

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION AGRONOMICA
DE LINEAS R. EXPERIMENTALES DE SORGO
[Sorghum bicolor (L.) Moench] MARIN-PRIMAVERA 1979

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

GREGORIO MARTINEZ ALVAREZ

MARIN, N. L.

NOVIEMBRE DE 1984

SB235
M372
C.1



1080061983

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION AGRONOMICA
DE LINEAS R. EXPERIMENTALES DE SORGO
[Sorghum bicolor (L.) Moench] MARIN-PRIMAVERA 1979

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

GREGORIO MARTINEZ ALVAREZ

MARIN, N. L.

NOVIEMBRE DE 1984

5970 *gm*

T
SB235
M372

040.633
FA 18
1984
C.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

Ftes 15



UANL
FONDO
TITULACION

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

TESIS

EVALUACIÓN DE LÍNEAS R EXPERIMENTALES

PROGRAMA DE SORGO DEL PMMFS

ELABORADA POR:

GREGORIO MARTÍNEZ ALVAREZ


ACEPTADA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITÉ SUPERVISOR DE LA TESIS



ING. M. C. MAURILIO MARTÍNEZ R.
COORDINADOR DEL PROGRAMA DE SORGO DEL PMMFS



ING. M.C. LUIS A. MARTÍNEZ R.

ING. M.C. LEONEL ROMERO H.
INVESTIGADOR DEL PMMFS.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

SR. INOCENCIO MARTÍNEZ LEIJA.
SRA. FELÍCITAS ALVAREZ DE MARTÍNEZ.

CON CARIÑO Y ETERNO AGRADECIMIENTO POR EL APOYO Y CONFIANZA
QUE ME BRINDARON DURANTE EL TRAYECTO DE MIS ESTUDIOS, LOS
CUALES CULMINO SATISFACTORIAMENTE.

A MI ESPOSA:

SRA. MA. GUADALUPE CASTILLO DE MARTÍNEZ.
CON CARIÑO Y AMOR POR SU APOYO MORAL QUE ME BRINDO.

A MIS HIJOS:

ERICK ADONÁ
BRENDA GUADALUPE
CON PROFUNDO CARIÑO Y GRAN AMOR.

A MI HERMANO:

JUAN
POR EL APOYO MORAL Y ECONÓMICO DURANTE EL TRAYECTO DE MIS
ESTUDIOS,

Y A TODOS MIS HERMANOS:

CON EL CARIÑO DE SIEMPRE.

AGRADECIMIENTO

A MI ASESOR:

ING. MAURILIO MARTÍNEZ RODRÍGUEZ

CON RESPETO Y SINCERO AGRADECIMIENTO POR SU VALIOSA COLABORACIÓN BRINDADA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

A LOS INGENIEROS:

M. C. LUIS A. MARTÍNEZ ROEL.

M. C. LEONEL ROMERO HERRERA.

MI ESPECIAL RECONOCIMIENTO POR SU AYUDA DESINTERESADA EN LA REVISIÓN DE ESTE TRABAJO.

A MIS MAESTROS:

POR SU GRAN CAPACIDAD Y DEDICACIÓN A LA ENSEÑANZA PARA LA FORMACIÓN DE PROFESIONISTAS.

SE AGRADECE LA COLABORACIÓN EN EL TRABAJO DE MECANOGRAFÍA A LA SRITA. MA. DEL CARMEN LÓPEZ SILVA.

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

POR SU AYUDA EN CADA PASO DE MI VIDA, GRACIAS A LA CUAL FUE POSIBLE LA ELABORACIÓN DE ESTE TRABAJO.

Y EN GENERAL A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE INDIRECTAMENTE COLABORARON PARA LA REALIZACIÓN DEL PRESENTE TRABAJO.

INDICE GENERAL

	Página
LISTA DE CUADROS	vii
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	4
Aspectos generales	4
Clasificación taxonómica	5
Descripción botánica	5
Condiciones ecológicas	7
Prácticas de cultivo	8
Plagas	10
Enfermedades	11
Cosecha	13
Mejoramiento genético	14
MATERIALES Y METODOS	20
Localidad de trabajo	20
Materiales	20
Métodos	21
Diseño experimental	21
Trabajo de campo	22
Toma de datos	23
Análisis estadístico	27
RESULTADOS	30
Rendimiento de grano	30
Caracteres agronómicos	35
DISCUSION	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42

Conclusiones	42
Recomendaciones	43
RESUMEN	45
BIBLIOGRAFIA CITADA	47
APENDICE	49

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Comparación de medias de rendimiento de grano (kg/parcela) ajustado por plantas cosechadas.	31
2	Comparación de medias de rendimiento de grano (kg/parcela) ajustado por superficie cosechada.	32
3	Comparación de medias de rendimiento de grano ajustado por humedad (kg/parcela) con plantas cosechadas.....	33
4	Comparación de medias de rendimiento de grano ajustado por humedad (kg/parcela) con superficie cosechada.....	34
5	Comparación de medias para altura de la hoja bandera (cm).....	35
6	Comparación de medias para longitud de excersión (cm).....	37
7	Comparación de medias para longitud de panoja (cm).....	38
8	Análisis de varianza para rendimiento de grano (g/parcela) ajustado por plantas cosechadas...	49
9	Análisis de varianza para rendimiento de grano (g/parcela) ajustado por superficie cosechada (m ²).....	49
10	Análisis de varianza para rendimiento estimado de grano (g/planta) al 12% de humedad ajustado por plantas cosechadas.....	50
11	Análisis de varianza para rendimiento estimado de grano (g/parcela) al 12% de humedad ajustado por superficie cosechada (m ²).....	50
12	Análisis de varianza para altura de planta (cm).	51
13	Análisis de varianza para longitud de excersión (cm).....	51
14	Análisis de varianza para longitud de panoja (cm).....	51
15	Concentración de caracteres agronómicos de los materiales evaluados.....	52

INTRODUCCION

El sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) es una planta originaria de Africa y Asia en donde se cultiva en muchas regiones; su propagación a otras partes del planeta se debe principalmente a la mano del hombre.

La importancia del sorgo en México inició en el año de 1958 en la zona norte de Tamaulipas (Río Bravo, Matamoros y Valle Hermoso), sustituyendo con ventaja al cultivo del algodón negro.

El sorgo ha incrementado su importancia en los últimos años debido a sus múltiples usos, ya que tanto el grano como el follaje se utilizan directamente en la engorda de ganado. Además, sirve como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados, de cerveza y de alcoholes industriales (Martín y Mac Master, 1965).

En la actualidad, una gran parte de las variedades híbridas que se siembran en México son producidas por compañías extranjeras que las ofrecen a un precio alto, aumentando por lo tanto los costos de producción y disminuyendo las ganancias que en ocasiones son poco redituables.

En México, la producción comercial de sorgo se ha basado entre otros aspectos, en el uso intensivo del vigor híbrido. Por lo anterior, es necesario por mejoramiento genético formar líneas puras de reacción R (restauradoras de la androferti-

dad) con caracteres deseables como precocidad, altura adecuada, resistencia a plagas y enfermedades, alto rendimiento, etc., que al ser cruzadas con líneas puras A (androestériles) formen híbridos que puedan competir con los ya existentes y en consecuencia suplir la gran demanda de semilla mejorada que existe en el país.

No obstante, desde 1976 en el Programa de Sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León se siguen programas de investigación en mejoramiento genético tendientes a obtener líneas puras que formarán variedades de "polinización libre", aprovechando que la metodología es más corta y más económica que la de formación de híbridos. La importancia de dichas variedades de sorgo es obvia si se logra superar a los híbridos comerciales actualmente en existencia, ya que el agricultor podrá producir su propia semilla reduciendo así los costos de producción. En cuanto al mejoramiento poblacional garantiza a largo plazo una fuente para lograr una base genética superior a la actual.

Tales líneas experimentales homocigóticas no sólo podrán dar origen a variedades de "polinización libre", sino que también pueden servir como progenitores potenciales de híbridos experimentales.

El presente trabajo trata de la evaluación de ocho líneas experimentales de reacción R formadas en Marín, N. L. en el ciclo Primavera de 1978 por el Programa de Sorgo del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo para las partes bajas del

Estado de Nuevo León.

