máxima información sobre el comportamiento que se espera de las líneas de prueba, cuando se usan en otras combinaciones o crecen en otros ambientes. Concluyó a su vez que ningún probador individual puede llenar a satisfacción estos requerimientos. Anteriormente Davis (1934) sugería usar como probador una línea que llevara los genes recesivos para el carácter que se estuviera seleccionando, la cual se puede obtener mediante selección, este principio es apoyado por Thompson y Rawlings (1960); Lonnquist y Lindsey (1970) y Paz *et al.* (1973). Teóricamente al examinar un locus se demuestra que el mejor probador debe ser homocigótico recesivo. Sin embargo, en la práctica la frecuencia alélica y la cantidad y dirección de la dominancia pueden ser desconocidas.

Keller (1949) supone que la elección de un probador depende del uso que se va a dar a las líneas. Un probador deseable debe detectar diferencias

inherentes en la aptitud combinatoria de las líneas e indica que el uso de dos o más probadores para evaluar un grupo de líneas permite comparaciones en: a) su capacidad para clasificar las líneas similarmente; b) su varianza línea por probador.

Matzinger (1953) al estudiar tres tipos de probadores para evaluar líneas autofecundadas de maíz, uso 16 líneas comúnmente usadas en la producción de híbridos, considerándoseles a estas líneas como una muestra aleatoria. Las 16 líneas se dividieron en dos grupos al azar, un grupo arbitrariamente se designo como probadores y el otro grupo de ocho como líneas a ser probadas. Se formaron dos cruza dobles que involucraron las ocho líneas probadoras, cuatro cruza simples y las ocho líneas constituyéndose así los probadores usados. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas entre los mestizos correspondientes a los tres tipos de probadores. Sin embargo, la componente de varianza de la interacción línea por probador decreció a medida que se incremento la varianza genética de los probadores. En base a esto concluyo que cuando se trata de avaluar un numero grande de líneas, el mejor probador pudiera ser una población de amplia base genética, en tanto que cuando se pretenda la sustitución de una línea en combinación especifica, el probador mas apropiado seria la otra de tal combinación especifica, si se tratase de una cruza simple o en su caso, la cruza simple opuesta en el caso de una cruza doble o triple.

Lonnquist y Lindsey (1964) hicieron una evaluación de la aptitud combinatoria de 169 líneas S_1 derivadas del sintético Krug III usando tres metodologías: a) líneas

per se, b) pruebas de mestizos con un sintético emparentado como probador y c) prueba de mestizos con la población original. Seleccionaron con la prueba per se a 19 líneas, 25 con el segundo método y 22 con el tercero, resultando que solo dos líneas fueron comunes a los tres grupos de líneas seleccionadas. A su vez, los materiales seleccionados por los dos primeros métodos tuvieron rendimientos significativos superiores a la población original. Concluyeron que ningún método es capaz de detectar todos los genotipos superiores y recomiendan usar un probador de amplia base genética.

Horner *et al.* (1972) señalan que donde los híbridos dobles se usan comercialmente, un probador de cruce simple se puede utilizar de manera que la semilla resultante del mestizo puede ser rápidamente incorporada a la producción comercial. Hoener *et al.* (1979) mencionan que Lonquist obtuvo un 4.3 por ciento de incremento en el rendimiento de grano por ciclo, en dos ciclos de selección en la variedad Krug, usando a la cruce simple wf9 x M14 como probador.

Probadores De Alto Rendimiento Vs Probadores De Bajo Rendimiento

Los mejores probadores serán aquellos que contengan bajas frecuencias genicas de los alelos favorables, es decir, que sean recesivos en casi todos los loci, a tal aseveración llegaron David (1934), Hull (1946), Green (1948), Thompson y Rawlings (1960), Allison y Curnow (1966) y Lonquist (1968)

Lonnquist y Lindsey (1970) encontraron al evaluar líneas de probadores de bajo y alto rendimiento, que la relación de varianza de líneas sobre la varianza general para las líneas Reid, fue mayor para los estudios del probador de alto rendimiento y lo contrario resulto para las líneas derivadas de Krug y K II (A), conforme a sus resultados sugieren continuar con el mejoramiento poblacional, usando un probador de bajo rendimiento desarrollado de la población original (podría venir a ser mas efectivo en la evaluación de genotipos).

Reyes y Molina (1982), a partir de dos variedades sometidas cada una a selección masal para alto y bajo rendimiento de grano, derivaron cuatro probadores para la ACG de ocho líneas previamente seleccionadas como de alta ACG y ocho de baja ACG. Sus resultados indican que: a) existe mayor variación entre los mestizos con los probadores del alto rendimiento, b) los probadores de bajo rendimiento interaccionaron mas con las líneas que los de alto rendimiento y c) la mayor variación fue entre los mestizos con probadores de bajo rendimiento, y que la mayor interacción de líneas por probadores de bajo rendimiento correspondieron a las líneas previamente seleccionadas como de alta ACG. Remarcan que el mejor probador de la ACG de líneas autofecundadas de maíz sería una variedad de bajo rendimiento.

Parámetros De Estabilidad

López (1978) indica que el uso de parámetros de estabilidad para la discriminación de genotipos debe aplicarse sobre la base de que la caracterización

realizada solo será válida bajo condiciones en las que se efectuó la evaluación, no siendo recomendable extrapolar para otros años y localidades.

Jowett (1972) al estimar los parámetros de estabilidad en líneas, cruza simples y triples de sorgo para grano, encontró diferencias entre las cruza simples y triples en términos de coeficientes de regresión. En términos de desviación de regresión, indica que las cruza triples pueden ser más estables que las cruza simples, esto es debido básicamente por el amortiguamiento poblacional; a resultados similares llegaron previamente Reich y Atkins (1970) y Rowe y Andrew (1964), aunque estos últimos mencionan que en poblaciones de maíz representativas de cuatro niveles de heterocigocidad (H_t); líneas endogámicas (por ciento H_t), F_3 y RC_2 (25 por ciento H_t), F_2 y RC_1 (50 por ciento H_t) y F_1 (100 por ciento H_t), considerando como criterio la componente de varianza entre ambientes (σ^2_e), encontraron asociado el mayor grado de heterocigocidad con mayores tamaños de σ^2_e , esto es con una menor estabilidad. En relación a la diversidad genética, los autores encontraron en forma sorprendente que las poblaciones F_2 , F_3 , RC_1 , RC_2 (heterocigotas) fueron menos estables, añadiendo que las F_1 deberían haber sido también más estables que las líneas.

