

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



“SELECCION Y EVALUACION DE MATERIALES DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) DE GRANO BLANCO PARA CONSUMO HUMANO”.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

JOSE SANCHEZ MARTINEZ

GUADALAJARA, JALISCO. 1986



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Diciembre 11, 1985.

C. PROFESORES

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS. DIRECTOR.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA. ASESOR.

ING. SANTIAGO SANCHEZ MARTINEZ. ASESOR.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

"SELECCION Y EVALUACION DE MATERIALES DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) DE GRANO BLANCO PARA CONSUMO HUMANO."

JOSE SANCHEZ MARTINEZ

presentado por el PASANTE han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

PIENSA Y TRAJAJA!
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

hlg.

Al contestar este oficio sírvase dar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Diciembre 11, 1985.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA,
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA,
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

JOSE SANCHEZ MARTINEZ titulada,

"SELECCION Y EVALUACION DE MATERIALES DE SORGO (Sorghum bicolor L. Moench) DE GRANO BLANCO PARA CONSUMO HUMANO."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. M.C. ELÍAS SANDOVAL ISLAS



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

ASESOR.

ASESOR.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA.

ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

DEDICATORIAS

A la Memoria de mi Madre:

Quien se esforzó hasta el último momento por ver
culminada mi profesión.

A mi Padre:

Con cariño y admiración.

A mi Esposa Aída:

Por el apoyo que de ella he recibido en los mo-
mentos que lo necesito, por soportar mi ausencia
en el desarrollo de mi vida profesional, gracias
por ser así Aída.

A mi pequeñito ser que tanto adoro:

Mi hijita Laura Lizbeth.

A mis hermanos:

Enrique, Graciela, Rosa y Jovita.
Por su apoyo que he recibido siempre.

A todos mis familiares:

Que me dieron apoyo durante mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros:

Por su amistad, entusiasmo y apoyo que recibí en el
transcurso de mi profesión y que aún se conserva to-
do esto.

AGRADECIMIENTOS

A mi Director de Tesis:

M.C. Elías Sandoval Islas

Por su valioso apoyo para la elaboración de esta tesis, por su amistad.

A mis Asesores:

Ing. Andrés Rodríguez García

Por su apoyo brindado para la realización de esta tesis.

M.C. Santiago Sánchez Preciado

Por su asesoría, sugerencias y corrección atinada del manuscrito, por su amistad.

Dr. J. Alberto Betancourt Vallejo

Por su valiosa orientación recibida durante mi formación profesional.

A mis Maestros:

Con el aprecio que de mí se merecen, por haberme -
conducido en mi vida profesional.

A la Universidad de Guadalajara y a la Facultad de Agricultura:

Por haberme dado la oportunidad de ser miembro de ella, y por los conocimientos que recibí que de -
muchu utilidad me han sido en mi vida profesional.

Al Grupo de Investigación:

Por su valiosa colaboración para que cada uno de los trabajos se realicen con éxito, gracias a todos por su apoyo.

A toda aquella persona o institución que de una u otra manera ayudaron para el desarrollo de esta tesis.



C O N T E N I D O

	Pag.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	
RESUMEN	
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	
Origen y Distribución del Sorgo.	3
Métodos de Mejoramiento.	4
Factores que Afectan la Calidad del Grano. . .	11
Usos del Sorgo en la Alimentación Humana . . .	15
Características del Grano de Sorgo	16
- La estructura del grano de sorgo	16
Método de Predicción de Calidad en Variedades de Sorgo	22
III MATERIALES Y METODOS	
Descripción Fisiográfica	23
- Clima.	23
- Suelo.	24
Material Genético.	25
Metodología Experimental	26
Aspectos Agronómicos	28
Variables Estudiadas	31
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
V CONCLUSIONES	43
VI BIBLIOGRAFIA	44
APENDICE	48

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Pag.
Cuadro 1	27
Cuadro 2	34
Cuadro 3	37
Cuadro 4	39
Cuadro 5	42
Cuadro 6	48
Cuadro 7	49
Cuadro 8	50
Cuadro 9	51
Cuadro 10	52
Cuadro 11	53
Figura 1	18
Figura 2	21



RESUMEN

No obstante que el cultivo del sorgo es una fuente importante en la alimentación humana en algunos países del mundo, principalmente en la elaboración de tortillas, en México no se ha logrado dar este uso, debido al color del grano que imparte una coloración indeseable en los productos alimenticios y al contenido de taninos y polifenoles presentes en el grano encontrándose principalmente en la testa, la que confiere el color rojizo o café del grano.

Estas características pueden eliminarse utilizando materiales de sorgo carentes de testa y polifenoles en cualquier otra parte del grano. En base a lo anterior y al contar con líneas segregantes aptas para la alimentación humana; los objetivos planteados en el trabajo son el de seleccionar plantas con características deseadas dentro de las líneas que se evaluaron, a su vez se compara la capacidad productiva de las líneas con 16 híbridos comerciales además de otras características agronómicas deseables.

La metodología de selección utilizada fue el método genealógico modificado, conocido como evaluación de generaciones tempranas considerando así los criterios establecidos.

El diseño utilizado para las evaluaciones fue el de bloques al azar con tres repeticiones evaluándose durante los ciclos P/V 83 y 84. Al realizar los análisis de varianza para rendimiento en el ciclo P/V 83, se observó que las líneas UDG-4 y UDG-10 mostraron la misma capacidad productiva que aquéllos

híbridos que mostraron el mayor rendimiento en esta evaluación sin embargo no presentaron superioridad estadística significativa con respecto a los mismos, lo cual indica que en cuanto a rendimiento en esta evaluación fueron estadísticamente iguales a los híbridos comerciales.