Este ensayo forma parte del subproyecto de evaluación de líneas experimentales efectuado en el ciclo Marín Primavera de 1979. Los objetivos del trabajo son los siguientes:

1. Evaluación y caracterización agronómica preliminar de ocho líneas R experimentales (MP78).
2. Conservar las líneas experimentales para seguirlas evaluando en años y localidades.

La información que se genere servirá de base en la programación de cruzamientos para la formación de híbridos experimentales.

Las hipótesis experimentales del trabajo son:

1. Existen líneas experimentales MP78 superiores que podrán formar variedades de "polinización libre" o bien servir como progenitores de híbridos.
2. Se pueden llegar a obtener líneas R de alto potencial de rendimiento con características agronómicas deseables.

LITERATURA REVISADA

Aspectos generales

Como se señaló al principio, el sorgo es originario de Africa y Asia donde se ha cultivado desde hace más de 2000 años. A finales del último siglo fue introducido a América y actualmente se cultiva en todos los estados de México (Brauer, 1969). El sorgo se adapta a diferentes regiones y climas, prospera bien en regiones cálidas, subhúmedas y semiáridas en donde la precipitación es limitada, por lo que se puede sembrar sin problema en zonas donde la precipitación media anual es de 400 a 600 mm (Robles, 1975).

El sorgo tolera problemas de suelo como salinidad y mal drenaje, además posee ciertas características fisiológicas que lo hacen resistente a condiciones adversas del ambiente; su sistema radicular es fibroso y muy extenso, lo cual contribuye a la extracción de humedad y nutrientes en los estratos inferiores del suelo; tiene un ritmo de transpiración eficaz y características foliares de las xerofilas que consiste en el enrollamiento de la hoja en días calurosos y secos para reducir así la transpiración de la planta; puede detener su crecimiento durante el período crítico de sequía y reanudarlo cuando se presenten condiciones favorables para su desarrollo (Robles, 1975).

Clasificación taxonómica

El sorgo difiere en algunas características como tamaño o altura de planta, ciclo vegetativo, etc., pero todos son anuales y tienen un número cromosómico de $2n = 20$ y se pueden clasificar de la manera siguiente:

Familia	- - - - -	Graminae
Subfamilia	- - - - -	Panicoidae
Tribu	- - - - -	Andropogoneae
Género	- - - - -	<u>Sorghum</u>
Especie	- - - - -	<u>bicolor</u>

Descripción botánica

El sorgo es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo es variable dependiendo de las variedades y regiones. Su sistema radicular es fibroso con una gran cantidad de raíces adventicias profundas y ramificadas, lo cual lo hace resistente a la sequía.

La planta puede permanecer latente durante largos períodos de sequía continuando su desarrollo una vez que las condiciones vuelvan a ser favorables (Robles, 1975; Wilson y Rocher, 1965).

El tallo es cilíndrico, sólido y erecto, dividido por canutos o entrenudos de los cuales emergen las hojas. La altura del tallo varía de 0.6 a 3.5 m dependiendo de la variedad que se trate.

Las hojas aparecen alternadas sobre el tallo, las vainas foliares son largas y en las variedades enanas se encuentran superpuestas. En todas las variedades varía el tamaño, pero todas ellas poseen hojas más pequeñas que el maíz (Robles, 1975; Wilson y Rocher, 1965).

La inflorescencia es una panícula la cual puede ser abierta, semicompacta o compacta. El androceo y gineceo se encuentran cubiertos por glumas, las cuales son de color negro, rojo, café o color paja. En el sorgo, aunque es una planta autógama, pueden estimarse cruzamientos en más de un 50% cuando se encuentran variedades diferentes en parcelas contiguas. La floración empieza por la parte superior de la espiga y continúa hacia la parte inferior en una progresión muy regular; se requieren de cinco a siete días para la floración completa, aunque en condiciones de temperatura baja, este período se alarga un poco.

El sorgo es una planta con reproducción sexual, monoica, hermafrodita y las florecillas son incompletas y perfectas. Los granos son pequeños, esféricos u oblongos; su color es variable pudiendo ser rojo, negro, blanco, amarillo o café, debiéndose a factores genéticos que actúan sobre el pericarpio de la semilla (Robles, 1975; Wall y Ross, 1975; Poehlman, 1965).

Condiciones ecológicas

Como se mencionó anteriormente, el sorgo es un cultivo que soporta condiciones ambientales muy diversas, adaptándose a regiones cálidas, subhúmedas y semiáridas; presenta la capacidad de tolerar la alcalinidad y el mal drenaje o exceso de humedad (Robles, 1975).

El sorgo se puede cultivar en temperaturas máximas de 37.3°C y mínimas de 16°C, siendo la temperatura óptima para su crecimiento normal de 26.7°C en zonas tropicales y templadas, pudiéndose desarrollar en regiones áridas o zonas marginadas con precipitación media anual de 400 a 600 mm, en regiones con una altitud de cero hasta los 1800 msnm; actualmente se le cultiva en regiones que tienen una altitud mayor a los 1800 msnm (Robles, 1975).

En las áreas comprendidas en latitudes que van de los 45° latitud norte y 35° latitud sur se pueden obtener los rendimientos mejores. Este cultivo se caracteriza por ser de fotoperíodo corto, lo cual hace que el ciclo vegetativo se acorte cuando el período luminoso es menor y el obscuro es largo. Existen algunas diferencias en cuanto a fotoperíodo entre algunas variedades; estas diferencias son principalmente de origen genético, de ahí las diferencias en madurez en distintas variedades de sorgo (Robles, 1975).

Puede cultivarse en diferentes tipos de suelo, pero se de

sarrolla mejor en suelos ligeros, profundos, con buen drenaje y ricos en nutrientes. Además, se ha comprobado que este cultivo se desarrolla favorablemente en suelos que presentan problemas de sales solubles que limitan el desarrollo de otros cultivos (Robles, 1975).

Prácticas de cultivo

Una de las primeras prácticas de cultivo por la cual se debe empezar inmediatamente después de cosechar el cultivo anterior, es la preparación del terreno. Se acostumbra denominar como preparación del terreno a la secuela que se sigue desde el paso de la desvaradora hasta el melguelo y formación de canales para la aplicación del riego de presiembra. La finalidad en todos los casos es poner la tierra en condiciones de recibir la semilla de la siembra y ofrecer razonables probabilidades de una cosecha abundante.

Aunque frecuentemente se elimina la intervención de la desvaradora, su empleo es ampliamente justificado para el desmenuzamiento de los residuos de cosecha y malezas, que al quedar en pequeños trozos facilitan el ataque de los predadores a las larvas que se hospedan en los tallos desmenuzados. Se recomienda en forma general, arar cuando menos hasta una profundidad de 20 cm, debiendo darse por lo menos dos pasos de rastra.

La siembra se puede efectuar a tierra venida, abriendo el bordo y depositando la semilla a una profundidad de 5 a 7 cm,

con una separación de 75 cm entre surcos, con una densidad de siembra de 10 a 12 kg de semilla por hectárea en caso de riego y para temporal de 8 a 10 kg/ha; se recomienda sembrar en las fechas establecidas para la región que se trate (Robles, 1975; Wilson y Rocher, 1965).

Los fertilizantes que se aplican al suelo son un complemento de las necesidades de nutrición de las plantas; ellas extraen una parte sustancial de sus exigencias de las reservas del suelo y la otra parte de los productos químicos u orgánicos que se apliquen, por lo que es recomendable la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosforados dependiendo del tipo de suelo. Estas aplicaciones pueden realizarse desde 90 días antes de la siembra hasta 20 días después de nacidas las plantas (Wall y Ross, 1975).

Se debe mantener el terreno libre de malas hierbas, por lo menos durante los primeros 40 días con el propósito de que las plantas tengan mayor aireación, menos competencia y al mismo tiempo evitar que estas malezas sirvan de albergue a plagas; esta práctica puede realizarse mediante métodos químicos, también mediante métodos mecánicos.

Se deben realizar uno o dos cultivos con la finalidad de fomentar la resistencia al acame, eliminación de malezas pequeñas y facilitar el riego. El número de riegos depende del tipo de suelo y las condiciones climáticas; pueden efectuarse uno de presiembra de una lámina de agua de 15 cm y tres de

auxilio de 10 cm de lámina cada uno (Robles, 1975).