Allard y Bradshaw (1964) señalan que la heterogeneidad de las poblaciones confiere más estabilidad en su respuesta a la sequía en ambientes variables, en comparación con las líneas puras. Además, apuntan que existen otras formas por las cuales los genotipos pueden poseer estabilidad, como son los genotipos

individuales homeostáticos a través de fluctuaciones ambientales. Indican que existen dos posibilidades mediante las cuales un genotipo puede ser estable:

- a) Homeostasis individual, es decir que cada integrante de la población posea estabilidad, y b) homeostasis poblacional, que la variedad este formada por diferentes genotipos cada uno a un rango diferente de ambientes y por ende la población es estable.

- b) Eberhart y Russell (1969) reportaron que aunque la estabilidad de una cruce doble proviene de la mezcla de genotipos, también puede ser que este bajo control genético, es decir que ciertos genotipos puedan mostrar mayor estabilidad que otros.

Estos autores en su estudio que las cruces simples fueron estables como cualquier cruce doble estudiada y sugirieron que dado que las cruces simples difirieron en su habilidad de respuesta a condiciones ambientales más favorables, la suma de cuadrados de las desviaciones de regresión (SCS^2_{di}) parecía ser el parámetro más importante y que es probable que esten involucrados en esa estabilidad todos los tipos de acción génica.

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

Se probaron 90 progenies S₂ derivadas de la población VAN 543; (variedad sintética) conformada con ocho líneas elite, generadas en la década de los 90's. Las progenies se cruzaron con una población denominada 22 variedad de polinización libre generada por el CIMMYT.

Cuadro 3.1 Localización de los sitios experimentales

LOCALIDAD	UBICACION			PRESIPITACION M/año (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°c)
	LAT (N)	LONG (W)	ALT (msnm)		
URSULO GALVAN Ver.	19°22'	96°23'	29	1296	32.5
CARRETAS Ver.	19°22'	96°25'	129	979.3	26.5

Características Experimentales

Los mestizos fueron evaluados en dos localidades en cinco experimentos cada uno con 19 tratamientos incluido el testigo con 2 repeticiones.

- 2 surcos
- 0.92 cm entre surcos
- 21 plantas por surco
- 22 cm entre planta

Teniendo así una densidad de planta de 49407 plantas/ha.

Trabajo de Campo

Las labores de preparación del terreno son las mismas que se realizaron en las dos localidades fueron las acostumbradas a realizar en una área de cultivo, barbecho, rastreo y surcado.

Siembra

Se realizó manualmente sembrando de dos semillas por golpe, para luego aclarar y dejar una sola planta.

Fertilización

La fertilización se realizó manualmente aplicando al momento de la siembra el 50% del nitrógeno y todo el fósforo; para posteriormente aplicar en la segunda aplicación la otra mitad del nitrógeno, con una fórmula de 130-100-20.

Labores de cultivo y combate de plagas.

Las labores se llevaron a cabo durante todo el ciclo vegetativo, dando prioridad a las primeras etapas de crecimiento y desarrollo, de tal manera que se mantuvo libre de plagas y malezas.

Características Agronómicas Estudiadas

Las características agronómicas que se evaluaron en cada parcela desde el momento de la siembra, y durante el desarrollo del cultivo son las siguientes:

Días a Floración Masculina: es el intervalo de numero de días contados a partir del día de siembra hasta el momento que la parcela presentaba el 50 por ciento de las plantas las espigas con anteras dehiscentes.

Días a Floración Femenina: se contó el intervalo de numero de días contados a partir del día de siembra hasta el momento que la parcela presentaba el 50 por ciento de plantas que poseían jilotes con estigmas receptivos.

Altura de Planta: se tomaron 10 plantas al azar por parcela, se midieron cada una de las plantas desde la base del tallo hasta donde nace la hoja bandera; se promediaron las 10 mediciones y se expreso en cm.

Altura de Mazorca: se realiza el mismo procedimiento que para la característica anterior, con la modificación de medir de la base de la planta hasta la inserción de la mazorca principal; se expresa en cm.

Acame de Raíz: se considero acamada de raíz toda planta que presentaba una inclinación mayor de 30° con respecto a la vertical. Se contó él numero existente por parcela y se expreso en porcentaje en relación al numero total de plantas en la parcela.

Acame de Tallo: se considero acamada de tallo cuando presentaban quebramiento en el tallo por debajo de la mazorca principal. Se expreso en por ciento y de forma similar a la característica anterior.

Mazorcas Podridas: se considero podrida toda mazorca que presentaba el 10 por ciento (o más) de granos afectados. Se expreso en por ciento en base al total de mazorcas cosechadas por parcela.

Mala Cobertura: los datos fueron tomados antes de cosechar; se considero mal cubiertas las mazorcas cuyo totomoxtle no logro cubrir el total de la mazorca, dejando descubierta la punta de esta. Se transformo a porcentaje en base al numero de mazorcas cosechadas por parcela.

Fusarium spp.: se considero afectada por el hongo; toda planta o mazorca que presentaba daño parcial o total de dicho hongo; para expresarse se transformo a porcentaje en relación al numero total de plantas o mazorcas por parcela.

Mazorcas por 100 Plantas: es el numero de mazorcas cosechadas por cada 100 plantas, en relación al numero de mazorcas cosechadas y el numero de plantas por parcela experimental útil.

Peso de Campo: se obtuvo pesando el total de mazorcas cosechadas en cada parcela, expresando el peso en Kg.

Por Ciento de Humedad: se tomo una muestra de 250 g de peso en grano por parcela y se lleva a un aparato determinador de humedad llamado "Steinlite",

el cual proporciona directamente la lectura de humedad, a esta se le hace una corrección por temperatura.

Por Ciento de Materia Seca: se obtuvo por simple diferencia del por ciento de humedad y el 100 por ciento.

Peso Seco: se determino multiplicando el por ciento de materia seca por el peso de campo.

Análisis Estadístico

Análisis de Covarianza

El análisis de covarianza se realizo debido a que en algunas parcelas se cosecharon diferente numero de plantas, por lo que el rendimiento por unidad de superficie se ajusto mediante la siguiente formula:

$$Y_i = \alpha + \beta(X_i) + \epsilon_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

Y_i = la estimación de la i -ésima observación de la variable dependiente.

X_i = la i -ésima observación de la variable independiente.

α = intercepto (intersección de la línea de regresión n con el eje Y).

β = coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión).

ϵ_i = error aleatorio de la i-ésima observación

Este análisis se realizó en el programa estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) el cual nos dio directamente el coeficiente de regresión (b) para corregir los rendimientos.

Una vez obtenido el coeficiente de regresión (b) se procedió a realizar el ajuste del peso seco por experimento mediante la siguiente fórmula:

$$Y_{ij} = A_{ij} - b (X_{ij} - X_{..})$$

Donde

Y_{ij} = peso seco ajustado por regresión del tratamiento en la j-ésima repetición.

A_{ij} = peso seco observado del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

b = coeficiente de regresión de Y en X.

X_{ij} = número de plantas del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$X_{..}$ = media general del número de plantas cosechadas.

Para la obtención de ton/ha de mazorca al 15.5 por ciento de humedad, se multiplico el peso seco ajustado por un factor de conversión, a saber:

$$F.c. = \frac{10,000}{APU * 0.845 * 1000}$$

Donde:

F.c. = factor para convertir a ton/ha de mazorca a 15.5 por ciento de humedad

APU = distancia entre surcos por la distancia entre plantas por el numero perfecto de plantas

0.845 = constante para obtener el rendimiento en kg/ha al 15.5 por ciento de humedad.

1000 = factor para obtener el rendimiento en toneladas.

Análisis De Varianza Individual

El modelo estadístico de bloques completos al azar para los análisis de varianza individuales de las características agronómicas fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + \alpha_k + \tau_i/\alpha_k + \beta_j + \epsilon\epsilon_{ijk}$$

Para:

$i = 1, 2, \dots, t$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots, r$ repeticiones

Donde:

M = efecto de la media general

α_k = efecto del k - ésimo experimento

τ_i/α_k = efecto de i - ésimo tratamiento dentro del k - ésimo experimento

β_j = efecto de la j - ésima repetición

ε_{ijk} = error experimental

Análisis de Varianza Combinado

El análisis de varianza combinado se realizó con el objetivo de estimar las interacciones de las localidades, repeticiones, experimentos y tratamientos bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = M + \alpha_k + \beta_j + \alpha_l + \tau_i/\alpha_l + \alpha_k \alpha_l + \tau_k \tau_i/\alpha_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

μ = efecto de la media general

α_k = efecto de la k-ésima localidad

β_j = efecto de la j-ésima repetición

α_l = efecto del l-ésimo experimento

τ_{ik}/α_l = efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento dentro de el l-ésimo experimento

$\alpha_k \tau_{ik}/\alpha_l$ = efecto de la interacción de la k-ésima localidad en el i-ésimo tratamiento dentro de el l-ésimo experimento.

ϵ_{ijkl} = efecto del error experimental

R E S U L T A D O S Y D I S C U S I O N E S

En la localidad uno cuadro 4.1 en lo relacionado con la fuente de variación repeticiones, no se encontró diferencia significativa entre ellas, lo cual quiere decir que las condiciones ambientales de una repetición y otra son similares como se puede ver al comparar la media de las repeticiones en cada uno de los experimentos; en el caso del experimento uno (cuadro 4.2) se tienen 5.879 y 4.304 ton/ha; en el caso del experimento dos 4.322 y 4.496; en el experimento tres 4.066 y 4.074; en el experimento cuatro 3.824 y 4.056, por ultimo el experimento cinco con 4.045 y 4.982, para la primera y segunda repetición respectivamente. Como se manifiestan diferencias numéricas de una repetición a la otra, esto lleva a pensar que se requiere un mayor numero de repeticiones para detectar dichas diferencias o bien un mejor manejo de las unidades experimentales para reducir la magnitud del error experimental.

En el mismo cuadro 4.1 se observa que la fuente de variación experimentos detecto diferencias significativas al 1 % de probabilidad. En el cuadro 4.3 el experimento uno presenta una media de 5.092; el dos una media de 4.409; el tres 4.070; el cuatro 3.940 y el cinco 4.514.

El experimento uno fue el de mayor rendimiento cabe recordar que los 95 cruzamientos fueron agrupados al azar en cinco experimentos por lo que muy probablemente el experimento uno quedo formado por cruzamientos de mayor rendimiento y lo contrario sucedió con el experimento cuatro.

Cuadro 4.1 resultados del análisis de varianza de la localidad I

F.V	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	Pr> F
Rep	1	0.09542566	0.09542566	0.05	0.8192
Exp.	4	30.84409618	7.71102405	4.25	0.0033
Trat (Exp.)	90	118.00295257	1.31114392	0.72	0.9397
Error Exp.	94	170.74268060	1.81641150		

C.V. = 30.59332

DMS_{Exp.} = 0.796

Cuadro 4.2 Cuadro de medias de las repeticiones por localidad

	Experimentos				
Localidad 1	I	II	III	IV	V
R 1	5.87961596	4.32247755	4.0667231	3.82472651	4.04526727
R 2	4.30453397	4.49695989	4.07429653	4.0561369	4.98277589
Localidad 2					
R 1	6.08878887	5.89828525	5.70045456	6.57970205	6.87278455
R 2	6.56504793	5.66381925	5.21686844	6.8434763	6.94605518

En la fuente de variación tratamientos / experimentos en el mismo cuadro 4.1 no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre ellos, por lo que solo se hablara de las diferencias numéricas, en el cuadro 4.4 se observa el rendimiento entre un tratamiento y otro, el mejor tratamiento fue el cuatro en el experimento uno con 7.259 ton/ha; el tratamiento cinco en el experimento dos con 6.042; el tratamiento nueve en el experimento tres con 6.140; el tratamiento diecisiete en el experimento cuatro con 4.987 y en el tratamiento uno experimento cinco con 5.825. los tratamientos mencionados superan a la media general de esta localidad que es 4.405, así mismo el tratamiento testigo el que en todos los experimentos correspondió al tratamiento diecinueve.