Plagas

Año con año, un factor limitante en la producción agrícola es el daño causado por insectos. Estos ocasionan serios perjuicios a los cultivos, atacándolos en su raíz, en el tallo, en el fruto y en el follaje. La forma de dañar de los insectos puede ser ocasionada por larvas, ninfas o por los propios adultos. La plaga de mayor importancia en el sorgo es la mosca midge o mosca de la panoja (Contarinia sorghicola Coq.), la cual ataca en la época de fecundación de las flores; el período de susceptibilidad es muy corto, pero aún así, es muy peligroso, pues bloquea la formación de los granos, causando bajas considerables en los rendimientos. Los insecticidas de contacto la controlan fácilmente, pero la aplicación debe ser oportuna (Robles, 1975; Wilson y Rocher, 1965).

El gusano cogollero (Spodoptera frugiperda J. E. Smith), como su nombre lo indica, ataca directamente el cogollo destruyendo gran parte de la planta; ataca desde la emergencia hasta poco antes del espigamiento. Otra de las plagas de importancia en el sorgo son los gusanos trozadores, éstos atacan principalmente cuando la planta es pequeña, se alimentan de los tallos cortando casi a nivel del suelo y atacan en focos aislados, por lo general en las partes donde se acumula mayor humedad (Robles, 1975).

El pulgón o mielecilla es otra plaga que ataca al sorgo; existen dos especies, los que se alimentan de las hojas (Schizaphis graminum Rond) y los que se alimentan del cogollo (Ropalosiphum maidis Fitch); el pulgón ataca durante el ciclo temprano llegando a ocasionar grandes daños por lo que es necesario controlarla por métodos químicos (Robles, 1975)!

Otras de las plagas que causa grandes bajas en los rendimientos son los gusanos barrenadores (Zeadiatraea grandiosella Dyor). El daño es causado por la larva que se alimenta del interior del tallo, barrenándolo, destruyendo totalmente a las plantas cuando están pequeñas y debilitando a las mayores, ocasionando con esto el acame (Robles, 1975; Wilson y Rocher, 1965).

Enfermedades

Otro de los factores que generalmente causa grandes bajas en los rendimientos del sorgo son las enfermedades, las cuales se han venido incrementando en los últimos años como consecuencia de los vientos que acarrearán inóculos en forma de esporas, partes vegetativas infectadas, insectos vectores de las enfermedades, etc.

Además, los inóculos producidos en la región son dispersados por los mismos vientos, agua de riego, el movimiento de cosechas, el traslado de maquinaria agrícola y demás factores que hacen sumamente difícil impedir la dispersión de un inóculo y la propagación de enfermedades. Algunas de las enfermedada

des de mayor importancia en el sorgo de acuerdo con Girón y Aguirre (1978) son las que enseguida se describen.

El mildiú vellosa causado por el hongo Peronosclerospora sorghi, se caracteriza por llevar a cabo dos tipos de infección. La sistemática o primaria, mediante la cual el hongo penetra por la raíz de las plantas paqueñas; ésto sucede cuando las condiciones de temperatura son favorables; días después de que se inició la infección, las plantas empiezan a mostrar una clorosis muy marcada. Cuando existen condiciones favorables de temperatura y humedad de 20 a 28°C y una humedad relativa de 80 a 100% el hongo produce en el envés de las hojas el vello blanco característico. Esta segunda forma de infección foliar que se lleva a cabo por el vello blanco produce y desarrolla millones de conidias y es abundante en la parte inferior de la hoja.

Otra de las enfermedades de importancia económica es la que se conoce como antracnosis, que es causado por el hongo Colletotrichum graminicola; puede establecerse en cualquier parte de la planta, ya sea en la vena principal de la hoja o a los lados de la misma formando pequeñas manchas que van desde circulares a elípticas de un color rojizo púrpura; la lesión que merma más la producción de grano es la que se presenta en el pedúnculo y cuando se observa la panoja se nota que es ta completamente llena de grano, pero éste, está avanzado y pesa muy poco. Las condiciones favorables para la infección son de una temperatura de 15 a 28°C y comienza a esporular cuando la

humedad relativa es mayor de 70% (Robles, 1975; De la Garza, 1974).

La enfermedad conocida como roya o chahuixtle es causada por el hongo Puccinia sorghi, se caracteriza por formar en las hojas unas pústulas o abultamientos que están cubiertas por una delgada película que se puede abrir o reventar, liberando un polvo de color café oscuro. Dichas pústulas pueden formarse en la parte superior o inferior de la hoja, característica que la distingue de las demás enfermedades.

El carbón de la panoja causado por el hongo Sphaceloteca reiliana se nota cuando las panículas afectadas quedan totalmente destruidas, transformándose en una masa casi color negro. Esta masa está formada principalmente por las esporas del hongo.

Existen otras enfermedades de menor importancia o menos frecuentes en este cultivo como el carbón cubierto del grano causado por Sphaceloteca sorghi; mancha de la hoja ocasionado por Cercospora sorghi, tizón del norte por Helminthosporium turcicum, etc. (De la Garza, 1974).

Cosecha

Para llevar a cabo la recolección de la cosecha es necesario eliminar las malezas que pueden ser cortadas e introducidas a la máquina.

Dependiendo de la variedad o híbrido, la maduración del grano es más o menos uniforme, pero siempre es una mezcla don-

de se encuentran granos secos, maduros e inmeduros. Para determinar si se puede llevar a cabo la recolección de la cosecha, es necesario desgranar una muestra representativa que comprenda la proporción de humedad de los granos del cultivo y sea llevada a los aparatos para su lectura; ésto indicará si el grano está dentro de las tolerancias de humedad para la trilla. El grano se puede cosechar satisfactoriamente cuando tenga una humedad entre 20 y 25%, siempre y cuando se cuente con secadoras. Si el grano se va a almacenar, normalmente no se cosecha hasta que tenga una humedad de 12 a 15% (Robles, 1975).

Mejoramiento genético del sorgo

Los objetivos principales en el mejoramiento de los sorgos son: mayor producción, adaptación a la recolección mecanizada, precocidad, resistencia al acame y al desgrane, resistencia a las enfermedades, resistencia a los insectos y calidad (Poehlman, 1965).

Existen diferentes métodos de mejoramiento, pero en general el método a seguir en un programa de mejora de una cierta especie queda determinado en gran parte por el sistema de reproducción de la misma. En el presente apartado se expondrán brevemente los métodos de mejora genética de plantas autógamias, los cuales se pueden agrupar en las categorías siguientes:

1. Introducción
2. Selección: a) Individual, b) En masa
3. Hibridación, en la que se pueden seguir tres métodos de tra

bajo con las generaciones segregantes:

- a) Genealógico
- b) Masivo
- c) Retrocruzamiento

Estos tres últimos se basan en el hecho de que al autofecundar o al retrocruzar con un genitor homocigótico, después de algunas generaciones se llega a la homocigosis.

El método de selección individual en plantas autógamas se ha utilizado para conseguir variedades nuevas a partir de variedades locales. Aunque las líneas puras dentro de una de estas variedades pueden ser muy similares en su morfología general, pero diferentes en su valor agronómico. Como la mayoría de las plantas seleccionadas de estas variedades son homocigóticas pueden ser el punto de partida para la obtención de una variedad uniforme (Allard, 1975).

El procedimiento general de la mejora por selección individual se realiza en tres etapas. En la primera etapa se hace un gran número de selecciones en la población original genéticamente variable, haciendo tantas de ellas como según sea la disponibilidad de tiempo, dinero y espacio. La segunda etapa consiste en cultivar para su observación la descendencia de las plantas seleccionadas en la primera etapa; esta valoración visual puede prolongarse varios años, eliminando inmediatamente las formas con defectos aparentes y se siguen cultivando las plantas seleccionadas. En la tercera etapa el mejorador

tiene que realizar experiencias estadísticas para comparar dichas selecciones entre sí y con variedades comerciales conocidas (Allard, 1975; De la Loma, 1973).

La selección en masa difiere de la individual en que en lugar de seleccionar una sola planta, se seleccionan varias para llegar a la formación de la nueva variedad. Por lo que las variedades que se forman por este método tienen un menor número de genotipos que las variedades locales de las que proceden, pero más que las formadas por selección individual.