En la localidad dos cuadro 4.5 en lo relacionado con la fuente de variación repeticiones al igual que en la localidad uno no se encontró diferencia significativa entre ellas lo cual quiere decir que las condiciones ambientales de una repetición y otra son similares como se puede ver en el cuadro 4.2 al comparar la media de las repeticiones en cada uno de los experimentos; en el caso del experimento uno se tienen 6.088 y 6.565 ton/ha; en el caso del experimento dos 5.898 y 5.663; en el experimento tres 5.700 y 5.216; en el experimento cuatro 6.579 y 6.843, por ultimo el experimento cinco con 6.872 y 6.946, para la primera y segunda repetición respectivamente. Como se manifiestan diferencias numéricas de una repetición a la otra, al igual que en la localidad uno hace pensar que también requiere de un mayor numero de repeticiones para detectar dichas diferencias o bien un mejor manejo de las unidades experimentales para reducir la magnitud del error experimental.

Cuadro 4.3 Cuadro de medias de la localidad por experimento

	L 1	L 2
Experimento I	5.09207496	6.3269184
Experimento II	4.40971872	5.78105225
Experimento III	4.07050982	5.4586615
Experimento IV	3.94043171	6.71158918
Experimento V	4.51402158	6.90941986

En el cuadro 4.5 se observa que la fuente de variación experimentos detecto diferencias significativas al 1 % de probabilidad. En el cuadro 4.3 el experimento uno presenta una media de 6.326; el dos una media de 5.781; el tres 5.458; el cuatro 6.711 y el cinco 6.909 ton/ha respectivamente.

El experimento cinco fue el de mayor rendimiento ya que al igual que en la localidad uno los 95 cruzamientos fueron agrupados al azar en cinco experimentos por lo que muy probable el experimento cinco quedo formado por cruzamientos de mayor rendimiento y lo contrario sucedió con el experimento tres.

En el cuadro 4.5 en la fuente de variación tratamientos/experimento se detectaron diferencias estadísticas significativas entre ellos al 6 % de probabilidad. En el cuadro 4.6 el tratamiento doce experimento uno fue el mejor con un rendimiento promedio de 8.118; el tratamiento uno experimento dos con 7.546; el tratamiento nueve experimento tres con 7.058; el tratamiento quince experimento cuatro con

Cuadro 4.4 cuadro de medias por experimento en la localidad I

Tratamientos	Experimento				
	I	II	III	IV	V
1	6.40430861	5.3644447	3.37228389	3.31505696	5.82524794
2	4.78738039	4.65026548	4.52632007	2.92848144	4.04520316
3	4.44732747	4.52867512	5.00621086	4.25984796	3.63768843
4	7.25906979	4.59860518	3.51149807	4.15373891	4.66886531
5	6.23891102	6.04289181	3.77888815	3.90230138	5.29360637
6	5.00418421	5.55515769	3.77398225	3.07652738	5.22852374
7	6.03232552	4.05913003	3.11946048	4.43080855	3.79091104
8	3.66919534	4.80734572	3.57865221	4.53420014	5.46428296
9	4.91637626	4.28525215	6.14062341	2.93731319	4.1074841
10	4.58207009	4.07659236	4.09150683	4.53555887	3.86051814
11	5.61915453	3.46726788	3.10842219	4.53284141	4.5313739
12	5.19256885	3.81538409	4.22704159	4.84641301	4.95289705
13	4.56834079	4.56359978	4.86699667	3.28398993	4.09067399
14	3.96007782	3.41496163	4.8999605	4.91941693	4.21695866
15	4.64465522	3.7980025	4.52018768	3.24952606	4.77833986
16	4.47127509	4.75520096	4.6471371	3.46378226	5.6618975
17	5.40586169	4.33691245	3.78869997	4.98766529	4.49430812
18	5.73793207	4.3023915	3.68367609	2.52238809	3.62368
19	3.80840953	3.36257463	2.6981385	4.98834466	3.49394978

8.514 y en el tratamiento quince experimento cinco con 8.763. los tratamientos mencionados en gran medida superan a la media general de esta localidad la cual en de 6.237, así mismo el testigo comercial que presenta un rendimiento de 3.493 ton/ha.

En el cuadro 4.7 del análisis de varianza combinado existen diferencias significativas para localidades al 1 % de probabilidad (cuadro 4.3) siendo la localidad dos la de mayor rendimiento con 6.237 ton/ha y localidad uno con 4.405 ton/ha reflejando una diferencia de 1.832 ton/ha lo que justifica el haber sembrado en dos ambientes diferentes.

Cuadro 4.5 resultados del análisis de varianza de la localidad II

F.V	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	Pr> F
Rep	1	0.01723852	0.01723852	0.01	0.9159
Exp.	4	56.96832505	14.24208126	9.27	0.0001
Trat (Exp.)	90	189.50761799	2.10564020	1.37	0.0660
Error Exp.	94	144.45473094	1.53675246		

$$C.V = 19.87419$$

$$DMS_{Exp.} = 0.732$$

$$DMS_{Trat.} = 1.43$$

Cuadro 4.6. Cuadro de medias por experimento en la localidad II

Tratamientos	Experimento				
	I	II	III	IV	V
1	3.97489282	7.54642148	6.67086295	5.57718418	6.56723638
2	5.46940166	3.33070061	5.99175666	7.49911049	7.12409312
3	5.1397898	4.02841218	3.88082133	5.71639836	7.05167181
4	6.15863996	7.38431839	6.36179492	7.10854022	5.86789182
5	7.47367108	5.01603659	5.11390541	5.56386207	8.08457912
6	5.60794483	5.40008607	5.11966331	7.20607577	7.1068062
7	7.59037433	5.62773468	5.83197914	7.47075396	6.90826519
8	4.73648352	5.17900002	5.95063	8.16682489	6.66441066
9	8.05920038	5.51883229	7.05858559	7.13604059	7.38150154
10	6.22824705	4.60737753	6.01951736	5.74389873	6.84893837
11	6.43981363	4.94314822	6.2496217	6.91389721	5.88845237
12	8.11855852	6.05686171	5.50810569	5.98064846	5.50911668
13	7.06969378	7.23526037	5.04141937	5.32754042	7.18296053
14	5.27558767	6.79550921	4.03843963	7.99968225	7.35347494
15	5.46598534	5.87749189	4.80771634	8.51443227	8.76336313
16	5.9382277	6.16248282	4.53360639	7.24818249	7.12409312
17	7.74459581	6.20427909	5.78077617	5.71554219	6.05988559
18	7.66065244	6.69230904	3.62583523	5.77353952	7.53145541
19	6.0596893	6.23373055	6.12953137	6.8580403	6.2607814

En el cuadro 4.7 en lo referente a la fuente de variación repeticiones no hay diferencia entre una y otra.

En el mismo cuadro 4.7 en la fuente de variación experimentos sigue mostrándonos diferencias entre una y otra al 1 % de probabilidad.

Al comparar las medias en el cuadro 4.8 se tiene que el experimento uno tiene 5.709 ton/ha el experimento dos 5.095, el experimento tres 4.764, el experimento cuatro 5.326 y el experimento cinco 5.711 ton/ha respectivamente. Los experimentos de mayor rendimiento fueron el uno y el cinco.

En el cuadro 4.7 en la fuente de variación localidades por experimento hay diferencia significativa al 1 %. Los experimentos de mayor interacción (cuadro 4.9) de acuerdo a su media son el cuatro y el cinco cuya diferencia es del orden de 2.711 y 2.395 ton/ha respectivamente.

En la fuente de variación tratamiento/experimento (cuadro 4.7) no hay diferencia significativa por lo que solo resta analizar las diferencias numéricas (cuadro 4.9.1) entre las medias de los tratamientos siendo los tratamientos de mayor valor el cinco con 6.856; tratamiento siete con 6.811; tratamiento cuatro con 6.708 y los de menor valor son, el tratamiento ocho con 4.202; tratamiento catorce con 4.617; y tratamiento tres con 4.793 ton/ha respectivamente, esto en el experimento uno; en el experimento dos los mejores fueron, el tratamiento uno con

Cuadro 4.7. Análisis de varianza combinado L I y L II

F.V	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	Pr> F
Loc	1	318.90285194	318.90285194	190.21	0.0001
Rep (Loc)	2	0.11266419	0.05633209	0.03	0.9670
Exp.	4	50.47276428	12.61819107	7.53	0.0001
Loc*Exp.	4	37.33965995	9.33491424	5.57	0.0003
Trat (Exp.)	90	156.52920697	1.73921341	1.04	0.4115
Loc*Trat(Exp.)	90	150.98136359	1.67757071	1.00	0.4902
Error Exp.	188	315.19741154	1.67658189		

C.V = 24.33230

$DMS_{Loc} = 0.342$ $DMS_{Loc*Exp} = 0.765$

$DMS_{Exp} = 0.541$ $DMS_{Loc*Trat(Exp)} = 3.335$

$DMS_{Tra(Exp)} = 2.358$

Cuadro 4.8 Cuadro de medias de experimentos en las localidades

	L 1	L2	Media de L1 y L2
Experimento I	5.09207496	6.3269184	5.70949668
Experimento II	4.40971872	5.78105225	5.09538549
Experimento III	4.07050982	5.4586615	4.76458566
Experimento IV	3.94043171	6.71158918	5.32601045
Experimento V	4.51402158	6.90941986	5.71172072

6.455 ton/ha, el cuatro con 5.991 y el trece con 5.899, los de menor valor son el del tratamiento dos con 3.990; el tratamiento tres con 4.278 y el tratamiento once con 4.205; en el experimento tres, los mejores fueron el tratamiento nueve con un valor de 6.599; el tratamiento dos con 5.259 y el tratamiento diez con 5.055, los de menor valor fueron, el tratamiento dieciocho con 3.654; el tratamiento diecinueve con 4.413 y el tratamiento tres con 4.443 ton/ha respectivamente; en el experimento cuatro los mejores fueron el tratamiento catorce con 6.459; el ocho con 6.350 y el siete con 5.950 y los de menor valor fueron, el tratamiento uno con 4.446; el tratamiento trece con 4.305 y el tratamiento dieciocho con 4.147 ton/ha respectivamente; y en el experimento cinco los mejores tratamientos fueron, el tratamiento quince con 6.770; el tratamiento cinco con 6.689 y el dieciséis con 6.392; los de menor valor fueron el tratamiento diecinueve con 4.877; el tratamiento once con 5.209 y el tratamiento doce con 5.231 ton/ha respectivamente.

En el mismo cuadro 4.7 en la fuente de variación localidades * tratamiento (experimento) no hay diferencia significativa por lo que solo resta (Cuadro 4.7) analizar la diferencia numérica (cuadro 4.9.2) entre las medias teniendo una mayor interacción los tratamientos nueve con 3.142; doce con 2.925 y el tratamiento trece con 2.501 ton/ha respectivamente esto en el experimento uno; en el experimento dos el tratamiento catorce con 3.380; el tratamiento diecinueve con 2.871 y el tratamiento cuatro con 2.785; en el experimento tres el tratamiento diecinueve con 3.431; el tratamiento uno con 3.298 y el tratamiento once con 3.141; en el experimento cuatro el tratamiento quince con 5.264; el tratamiento dos

Cuadro 4.9. Cuadro de diferencia de medias de las localidades por experimento

	L 1	L2	Diferencia de L1 y L2
Experimento I	5.09207496	6.3269184	1.23484344
Experimento II	4.40971872	5.78105225	1.37133353
Experimento III	4.07050982	5.4586615	1.38815168
Experimento IV	3.94043171	6.71158918	2.77115747
Experimento V	4.51402158	6.90941986	2.39539828

Cuadro 4.9.1. Cuadro de medias de los tratamientos por experimento

Experimentos	Tratamiento	Media
Experimento I	1	5.18960072
	2	5.12839103
	3	4.79355864
	4	6.70885488
	5	6.85629105
	6	5.30606452
	7	6.81134993
	8	4.20283943
	9	6.48778832
	10	5.40515857
	11	6.02948408
	12	6.65556369