La selección en masa como método de mejora consiste en seleccionar unas docenas o algunas veces, centenares de plantas típicas de la variedad en los campos donde se cultiva dicha variedad; cada planta dará lugar a una línea que se probará al año siguiente y las descendencias que tengan las características deseadas se multiplicarán en conjunto para formar la semilla pura (Allard, 1975).

El método de la hibridación se utiliza principalmente cuando no existe variabilidad en la población; en este caso se procede a crearla por medio de cruzamientos. Autofecundando los híbridos producidos se llega a separar un gran número de individuos homocigóticos que tienen diferentes combinaciones de genes procedentes de los padres. Durante el período comprendido para llegar a la homocigosis por medio de la autofecundación, se puede manejar el material resultante de la hibridación de dos formas distintas, por el método genealógico o

por el método masivo (Allard, 1975; Williams, 1975).

El método genealógico se utiliza muy frecuentemente para llegar a la formación de líneas puras; este método se inicia a partir de la F_2 de híbridos, generación en la cual habrá una gran cantidad de segregación para un gran número de genes donde todos los individuos serán diferentes.

En las generaciones posteriores a medida que se va avanzando, el porcentaje de homocigosis irá aumentando; en este caso ya no será eficaz la selección dentro de familias por lo que la selección será ahora entre las mejores familias y se desecharán todas aquellas con caracteres indeseables. Una de las ventajas que ofrece este método es que se lleva a cabo un registro general del comportamiento de los individuos el cual ayuda a predecir desde la F_4 las familias que se van a desechar y cuáles se seguirán seleccionando. En las generaciones posteriores el principal objetivo será la identificación de las mejores familias o eliminación de las familias mediocres. Cuando se ha llegado a fijar la potencialidad de cada familia se procede a cosechar en masa para obtener la cantidad de semilla necesaria para los ensayos de rendimiento y calidad (Allard, 1975).

El método masivo difiere del genealógico en que los híbridos se cultivan en conjunto sin preocuparse de llevar el control de la genealogía de cada individuo, cosechándose en masa y la cantidad de semilla que se obtenga se mezcla y se vuelve a sembrar en una forma similar al año siguiente. Este proceso

se sigue repitiendo hasta llegar a una F_6 , generación en la cual se habrá alcanzado un alto grado de homocigosis; a partir de esta generación se realiza una selección individual para después llevar estos individuos a prueba de progenie y llegar a formar líneas experimentales (Allard, 1975).

El método de retrocruzamiento se puede usar tanto en especies autógamas como en alógamas; este método se utiliza cuando se pretende llevar genes de una variedad a otra. En este método se realizan una serie de retrocruzamientos con la variedad a mejorar, durante los cuales se mantienen por selección el carácter o los caracteres que se quieren introducir. Al final de los retrocruzamientos, el gen transferido estará en heterocigosis a diferencia de los demás. Para producir la homocigosis se recurre a la autofecundación, obteniéndose una variedad con la misma capacidad de adaptación, rendimiento y características de calidad del genitor recurrente, pero superior a dicho genitor en el carácter particular para el que se emprendió el programa de mejora (Allard, 1975; Poehlman, 1965).

Los métodos empleados para el mejoramiento genético del sorgo han sido los utilizados en las especies autógamas. Aún cuando normalmente se presenta en el sorgo alrededor de un 5% de polinización cruzada, también se pueden emplear algunos de los métodos utilizados en las especies alógamas, como es el caso del uso de poblaciones recombinantes con el gene ms_3 de androesterilidad, para posteriormente mediante selección recurrente llegar a obtener variedades con caracteres deseables (Poehlman, 1965; Brauer, 1969).

La siguiente etapa o el siguiente paso después de haber obtenido las líneas más prometedoras es la valoración final, la cual comprende:

- 1) Observación de caracteres desfavorables que puedan no haber aparecido en años anteriores.
- 2) Ensayos de calidad.
- 3) Ensayos rigurosos de rendimiento.

Una misma siembra puede servir para estos tres fines, debiendo hacerse por lo menos en cinco localidades representativas de la zona para la cual se ha producido, realizando por lo menos cinco ensayos en los cuales no deberá ser marcadamente inferior en rendimiento, adaptación o regularidad a la variedad a la que va a sustituir (Allard, 1975; Poehlman 1965).

MATERIALES Y METODOS

Localidad de trabajo

El presente estudio se realizó en los terrenos del Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, ubicado en el municipio de Marín, N.L., cuyas coordenadas geográficas son 25°52' de latitud norte y 100°03' de longitud oeste, con una altitud de 393 msnm.

El clima de la región, de acuerdo a la clasificación de Köpen y tomando en cuenta las modificaciones hechas por García (1973) para la República Mexicana, es seco (BS_1), cálido con temperatura media anual mayor a 22°C $[(h)'h]$, con régimen de lluvias intermedia entre verano e invierno (x') e, extremoso (c') (García, 1973).

Materiales

Para la realización del presente trabajo se emplearon todos los materiales necesarios para obtener una buena cama de siembra durante el desarrollo del cultivo, así como en la toma de datos y evaluación final.

El material genético que se utilizó fue proporcionado por el Programa de Sorgo, el cual es una parte de las líneas experimentales que el Programa deriva para cumplir parte de sus objetivos. El experimento se efectuó durante el ciclo Primavera de 1979 y formó parte del Subproyecto II que trató de la Evaluación y Conservación de Líneas Experimentales para la forma-

ción de variedades o de progenitores de híbridos, las cuales fueron derivadas de generaciones segregantes de híbridos comerciales mediante avance generacional y practicando autofecundación y selección de aquellos individuos con caracteres agronómicos deseables. Dichas líneas fueron formadas en el ciclo Primavera de 1978 (MP78).

El material genético constó de las ocho líneas experimentales siguientes: L.E. 75, L.E. 76, L.E. 77, L.E. 79, L.E. 80, L.E. 81, L.E. 82 y L.E. 83; además se utilizaron como testigos a los híbridos comerciales Oro y Pioneer-866, dando un total de 10 tratamientos en el experimento.

Métodos

Diseño experimental

Para la evaluación de los tratamientos se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, el cual se integró en cuatro repeticiones; la primera, segunda y tercera con 10 tratamientos cada una y la cuarta solamente con ocho ya que la L.E. 76 y 81 se perdieron por contar con escasa semilla y mala germinación.

Cada tratamiento se asignó aleatoriamente a una unidad experimental que constó de dos surcos de 5 m de longitud y con una separación de 0.80 m entre surcos. El modelo estadístico mediante el cual fue analizado el experimento es el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde: Y_{ij} = Es la observación del tratamiento i en la repetición j .

M = Es la media verdadera general.

T_i = Efecto verdadero del i -ésimo tratamiento.

B_j = Efecto verdadero del j -ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental de la ij -ésima observación.

Trabajo de campo

Preparación del terreno. Para ésto primeramente se procedió a dar un primer paso de rastra, después se efectuó la rotura y finalmente se dieron dos pasos de rastra para desmenuzar al máximo los terrones con el fin de obtener una buena distribución del agua de riego y a la vez tratar de disminuir una fuente de error experimental.

Posteriormente, se llevó a cabo un levantamiento topográfico con la finalidad de trazar curvas de nivel, utilizando una cuadrícula de 20 m X 20 m; una vez determinadas todas las cotas del terreno por medio de cada vértice de la cuadrícula se trazaron curvas de nivel a cada 10 cm de desnivel para después tener una pendiente de 0.1%, y ya conociendo la topografía del terreno, gracias a las curvas de nivel, se surcó y se trazaron los bloques o repeticiones con sus respectivas regaderas tomando en cuenta la dirección del riego.

Siembra y cultivos. La siembra se realizó en seco el 25 de marzo de 1979, a chorrillo, depositando la semilla en el fondo del surco, dejándola a una profundidad de 3 a 5 cm y

calculándose una densidad de siembra de 290,000 plantas/ha, aproximadamente. Inmediatamente después se aplicó el primer riego con el propósito de asegurar la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas durante la primera etapa de su desarrollo.

Cuando las plantas tenían aproximadamente 15 cm de altura se realizó el primer cultivo con el fin de aporcar y a su vez combatir las malas hierbas y así evitar su competencia. Después se efectuó el aclareo con el propósito de dejar una población de 250,000 plantas/ha, aproximadamente, dejando una distancia de 5 cm entre planta y planta. Después del aclareo se llevó a cabo un deshierbe manual y con azadón, con el objeto de eliminar las malas hierbas que hubieren quedado después del aclareo.