Experimento II	13	5.81901729
	14	4.61783275
	15	5.05532028
	16	5.2047514
	17	6.57522875
	18	6.69929226
	19	4.93404942
	1	6.45543309
	2	3.99048305
	3	4.27854365
	4	5.99146179
	5	5.5294642
	6	5.47762188
	7	4.84343236
	8	4.99317287
	9	4.90204222
	10	4.34198495
	11	4.20520805
	12	4.9361229
	13	5.89943008
	14	5.10523542
	15	4.8377472
	16	5.45884189

	17	5.27059577
	18	5.49735027
	19	4.79815259
Experimento III	1	5.02157342
	2	5.25903837
	3	4.4435161
	4	4.9366465
	5	4.44639678
	6	4.44682278
	7	4.47571981
	8	4.76464111
	9	6.5996045
	10	5.0555121
	11	4.67902195
	12	4.86757364
	13	4.95420802
	14	4.46920007
	15	4.66395201
	16	4.59037175
	17	4.78473807
	18	3.65475566
	19	4.41383494
Experimento IV	1	4.44612057

	2	5.21379597
	3	4.98812316
	4	5.63113957
	5	4.73308173
	6	5.14130158
	7	5.95078126
	8	6.35051252
	9	5.03667689
	10	5.1397288
	11	5.72336931
	12	5.41353074
	13	4.30576518
	14	6.45954959
	15	5.88197917
	16	5.35598238
	17	5.35160374
	18	4.14796381
	19	5.92319248
Experimento V	1	6.19624216
	2	5.58464814
	3	5.34468012
	4	5.26837857
	5	6.68909275

	6	6.16766497
	7	5.34958812
	8	6.06434681
	9	5.74449282
	10	5.35472826
	11	5.20991314
	12	5.23100687
	13	5.63681726
	14	5.7852168
	15	6.7708515
	16	6.39299531
	17	5.27709686
	18	5.57756771
	19	4.87736559

con 4.570 y el tratamiento nueve con 4.198; en el experimento cinco el tratamiento quince con 3.985; el tratamiento dieciocho con 3.907 y el tratamiento tres con 3.413 ton/ha respectivamente.

Si la selección recurrente consiste en la obtención, evaluación y recombinación de las progenies, en este caso de líneas S_2 entonces se recombinaran las progenies seleccionadas, tendremos dos opciones, una: recombinar las mejores en base al 10 % de presión de selección (P.S), tendremos dos progenies seleccionadas por experimento, en el experimento uno tenemos el

tratamiento cinco con 6.856 y el tratamiento siete con 6.811; en el experimento dos tenemos el tratamiento uno con 6.455 y el tratamiento cuatro con 5.991; en el experimento tres tenemos el tratamiento nueve con 6.599 y el tratamiento dos con 5.259; en el experimento cuatro tenemos el tratamiento catorce con 6.459 y el tratamiento ocho con 6.350; en el experimento cinco tenemos el tratamiento quince con 6.770 y el tratamiento cinco con 6.689, ahora si predecimos el rendimiento promedio que deberá teóricamente tener el primer ciclo de selección y si esta se hace en función del rendimiento promedio de las diez progenies seleccionadas se tendrá un rendimiento de 6.424 ton/ha.

Si se hace bajo una segunda opción será en base al 10 % de todas las progenies evaluadas, tendremos los siguientes tratamientos seleccionados, en el experimento uno tenemos el tratamiento cinco con 6.856; el tratamiento siete con 6.811; el tratamiento cuatro con 6.708; el tratamiento dieciocho con 6.699; el tratamiento doce con 6.655; el tratamiento diecisiete con 6.575 y el tratamiento nueve con 6.487; en el experimento tres tenemos el tratamiento nueve con 6.599 y en el experimento cinco tenemos el tratamiento cinco con 6.689 y el tratamiento quince con 6.770.

Bajo este caso el primer ciclo de selección alcanzaría una media de 6.685 ton/ha teóricamente.

La media de rendimiento de las progenies evaluadas en general es de 5.321 ton/ha, si nosotros queremos predecir el avance genético teórico sería del

20 % bajo la opción uno y del 25 % bajo la opción dos, en términos de rendimiento sería de 1.102 y 1.363 ton/ha para la opción uno y dos respectivamente

Dichos resultados concuerdan con los obtenidos por diferentes investigadores que han realizado mejoramiento poblaciones como Santos y Napolini (1987), Darrah *et al* (1972) y Almaguer (1990) este ultimo con una ganancia de 1.1 ton/ha.

Cuadro 4.9.2. Cuadro de diferencia de medias de tratamientos dentro de experimentos

	Tratamientos	L 1	L2	Diferencia de L1 – L2
Experimento I	1	6.40430861	3.97489282	2.42941579
	2	4.78738039	5.46940166	-0.68202127
	3	4.44732747	5.1397898	-0.69246233
	4	7.25906979	6.15863996	1.10042983
	5	6.23891102	7.47367108	-1.23476006
	6	5.00418421	5.60794483	-0.60376062
	7	6.03232552	7.59037433	-1.55804881
	8	3.66919534	4.73648352	-1.06728818
	9	4.91637626	8.05920038	-3.14282412
	10	4.58207009	6.22824705	-1.64617696
	11	5.61915453	6.43981363	-0.8206591
	12	5.19256885	8.11855852	-2.92598967
	13	4.56834079	7.06969378	-2.50135299
	14	3.96007782	5.27558767	-1.31550985
	15	4.64465522	5.46598534	-0.82133012
	16	4.47127509	5.9382277	-1.46695261
	17	5.40586169	7.74459581	-2.33873412
	18	5.73793207	7.66065244	-1.92272037
	19	3.80840953	6.0596893	-2.25127977