Durante el desarrollo del cultivo se aplicaron tres riegos en total; el primero inmediatamente después de la siembra como ya se mencionó, el segundo a los 45 días y el tercero a los 55 días después de la emergencia.

Cosecha. La cosecha se inició el 15 de julio de 1979 cuando el grano tenía de un 16 a 18% de humedad, cosechando cada uno de los tratamientos en las cuatro repeticiones; se cortaron únicamente las panojas de las plantas que tenían competencia completa.

Toma de datos

A fin de obtener una mayor información de los tratamien-

tos, durante el desarrollo del cultivo se procedió a tomar en cuenta una serie de características cualitativas y cuantitativas.

En las primeras se tomaron en cuenta cualidades desde el punto de vista agronómico, estimándolas visualmente.

A continuación se describe cada una de ellas.

- a) Tipo agronómico. Tomando en cuenta la apariencia general de cada uno de los tratamientos respecto a la sanidad y la uniformidad en altura, precocidad, tipo de panoja, tamaño de panoja y color de grano, se clasificó en base a la escala siguiente:
- 1 = Excelente. Al tener alta uniformidad de las características más importantes desde el punto de vista agronómico.
 - 2 = Buena. En el caso de que la mayoría del material tuviera características favorables.
 - 3 = Regular. Cuando se presentaron características buenas en términos medianamente aceptables.
 - 4 = Mala. Cuando se observó heterogeneidad, caracteres indeseables y ataque de enfermedades en los materiales estudiados.
- b) Sanidad. Para determinar el grado de sanidad de los tratamientos, así como de los testigos, se consideró la escala que sigue:

- 1 = Excelente. Al no detectarse la incidencia de enfermedades en las plantas (cero daño);
- 2 = Buena. En el caso de que casi no se presentaron daños de enfermedades en los materiales (10% de daño).
- 3 = Regular. Al encontrar más de un 20% de plantas atacadas por alguna enfermedad con poca intensidad de daños.
- 4 = Mala. Cuando se observan ataques fuertes de una o varias enfermedades.

- c) Tipo de panoja. Se clasificaron como de forma abierta, semiabierta y compacta o cerrada.
- d) Color del grano. En cuanto a este carácter se anotó el color predominante, así como si existía variación en el mismo.

En el análisis cuantitativo se consideraron las variables siguientes:

- a) Rendimiento de grano (g/parcela). Para poder obtener esta variable se cosecharon todas las plantas con competencia completa de cada uno de los tratamientos, cortando las panojas y dejando una longitud de raquis más o menos uniforme, se pesaron y se obtuvo el rendimiento de campo (g/parcela). Posteriormente se tomó una muestra aleatoria de 15 panojas, se pesaron, luego se desgranaron para obtener el peso del grano de dicha muestra dando la variable peso de grano de 15 panojas. En seguida se sacó la relación porcentual del peso de grano de las 15 panojas para que finalmente con el rendimiento de campo y el porcentaje de grano se determina-

ra el rendimiento estimado de grano (g/parcela).

- b) Altura de la hoja bandera (cm). Para obtener esta variable se tomaron 10 plantas al azar y con competencia completa; se midieron desde la superficie del suelo hasta donde se encontraba la hoja bandera para después obtener el promedio de cada tratamiento.
- c) Longitud de excursión (cm). Considerando la misma muestra se midió la excursión desde la hoja bandera hasta la base de la panoja, obteniendo después la media por tratamiento.
- d) Longitud de panoja (cm). En la muestra considerada se midió desde la base de la panoja hasta la punta terminal de la misma, determinando después el promedio en cada tratamiento.
- e) Rendimiento estimado de grano ajustado al 12% de humedad (g/parcela). Para la obtención de esta variable fue necesario determinar el porcentaje de humedad del grano de cada parcela, para después ajustar al 12% de humedad mediante la fórmula siguiente:

$$Rc = Pgh \times \frac{100 - Ph}{88}$$

Donde:

Rc = Rendimiento de grano al 12% de humedad (g/parcela)

Pgh = Peso del grano húmedo o peso de campo (g/parcela)

Ph = Porcentaje de humedad del grano.

- f) Plantas cosechadas por parcela. Se cosecharon todas aquellas plantas que tuvieron competencia completa, ya que en algunos casos no eran uniformes los tratamientos en cuanto a distancia entre plantas.
- g) Superficie cosechada por parcela (m^2). Se midió la longitud del surco en la que se cosecharon plantas con competencia completa y una vez multiplicada por la distancia entre surcos, se obtuvo la superficie cosechada.

Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico de las variables medidas se procedió en primer término a calcular las parcelas perdidas en el experimento mediante la fórmula siguiente:

$$X_{ij} = \frac{aT + nB - S}{(a - 1)(n - 1)} \quad (\text{Reyes, 1978})$$

Donde:

X_{ij} = Es el rendimiento de la parcela perdida.

a = Número de tratamientos

n = Número de bloques

T = Suma de los rendimientos de las parcelas aprovechables del mismo tratamiento que el de la parcela perdida.

B = Suma de los rendimientos de las parcelas aprovechables en el mismo bloque que el de la parcela perdida.

S = Suma de todos los rendimientos del lote experimental.

En el análisis estadístico se tomaron en cuenta dos critérios, uno por análisis de varianza y otro haciendo el ajuste

por covarianza; las variables altura de planta (cm), longitud de excursión (cm) y longitud de panoja (cm) se manejaron por análisis de varianza.

En el caso del rendimiento de grano se usaron las variables: rendimiento de campo, peso de 15 panojas, peso de grano de 15 panojas, porcentaje de humedad, plantas cosechadas por parcela y superficie cosechada por parcela.

Mediante éstas se procedió a calcular las variables rendimiento estimado de grano (g/parcela) y rendimiento estimado de grano ajustado al 12% de humedad (g/parcela), las cuales en su análisis estadístico se ajustaron por covarianza para tratar de reducir el error experimental y aumentar la precisión de los resultados, ya que mediante éste se elimina la variabilidad debida a la covariable, no sólo en la variación del error experimental sino también en las demás fuentes de variación. Se usaron como covariables el número de plantas cosechadas por parcela y la superficie cosechada por parcela (m^2).

Las hipótesis estadísticas a probar en los análisis de varianza fueron:

Ho: Igualdad de los tratamientos en cuanto a su comportamiento.

Ha: Al menos existe un tratamiento diferente a los demás.

En los análisis donde hubo diferencia significativa entre tratamientos se realizó la prueba de comparación de medias por el método de Duncan, para determinar cuál o cuáles tratamientos

fueron superiores.

El análisis estadístico se realizó usando el paquete SPSS del Centro de Cálculo de la UANL.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos de las variables consideradas en el presente experimento; como en todos los casos hubo diferencia significativa entre los tratamientos, se procedió a la comparación de medias por el método de Duncan.

Rendimiento de grano

Para aceptar o rechazar las hipótesis planteadas se realizaron análisis de varianza para las variables rendimiento estimado de grano y rendimiento estimado de grano al 12% de humedad (g/parcela) con las covariables plantas cosechadas y superficie cosechada (m^2).

En los Cuadros 8 y 9 del Apéndice se presentan los resultados de los análisis para el rendimiento estimado de grano (g/parcela) con plantas cosechadas y con superficie cosechada (m^2), respectivamente. Los resultados de los análisis para el rendimiento estimado de grano al 12% de humedad (g/parcela) con las covariables plantas cosechadas y superficie cosechada (m^2), se muestran en los Cuadros 10 y 11 del mismo Apéndice.

En el Cuadro 8 del Apéndice se rechaza la hipótesis planteada y se concluye que sí existen diferencias estadísticas entre tratamientos para la variable rendimiento de grano (g/parcela) con número de plantas, por lo que se procedió a la comparación de medias, la cual se encuentra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comparación de medias de rendimiento de grano (kg/parcela) ajustado por plantas cosechadas. Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1979.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento kg/parcela	$\alpha = 0.05$	Rendimiento kg/ha					
9	O R O	3.01185		7 695.31					
10	PIONEER 866	2.90420		7 420.27					
2	L.E. - 76 MP-78	2.53222		6 469.85					
3	L.E. - 77 MP-78	2.21579		5 661.37					
1	L.E. - 75 MP-78	2.17795		5 564.69					
6	L.E. - 81 MP-78	2.12313		5 424.62					
5	L.E. - 80 MP-78	2.00016		5 110.43					
4	L.E. - 79 MP-78	1.82965		4 674.78					
7	L.E. - 82 MP-78	1.82661		4 667.01					
8	L.E. - 83 MP-78	1.79574		4 588.14					
G.DE M.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.E.	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38
R.M.E.	330.018	346.971	356.013	363.924	370.705	374.096	377.48	380.877	382.007

C.V. = 20.16%

$\bar{y} = 113.02$

Como se puede apreciar en el Cuadro anterior, ninguno de los tratamientos superó estadísticamente en rendimiento a los testigos, por lo tanto no se presentaron líneas sobresalientes.

Para la variable rendimiento de grano (g/parcela) con su superficie cosechada (m^2) en su análisis se puede apreciar en el Cuadro 9 del Apéndice que existen diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0.05, por lo que se procedió a realizar la comparación de medias, la cual se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Comparación de medias de rendimiento de grano (kg/parcela) ajustado por superficie cosechada. Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1979.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento kg/parcela	$\alpha = 0.05$	Rendimiento kg/ha					
9	O R O	3.18676		6 868.02					
10	PIONEER 866	3.04048		6 552.76					
2	L.E. - 76 MP-78	2.27910		4 911.85					
6	L.E. - 81 MP-78	2.24401		4 836.23					
1	L.E. - 75 MP-78	2.03587		4 387.65					
3	L.E. - 77 MP-78	2.01975		4 352.91					
7	L.E. - 82 MP-78	1.98534		4 278.75					
5	L.E. - 80 MP-78	1.93623		4 172.91					
8	L.E. - 83 MP-78	1.91781		4 133.21					
4	L.E. - 79 MP-78	1.77256		3 820.17					
G.DE M.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.E.	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38
R.M.E.	330.37	347.34	356.39	364.31	371.10	374.50	377.89	381.28	382.41
C.V. = 20.18%									$S\bar{y} = 113.142$

En el Cuadro anterior se puede notar que los dos testigos utilizados resultaron estadísticamente superiores en cuanto a rendimiento a los tratamientos, por lo que no hubo líneas sobresalientes.

En el Cuadro 10 del Apéndice del análisis de varianza para rendimiento de grano ajustado por humedad (g/parcela) con plantas cosechadas, se rechaza la hipótesis planteada, habiendo diferencia significativa a un nivel de significancia de 0.05, por lo que en el Cuadro 3 se presenta la comparación de medias.

Cuadro 3. Comparación de medias de rendimiento de grano ajustado por humedad (kg/parcela) con plantas cosechadas. Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1979.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento kg/parcela	$\alpha=0.05$	Rendimiento kg/ha
9	O R O	3.05435		7 803.90
10	PIONEER 866	2.92417		7 471.29
2	L.E. - 76 MP-78	2.51718		6 431.43
3	L.E. - 77 MP-78	2.24612		5 738.86
1	L.E. - 75 MP-78	2.18659		5 586.76
6	L.E. - 81 MP-78	2.13583		5 457.07
5	L.E. - 80 MP-78	2.02069		5 162.89
4	L.E. - 79 MP-78	1.83109		4 678.46
7	L.E. - 82 MP-78	1.81694		4 642.30
8	L.E. - 83 MP-78	1.79914		4 596.82
G.DE M.	2 3 4 5 6 7 8 9 10			
R.E.	2.92 3.07 3.15 3.22 3.28 3.31 3.34 3.37 3.38			
R.M.E.	334.92 352.12 361.30 369.33 376.21 379.65 383.00 386.53 387.68			

C.V.= 20.36%

sy= 114.70

En el Cuadro anterior se puede observar que solamente una línea resulta estadísticamente igual a los testigos Oro y Pioneer 866, siendo ésta LE-76, también se puede ver que el resto de las líneas fueron inferiores en cuanto a su rendimiento respecto al de los testigos.

Para la variable rendimiento de grano ajustado por humedad (g/parcela) con superficie cosechada, en el Cuadro 11 del Apéndice se aprecia que se rechaza la hipótesis planteada, habiendo diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0.05; por lo que se presenta la comparación de medias en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Comparación de medias de rendimiento de grano ajustado por humedad (kg/parcela) con superficie cosechada. Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1979.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento kg/parcela	$\alpha = 0.05$	Rendimiento kg/ha					
9	0 R 0	3.22897		6 958.99					
10	PIONEER 866	3.05959		6 593.94					
2	L.E. - 76 MP-78	2.26581		4 883.21					
6	L.E. - 81 MP-78	2.25467		4 859.20					
3	L.E. - 77 MP-78	2.05240		4 423.27					
1	L.E. - 75 MP-78	2.04582		4 409.09					
7	L.E. - 82 MP-78	1.97325		4 252.69					
5	L.E. - 80 MP-78	1.95732		4 218.36					
8	L.E. - 83 MP-78	1.92026		4 138.49					
4	L.E. - 79 MP-78	1.77402		3 823.32					
G.DE M.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.E.	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38
R.M.E.	335.66	352.90	362.10	370.14	377.04	380.49	383.94	387.39	388.54

C.V.= 20.4%

$S\bar{y} = 114.953$

Como se puede observar en el Cuadro anterior, las líneas experimentales se mostraron inferiores en rendimiento en cuanto a los dos testigos, por lo que no hubo líneas sobresalientes.

Caracteres agronómicos

Se realizaron los análisis de varianza correspondientes a las variables altura de planta, longitud de excursión y longitud de panoja, con el fin de probar las hipótesis planteadas y a la vez observar el comportamiento de los materiales.

En virtud de que en las tres variables analizadas se observó diferencia significativa a un nivel de significancia de 0.05, se procedió a efectuar la comparación de medias por el método de Duncan, con la finalidad de determinar los tratamientos que resultaron ser superiores para tales caracteres.

En el Cuadro 12 del Apéndice se presenta el análisis de varianza para la variable altura de planta en el que se puede apreciar que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, por lo que se procedió a realizar la comparación de medias por el método de Duncan, la cual se presenta en el Cuadro 5. En dicho Cuadro se puede observar que las líneas experimentales LE-83, LE-79, LE-76 y LE-75 resultaron ser superiores en cuanto a este carácter superando a los testigos Oro y Pioneer 866, las líneas LE-82, LE-81, LE-77 y LE-80 igualaron estadísticamente al testigo Pioneer 866, más no al testigo Oro que resultó ser diferente a todos los tratamientos, ya que presentó la menor altura.

Cuadro 5. Comparación de medias para altura de la hoja bandera (cm.). Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1978.

Tratamiento	Descripción	Altura (cm)	$\alpha = 0.05$							
8	LE-83	65.80								
4	LE-79	63.05								
2	LE-76	61.78								
1	LE-75	61.16								
10	PIONEER 866	58.20								
7	LE-82	57.40								
6	LE-81	57.17								
3	LE-77	56.23								
5	LE-80	54.40								
9	ORO	46.96								
G.DE M.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R.E.	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	
R.M.E.	4.20	4.42	4.53	4.63	4.72	4.76	4.80	4.85	4.86	
C.V. = 4.9%								$S\bar{y} = \frac{\sqrt{8.314}}{4} = 1.44$		

En el Cuadro 13 del Apéndice se expone el análisis de varianza para la variable longitud de excersión (cm) en donde se observa una diferencia altamente significativa entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0.05, por lo que en el Cuadro 6 se presenta la comparación de medias por el método de Duncan.

Cuadro 6. Comparación de medias para longitud de excersión (cm). Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1979.

Tratamiento	Descripción	Longitud de Excersión (cm)	$\alpha = 0.05$						
5	L.E. - 80	20.66							
9	ORO	15.21							
10	PIONEER 866	15.20							
4	L.E. - 79	15.10							
7	L.E. - 82	13.73							
8	L.E. - 83	12.91							
3	L.E. - 77	12.80							
6	L.E. - 81	12.80							
1	L.E. - 75	4.63							
2	L.E. - 76	1.75							
G.DE M.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.E.	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38
R.M.E.	3.50	3.68	3.78	3.86	3.93	3.97	4.0	4.04	4.05

C.V. = 19.38%

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{5.855}{4}} = 1.20$$

En este Cuadro se observa que la línea R experimental LE-80 presenta una mayor excersión que el resto de los materiales, resultando ser estadísticamente iguales a los testigos las líneas LE-79, LE-82, LE-83, LE-77 y LE-81, excepto las líneas LE-75 y LE-76 las cuales presentaron una menor longitud de excersión.