Experimento II	1	5.3644447	7.54642148	-2.18197678
	2	4.65026548	3.33070061	1.31956487
	3	4.52867512	4.02841218	0.50026294
	4	4.59860518	7.38431839	-2.78571321
	5	6.04289181	5.01603659	1.02685522
	6	5.55515769	5.40008607	0.15507162
	7	4.05913003	5.62773468	-1.56860465
	8	4.80734572	5.17900002	-0.3716543
	9	4.28525215	5.51883229	-1.23358014
	10	4.07659236	4.60737753	-0.53078517
	11	3.46726788	4.94314822	-1.47588034
	12	3.81538409	6.05686171	-2.24147762
	13	4.56359978	7.23526037	-2.67166059
	14	3.41496163	6.79550921	-3.38054758
	15	3.7980025	5.87749189	-2.07948939
	16	4.75520096	6.16248282	-1.40728186
	17	4.33691245	6.20427909	-1.86736664
	18	4.3023915	6.69230904	-2.38991754
	19	3.36257463	6.23373055	-2.87115592
Experimento III	1	3.37228389	6.67086295	-3.29857906
	2	4.52632007	5.99175666	-1.46543659
	3	5.00621086	3.88082133	1.12538953
	4	3.51149807	6.36179492	-2.85029685

Experimento IV	5	3.77888815	5.11390541	-1.33501726
	6	3.77398225	5.11966331	-1.34568106
	7	3.11946048	5.83197914	-2.71251866
	8	3.57865221	5.95063	-2.37197779
	9	6.14062341	7.05858559	-0.91796218
	10	4.09150683	6.01951736	-1.92801053
	11	3.10842219	6.2496217	-3.14119951
	12	4.22704159	5.50810569	-1.2810641
	13	4.86699667	5.04141937	-0.1744227
	14	4.8999605	4.03843963	0.86152087
	15	4.52018768	4.80771634	-0.28752866
	16	4.6471371	4.53360639	0.11353071
	17	3.78869997	5.78077617	-1.9920762
	18	3.68367609	3.62583523	0.05784086
	19	2.6981385	6.12953137	-3.43139287
	1	3.31505696	5.57718418	-2.26212722
	2	2.92848144	7.49911049	-4.57062905
	3	4.25984796	5.71639836	-1.4565504
	4	4.15373891	7.10854022	-2.95480131
	5	3.90230138	5.56386207	-1.66156069
	6	3.07652738	7.20607577	-4.12954839
	7	4.43080855	7.47075396	-3.03994541
	8	4.53420014	8.16682489	-3.63262475

Experimento V	9	2.93731319	7.13604059	-4.1987274
	10	4.53555887	5.74389873	-1.20833986
	11	4.53284141	6.91389721	-2.3810558
	12	4.84641301	5.98064846	-1.13423545
	13	3.28398993	5.32754042	-2.04355049
	14	4.91941693	7.99968225	-3.08026532
	15	3.24952606	8.51443227	-5.26490621
	16	3.46378226	7.24818249	-3.78440023
	17	4.98766529	5.71554219	-0.7278769
	18	2.52238809	5.77353952	-3.25115143
	19	4.98834466	6.8580403	-1.86969564
	1	5.82524794	6.56723638	-0.74198844
	2	4.04520316	7.12409312	-3.07888996
	3	3.63768843	7.05167181	-3.41398338
	4	4.66886531	5.86789182	-1.19902651
	5	5.29360637	8.08457912	-2.79097275
	6	5.22852374	7.1068062	-1.87828246
	7	3.79091104	6.90826519	-3.11735415
	8	5.46428296	6.66441066	-1.2001277
	9	4.1074841	7.38150154	-3.27401744
	10	3.86051814	6.84893837	-2.98842023
	11	4.5313739	5.88845237	-1.35707847
	12	4.95289705	5.50911668	-0.55621963

	13	4.09067399	7.18296053	-3.09228654
	14	4.21695866	7.35347494	-3.13651628
	15	4.77833986	8.76336313	-3.98502327
	16	5.6618975	7.12409312	-1.46219562
	17	4.49430812	6.05988559	-1.56557747
	18	3.62368	7.53145541	-3.90777541
	19	3.49394978	6.2607814	-2.76683162

CONCLUSIONES

- 1. La localidad dos correspondiente a Ursulo Galvan Veracruz presentó el mayor rendimiento con una media de 6.237 siendo el mejor ambiente de producción.**
- 2. Entre experimentos existe diferencia en rendimiento siendo el mejor el experimento cinco con 5.711 ton/ha.**
3. Solamente en la localidad dos se detecto diferencia al 6 por ciento entre tratamientos dentro de experimentos siendo los mejores el tratamiento doce experimento uno con un rendimiento promedio de 8.118; el tratamiento uno experimento dos con 7.546; el tratamiento nueve experimento tres con 7.058; el tratamiento quince experimento cuatro con 8.514 y en el tratamiento quince experimento cinco con 8.763.
4. El experimento uno no interaccionó en las localidades lo cual posiblemente entre los tratamientos que lo integran se obtengan progenies de mayor adaptabilidad.
5. El no haber interacción de localidades por tratamientos dentro de experimentos permite seleccionar materiales con mayor adaptabilidad.

L I T E R A T U R A C I T A D A

Allard, R.W. and A.D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. *Crop. Sci.* 4: 503 – 507.

Almaguer, M.G.S. 1990. Colección recíproca recurrente en dos poblaciones de maíz (*Zea mays* L.) de amplia base genética para el trópico seco mexicano. Tesis UAAAN.

Allison, J.C.S. and R.N. Curnow. 1966. On the choice of tester parent for the breeding of synthetic varieties of maize (*Zea mays* L.) *Crop. Sci.* 6: 541 – 544.

Comstock, R.E., H.F. Robinson and P.H. Harvey. 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agronomy Journal* 41: 360 – 367.

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 plant breeder. P. R. Agric. Exp. Stn. Annu. Rep. 1927. 14 – 25.

Davis, R. L. 1934. Maize crossing values in second generation lines. J. Agr. Res. 48: 339 – 357. U.S.A.

Dolstra, O. 1985. Shortening the selection cycle of reciprocal recurrent selection in maize (*Zea mays* L.) maize Abstracts Vol. 1 No. 5 pag. 257.

Duclos, L.A. and P.L. Crane. 1968. Comparative performance of improving populations of corn (*Zea mays* L.). Crop. Sci. 8: 191 - 194.

Ebehart, S.A. and W.A. Russell. 1969. Yield and stability for 10 line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. Crop. Sci. 9: 357 – 361.

Galarza, S.M., M.H. Angeles A. y J.D. Molina G. 1973. 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.) Agrociencia. 11: 127 – 139. Chapingo, México.