El análisis de varianza para la variable longitud de paja (cm) se encuentra en el Cuadro 14 del Apéndice; en éste se encontró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, por lo que se procedió a hacer la comparación de medias, mostrándose ésta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Comparación de medias para longitud de panoja (cm). Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1979.

Tratamiento	Descripción	Longitud de panoja (cm)	$\alpha = 0.05$							
5	LE-80	28.02								
8	LE-83	27.88								
7	LE-82	26.97								
2	LE-76	25.96								
9	ORO	25.68								
3	LE-77	24.68								
6	LE-81	24.53								
1	LE-75	22.72								
4	LE-79	21.95								
10	PIONEER 866	21.71								
G.DE M.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R.E.	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	
R.M.E.	1.71	1.79	1.84	1.88	1.92	1.93	1.95	1.97	1.98	
C.V. = 4.69%								$s\bar{y} = \frac{\sqrt{1.378}}{4} = .586$		

En este Cuadro se observa que las líneas R experimentales LE-80, LE-83 y LE-82 resultaron ser iguales y a su vez presentan panojas más grandes que el resto de los tratamientos, mientras que las líneas LE-75 y LE-79 y el testigo Pioneer 866 mostraron panojas más pequeñas que el resto de los tratamientos.

DISCUSION

En función de los resultados obtenidos de los análisis de varianza y comparación de medias para rendimiento de grano se puede deducir que solamente una de las líneas experimentales (LE-76) resultó estadísticamente igual a los testigos, en lo que respecta a rendimiento de grano al 12% de humedad y ajustado por plantas cosechadas, por lo que podría ser utilizada para la formación de híbridos como progenitor macho, o también, como variedad de "polinización libre"; sin embargo, debe evaluarse durante mas años y en localidades diferentes para tener una mayor certeza de su comportamiento.

Inclusive, en las comparaciones de medias se observa que algunas líneas como la L.E. 75, L.E. 77 y L.E. 81, aunque no igualan estadísticamente a los testigos, muestran potencial de rendimiento, por lo que se podría pensar en evaluar en otras localidades donde pudieran llegar a expresar dicho potencial, ya que la localidad de Marín, N. L. no es en sí un buen ambiente.

El hecho de que en los análisis para rendimiento de grano se hayan utilizado las covariables plantas cosechadas y superficie cosechada, fue con la finalidad de eliminar la variabilidad que presentaron estos dos factores. Por otro lado se aumenta la precisión de los resultados al eliminar una posible fuente de error experimental.

Sin embargo es necesario anotar que en dichos análisis se obtuvieron coeficientes de variación altos, lo cual se puede atribuir a la influencia de factores aleatorios entre los cuales se podrían considerar: la mala distribución de los riegos, la heterogeneidad del suelo en cuanto a la fertilidad del mismo, así como también al tamaño de parcela, que se tuvo el cual se podría considerar pequeño para obtener una adecuada evaluación agronómica de los materiales experimentales.

En términos generales y en virtud de haber obtenido coeficientes de variación altos, los resultados de rendimiento no se pueden considerar como muy confiables. No obstante, sí se puede decir que la información que se obtuvo sirve como información preliminar acerca del comportamiento de los materiales experimentales, que puede ser utilizado para descartar materiales con caracteres agronómicos indeseables.

Por otro lado, para las variables altura de hoja bandera, longitud de excursión y longitud de panoja, se apreciaron diferencias significativas entre tratamientos.

Para las variables altura de planta y longitud de panoja, los resultados obtenidos pueden considerarse confiables, en virtud de haberse obtenido coeficientes de variación bastante bajos (4.90% y 4.69% , respectivamente). Mientras que en la variables longitud de excursión se tuvo un coeficiente de variación alto (19.38%), por lo que dichos resultados no pueden considerarse confiables.

En las comparaciones de medias respectivas, se observó que hubo líneas experimentales que igualaron e incluso superaron a los testigos híbridos comerciales. Considerando la altura de los híbridos y de las líneas, se puede decir que no existe entre ellos diferencias grandes que hagan eliminar por un porte muy alto a alguna de las líneas.

Por otro lado para la variable longitud de excursión todas las L.E. son buenas excepto la L.E. 75 y L.E. 76 las cuales presentaron una menor excursión, pero ambas con buenos rendimientos.

Para el caso de longitud de panoja todas las líneas pueden considerarse como buenas en virtud de que no existen grandes diferencias entre tratamientos; sin embargo las líneas R experimentales L.E. 75, L.E. 76, L.E. 77 y la L.E. 81 presentaron panojas de buen tamaño y mejores rendimientos que el resto de las líneas por lo que podrían utilizarse como progenitores de híbridos o bien como variables de polinización libre.

Como complemento a toda la información antes mencionada en el Cuadro 15 del Apéndice, se concentran los datos de los materiales evaluados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando los resultados obtenidos en el presente experimento, en base a los análisis realizados a las diferentes variables, se pueden deducir las conclusiones y recomendaciones siguientes:

Conclusiones

1. En el análisis de varianza para rendimiento de grano al 12% de humedad ajustado por plantas cosechadas, se encontró una diferencia significativa entre tratamientos, resultando la línea 76 estadísticamente igual a los testigos Oro y Pioneer 866. En los demás criterios de análisis para el rendimiento no se encontraron líneas que igualaran a los testigos.
2. Debido a que se presentaron coeficientes de variación relativamente altos para los diferentes criterios, se piensa que pudo haber influencia de factores aleatorios que no fue posible controlar, lo que originó una baja precisión en los resultados.
3. En los análisis de varianza efectuados para las variables altura de planta, longitud de excursión y longitud de panoja, se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos.
4. Para la variable altura de planta no se obtuvieron diferencias significativa excepto el testigo Oro el cual presentó la menor altura.

5. La línea experimental LE-80 resultó tener mayor longitud de excursión, mientras que la LE-75 y LE-76 mostraron la menor longitud, presentando la misma que los testigos el resto de los tratamientos.
6. En cuanto a la variable longitud de panoja, se observó que las líneas de mayor longitud fueron la LE-80, LE-83 y la LE-82, superando a los testigos Oro y Pioneer-866.
7. En general, las líneas pueden competir en caracteres agronómicos a los híbridos, a excepción de las LE-75 y 76 que mostraron muy poca longitud de excursión.
8. Las líneas experimentales LE-75, LE-76, LE-77 y LE-81 presentaron una altura intermedia, panojas adecuadas y rendimientos superiores al resto de los tratamientos.

Recomendaciones

1. Realizar una adecuada preparación del terreno, con la finalidad de dejar el suelo "mullido" para obtener una buena cama de siembra, que facilite la germinación de la semilla.
2. Controlar la aplicación del riego mediante curvas de nivel para lograr una mejor distribución del agua de riego, ya que la uniformidad de las condiciones de humedad del suelo son necesarios para las labores de siembra y de cultivo.
3. Efectuar la siembra a tierra venida, con el objetivo de disminuir las malas hierbas que afectan el buen desarrollo du-

rante las primeras etapas de la planta.

4. Efectuar la siembra en las fechas establecidas para la región, a fin de evitar la incidencia de plagas durante los periodos críticos de desarrollo de la planta.
5. Mantener el cuidado durante todo el ciclo de cultivo para disminuir el error experimental y llegar a obtener resultados más confiables.
6. Aumentar el tamaño de la unidad experimental a fin de disminuir el efecto de orilla.
7. Seguir evaluando en varias localidades y en varios años para tener resultados mas confiables del comportamiento de las líneas.

R E S U M E N

El presente trabajo se llevó a cabo en los terrenos del Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, ubicado en el municipio de Marín, N. L.

El material genético utilizado fue proporcionado por el Programa de Sorgo del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la UANL; constó de ocho líneas y dos híbridos comerciales (Oro y Pioneer-866) los cuales fueron utilizados como testigos.