Genter, C.F. 1963. Early generation progeny evaluation in corn Proc. 18th. Ann. Hybrid corn Research Industry Conf. 30 – 36.

Genter, C.F. and M.F. Alexander. 1962. Comparative performance of S_1 progenies and testcrosses of corn. Sci. 2: 516 – 519.

Green, J.M. 1948. Relative value of two testers for estimating topcross performance in segregating maize progenies. J. Am soc. agron. 40: 45 – 57.

Hallauer, A.R. 1975. Relation of gene action and type of tester in maize breeding procedures. Proc. 30th. Ann Corn and Soghum research Conf. : 56 – 75.

Hallauer, A.R. and E. Lopez P 1979. Comparison among testers for evaluating lines of corn. Proc. 34th. Ann. Corn and Sorghum Research Conf. : 56 – 75.

Hallauer, A.R. and S.A. Eberhart 1970. Reciprocal full-sib selection. Crop Sci. 10: 315 – 316.

Hallauer, A.R. and J.B. Miranda, Fo. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press/Ames. P. 89 – 91, 118 – 150. United States of America.

Hallauer, A. R .1970. Genetic variability for Yield after four cycles of reciprocal recurrent selections in maize . Crop. Sci. 10: 482-485.

Helms, T. C .1987. Evaluation of three recurrent selection methods in corn (*Zea mays* L.) Maize Abstracts Vol.3. No. 6 pag. 370.

Horner, E.S. 1985. , W.H. Chapan, H.W. lundy and M.C. Iutrick. 1972. Commercial utilization of the products of Recurrent Selection for specific combining ability in maize. *Crop. Sci.* 12: 602 – 604.

Hull, F.H. 1946. Overdominance and Corn breeding where hybrid seed is not feasible. *J. Soc. Agron.* 38: 110 – 113.

Johnson, I.J. and H.K. Hayes. 1936. The combining ability of Golden Bantam Sweet corn. *J. Am. Soc. Agron.* 28: 246 – 252.

Jowett,D.1972. Yield stability parameters for Sorghum in East Africa . *Crop. Sci* .12: 314-317.

Keller, K.R.1949. A Comparison involving the number of, and relationship between , tester in evaluating inbred lines of maize . *Agron. J.* 41: 323-331.

Lonnquist, J.H.1968. Further evidence of testcross versus line performance in maize. *Crop. Sci.*8:50-53.

Lonnquist, J.H. and M.D. Rumbaugh. 1958. Relative importance of test sequence for general and specific combinig ability in cor breeding *Agron. J.*50:541-544.

Lonnquist, J.H. and M.F. Lindsey .1964. Topcross versus S₁ line performance in corn (*Zea mays* L.). Crop. Sci. 4:580-584.

Lonnquist, J.H. 1970. Test performance lever for the Evaluation of lines for hybrid performance. Crop. Sci. 10:602-604.

López, H. A. J. 1978. Selección y evaluación de genotipos de maíz en condiciones limitantes para aumentar la producción y el rango de adaptación. Tesis. Maestría. Rama de Genética. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México .106p.

López, P.E.1979. Comparisons among testers for evaluating lines of corn. Iowa State University. PhD. Thesis. Ames Iowa. pp 135.

Luna, F. M. J. D. Molina G., y H. Angeles A. 1973. Comparación de métodos para evaluar aptitud combinatoria general de líneas de maíz (*Zea mays* L.) en relación al tamaño de muestra del probador. Tesis. Maestría rama de Genética. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México .68p.

Matzinger, R. D. E. J. Wellhausen and G. Palacios .1958. Effect of visual selection during inbreeding upon combinig ability in corn. Agron. J.50:45-47.

Moll, R.H. and C.W. Stuber. 1971. Comparisons of response to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (*Zea mays* L.)
Crop Sci. 11: 706 – 711.

Moreno, G. J. 1986. Choice of environments in reciprocal recurrents selection programs. Theoretical and Applied Genetics 71 (4) 652 – 656.

Patrniani, E. and R. Vencovsky. 1978. Reciprocal recurrent selection based on half-sib progenies and prolific plants in maize (*Zea mays* L.). Maydica. 23: 209 – 219.

Paz, J.R. J. D., Molina G. y L. Bucio A. 1973. Variedades de bajo rendimiento contra variedades de alto rendimiento como probadores para medir la aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz. Agrociencia. Chapingo, México, 11:33-55.

Penny, L.H. and S.A. Eberhart. 1971. Twenty years of reciprocal recurrent selection with two synthetic varieties of maize. Crop. Sci. 11:900 – 903.

Poelhman, J. M. 1976. Mejoramiento genético de las cosechas, E. Limusa. México, D.F. 453 P.

- Reich, V. H. and R. E. Atkins .1970. Yield stability of four population types of grain *Sorghum bicolor* (L.) Moench in different enviroments . Crop. Sci .10:511-517.
- Reyes, M.C.A .1979. Variedades de bajo y alto rendimiento como probadores de la aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz. Tesis Maestría. Rama de Genética. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Agrociencia .47: 117-128.
- Reyes, M.C.A, y J. D. Molina G. 1982. Probadores de alto y bajo rendimiento para aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz. Chapingo, México. Agrociencia .47: 117-128.
- Rowe, P.R. and R.H. Andrew. 1964. Phenotypic stability for a Systematic series of corn genotypes, Crop. Sci. 4: 563-566.
- Russel, W.A. and S.A. Eberhart. 1975 Hybrid performance of selected maize lines from reciprocal recurrent and testcross selections program. Crop Sci. 15: 1 – 4.
- Santos, M. X. and V. Naspolini –Filho .1987. Estimates of genetic parameters in three cicles of selection among and within half-sib families of the Dentado composto Nordeste population of maize (*Zea mays* L .) Maize Abstracts Kol. Vol. 3, No. 2. E, pag 70.

Sarca, T. And I. Ciocazanu. 1987. Effects of reciprocal recurrent selection on some early maize populations for use a second crop. Maize Abstracts vol. 3, No. 4 pag. 218.

Thompson, D. L. and J. O. Rawlings .1960. Evaluation of four testers of different heights of corn. Agron. J. 52:617-620.