El diseño experimental bajo el cual se estableció el experimento fue el de bloques al azar y el cual se integró por diez tratamientos en cuatro repeticiones. El tamaño de parcela fue de dos surcos de 5 m de longitud y 0.80 m de separación entre surcos.

Para la evaluación de los materiales se procedió a tomar una serie de datos que se clasificaron en características cualitativas y cuantitativas. Dentro de las primeras se anotó el tipo agronómico, tipo de panoja, color del grano y sanidad general. Los caracteres cuantitativos que se analizaron fueron los siguientes: altura de planta, longitud de excursión, longitud de panoja, rendimiento de grano, rendimiento de grano estimado al 12% de humedad, plantas cosechadas por parcela y superficie cosechada por parcela. Se realizó el análisis estadístico de todas estas variables, ajustando el rendimiento por

las covariables de plantas cosechadas y superficie cosechada. Se hizo el ajuste por covarianza para tratar de reducir el error experimental y aumentar la precisión de los resultados.

Como en todos los análisis se observó diferencia estadística entre los tratamientos, se procedió a la comparación de medias por el método de Duncan para determinar los tratamientos superiores.

En la comparación de medias para rendimiento de grano ajustado por humedad (kg/parcela) con número de plantas, la línea 76 resultó estadísticamente igual a los testigos Oro y Pioneer-866.

En la comparación de medias para longitud de excursión la LE-80 resultó tener mayor longitud de excursión, mientras que la LE-75 y LE-76 mostraron la menor longitud.

En cuanto a la variable longitud de panoja, se observó que las líneas de mayor longitud fueron la LE-80, LE-83 y LE-82.

En general las líneas experimentales LE-75, LE-76, LE-77 y LE-81 presentaron una altura intermedia, panojas adecuadas y rendimientos superiores al resto de los tratamientos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Allard, R. W. 1975. Principios de la mejora genética de las plantas. Segunda Edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
2. Brauer H., O. 1969. Fitogenética aplicada. Primera Edición. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México, D. F.
3. De la Garza G., J. L. 1974. Curso de fitopatología. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.
4. De la Loma, J. L. 1973. Genética general y aplicada. Tercera Edición. Editorial UTEHA. México, D. F.
5. García M., E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Segunda Edición. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. México, D. F.
6. Girón C., R. y J. Aguirre R. 1978. Academia sobre enfermedades de maíz y sorgo. CIAGON, INIA. Río Bravo, Tamps., México.
7. Martín, H. J. y M. M. Mac Master. 1965. Usos industriales del sorgo. Editorial Herrero, S. A. México, D. F.
8. Poehlman, J. M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Primera Edición. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México, D. F.

9. Reyes C., P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Primera Edición. Editorial Trillas, S. A. México, D. F.
10. Robles S., R. 1975. Producción de granos y forrajes. Primera Edición. Editorial Trillas, S. A. México, D. F.
11. Wall, S.S. y W. M. Ross. 1975. Producción y usos del sorgo. Primera Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
12. Wilson, H. K. y A. C. Rocher. 1965. Producción de cosechas. Primera Edición. Compañía Editorial Continental, S. A. México, D. F.
13. Williams, W. 1975. Principios de genética y mejora de las plantas. Primera Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

APENDICE

Cuadro 8. Análisis de varianza para rendimiento de grano (g/parcela) ajustado por plantas cosechadas. Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1979.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05
Covariable	1	20 022 109.559	20 022 109.559	97.96**	4.26
Tratamiento	9	5 107 936.326	567 548.480	2.776*	2.30
Repetición	3	2 643 730.933	881 243.644	4.671*	3.01
Error	24	4 905 048.083	204 377.003		
Total	39	31 599 298.828	810 238.431		

$\bar{X} = 2\ 241.74\ g$ C.V. = 20.16%

Cuadro 9. Análisis de varianza para rendimiento de grano (g/parcela) ajustado por superficie cosechada (m²). Evaluación de líneas experimentales en Marín Primavera de 1978.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05
Covariable	1	17 771 422.349	17 771 422.349	86.765**	4.26
Tratamiento	9	7 646 272.073	849 585.786	4.147*	2.30
Repetición	3	1 744 373.724	581 457.908	2.838 N.S.	3.01
Error	24	4 915 701.490	204 820.895		
Total	39	31 599 298.828	810 238.431		

$\bar{X} = 2\ 241.74\ g$ C.V. = 20.18%

* = Diferencia significativa.
 ** = Diferencia altamente significativa.
 N.S. = No significativa.

Cuadro 10. Análisis de varianza para rendimiento estimado de grano (g/parcela) al 12% de humedad ajustado por plantas cosechadas. Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1979.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05
Covariable	1	20 431 642.024	20 431 642.024	97.056**	4.26
Tratamiento	9	5 229 951.847	581 105.761	2.760*	2.30
Repetición	3	2 660 696.032	886 896.677	4.213*	3.01
Error	24	5 052 311.982	210 512.999		
Total	39	32 229 378.537	826 394.321		

$\bar{X} = 2\ 253.21\ g$

C.V. = 20.36%

Cuadro 11. Análisis de varianza para rendimiento estimado de grano (g/parcela) al 12% de humedad ajustado por superficie cosechada (m^2). Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1979.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05
Covariable	1	18 099 600.563	18 099 600.563	85.605**	4.26
Tratamiento	9	7 882 400.367	875 822.263	4.142*	2.30
Repetición	3	1 702 207.286	567 402.429	2.683 N.S.	3.01
Error	24	5 074 310.712	211 429.613		
Total	39	32 229 378.537	826 394.321		

$\bar{X} = 2\ 253.21\ g$

C.V. = 20.4%

* = Diferencia significativa.

** = Diferencia altamente significativa.

N.S. = No significativa.

Cuadro 12. Análisis de varianza para altura de planta (cm).
Evaluación de líneas R experimentales en Marín
Primavera de 1979.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05
Tratamiento	9	996.351	110.706	13.314**	2.28
Repetición	3	151.835	50.612	6.087*	2.99
Error	25	207.866	8.314		
Total	39	356,052	9,129		

$\bar{X} = 58.22$ cm C.V. = 4.9%

Cuadro 13. Análisis de varianza para longitud de excersión
(cm). Evaluación de líneas R experimentales en
Marín Primavera de 1979.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05
Tratamiento	9	1 069.207	118.801	20.288**	2.28
Repetición	3	35.991	11.997	2.048 N.S.	2.99
Error	25	146.390	5.855		
Total	39	1 251.588	32.692		

$\bar{X} = 12.48$ cm C.V. = 19.38%

Cuadro 14. Análisis de varianza para longitud de panoja (cm).
Evaluación de líneas R experimentales en Marín Pri
mavera de 1979.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05
Tratamiento	9	193.580	21.509	15.602**	2.28
Repetición	3	47.709	15.903	11.535*	2.99
Error	25	34.465	1.378		
Total	39	275.753	7.071		

$\bar{X} = 25.02$ cm C.V. = 4.69%

* = Diferencia significativa.
** = Diferencia altamente significativa.
N.S. = No significativa.

Cuadro 15. Concentración de caracteres agronómicos de los materiales evaluados. Evaluación de líneas R experimentales en Marín Primavera de 1979.

Tratamiento	Altura (cm)	Long. de excursión (cm)	Long. de panoja (cm)	Días a floración	Tipo agronómico.	Sanidad general	Tipo de panoja	Color de grano
LE - 75	61.16	4.63	22.72	65	Buena	Buena	Compacta	Rojo
LE - 76	61.78	1.75	25.96	66	Excelente	Regular	Compacta	Anaranjado
LE - 77	56.23	12.80	24.68	67	Regular	Excelente	Compacta	Anaranjado
LE - 79	63.05	15.10	21.95	67	Buena	Excelente	Compacta	Anaranjado
LE - 80	54.40	20.66	28.02	65	Buena	Regular	Compacta	Anaranjado
LE - 81	57.17	12.80	24.53	66	Buena	Regular	Compacta	Anaranjado
LE - 82	57.40	13.73	26.97	65	Buena	Regular	Compacta	Anaranjado
LE - 83	65.80	12.91	27.88	67	Buena	Buena	Semicompacta	Rojo
Oro	46.96	15.21	25.68	65	Excelente	Mala	Abierta	Ocre
Pioneer	58.20	15.20	21.71	66	Buena	Buena	Compacta	Anaranjado