Para el ciclo P/V 84 al efectuar la prueba de comparación de medias (Duncan 0.05%) resultó que las líneas UDG-8;7;4 y 5 -- presentaron una superioridad estadísticamente significativa -- para rendimiento con respecto al resto de los materiales in-- cluidos en dicha evaluación entre los que se encuentran tres -- híbridos comerciales, y observándose además que las líneas -- UDG-4 y UDG-10 se comportaron muy estables en ambas evaluaciones realizadas (P/V 83 y P/V 84) en cuanto a rendimiento, lo -- cual hace suponer que se requiere validar algunas de estas lí-- neas, para asegurar que sean sembradas con éxito en las prin-- cipales zonas sorgueras del Estado, ya que muestran además de un rendimiento aceptable igual o mayor que algunos híbridos co-- merciales, una buena sanidad de planta.

En la actualidad en la Facultad se dispone de semilla genética de éstas líneas para lograr su validación así como para propor-- cionar semilla a instituciones oficiales que estén realizando investigaciones afines y que la soliciten.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

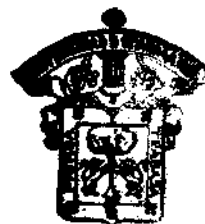
1. INTRODUCCION

El cultivo del sorgo representa una fuente importante en la alimentación tanto humana como animal. En los países de Asia, Africa, Mediano y Cercano Oriente, así como en países centroamericanos (Honduras, El Salvador y Guatemala), este cereal se utiliza como materia prima para la elaboración de tortillas y otros productos derivados de éste. Sin embargo, en otros países como son los EE.UU. y México, la utilización del sorgo es exclusivo para la alimentación animal, ya sea de manera directa o en alimentos balanceados.

Pese a que la producción de granos es insuficiente para satisfacer la demanda de alimentos en el país, el total de la producción de este grano es destinado al consumo animal. La limitante del sorgo para que sea utilizado en la alimentación humana ha sido la coloración indeseable que imparte a los productos alimenticios y el contenido de taninos, compuestos polifenólicos que se localizan principalmente en la testa, la que confiere el color rojizo o café del grano. Estas características pueden ser eliminadas utilizando materiales de sorgo carentes de testa ni productos polifenólicos en cualquier otra parte del grano. La calidad alimenticia del sorgo es muy similar a la de maíz y es factible obtener con el sorgo los mismos subproductos elaborados con maíz a excepción del aceite. Por consiguiente es importante la obtención de híbridos y/o variedades con

alta calidad alimenticia además de poseer características agronómicas deseables, en base a lo anterior se plantean los siguientes objetivos:

- 1) Seleccionar entre y dentro de líneas.
- 2) Evaluar la capacidad productiva de las líneas seleccionadas, en comparación con híbridos comerciales.
- 3) Dar a conocer las bondades de las mejores líneas en la alimentación humana.



ESCUELA DE AGRÓNOMOS
BIBLIOTECA

II REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y distribución del sorgo.

Existen indicios de que es originario del Africa Oriental - (probablemente de Etiopía o Sudán) y que apareció en tiempos prehistóricos entre 5,000 y 7,000 años atrás o tal vez más. (Wall y Ross, 1975).

Es difícil determinar donde y cuando ocurrió la domesticación del sorgo de Wet et al (1970).

Murdock (1959) ha sugerido que el sorgo pudo haber sido domesticado por la gente del Mande alrededor de las aguas del Río Niger. Doggett (1965a) indica que la evidencia arqueológica sugiere que la práctica de la domesticación del cereal se introdujo a Egipto y Etiopía alrededor del año 3,000 A.C. (House, 1982).

El testimonio histórico más antiguo que se dispone es el - que comenta Wall y Ross (1975) donde el cultivo del sorgo a parece en una escultura del Palacio de Sena Querib, en Nini ve, Asiria, probablemente del año 700 A.C. hacia el comienzo de la era cristiana se le conoció en la India y Europa. Y Plinio la menciona en el siglo I.

La distribución sugiere que el Sorghum bicolor L. Moench se introdujo a China probablemente desde la India, alrededor - del tercer siglo D.C. la presencia de los tipos de durra en Corea y las provincias chinas cercanas, sugiere que pudie--

ron haber sido introducidos en esas regiones a través de las antiguas rutas de seda del Asia Menor.

En cuanto a América, el conocimiento del sorgo es relativamente nuevo. Se introdujo a los Estados Unidos de Norteamérica en 1857, y se utilizó extensamente para producir jara-be a principios de los años 1900 (Doggett, 1965a). En la actualidad el sorgo es uno de los cultivos de grano más importante en varios de los estados del oeste del país. Por lo que respecta a Centro y Sudamérica, adquiere rasgos de importancia a partir de los años cincuenta de este siglo. (House, 1982).

Métodos de Mejoramiento.

Desde los últimos años del siglo pasado hasta la fecha, han trabajado en la producción del cultivo de sorgo muchas personas e instituciones con diversos proyectos, objetivos y técnicas enfocadas a lograr capacidad de alta producción, y con ello la aceptación del cultivo por los agricultores. Para alcanzar la meta planeada se han seguido diversos caminos e entre los que se encuentra el mejoramiento genético (Romero, 1984.)

Una población de plantas autógamias está compuesta por lo general de una mezcla de líneas puras, recordando que una línea pura es el conjunto de plantas que se reproducen mediante semilla, conservando sus caracteres hereditarios idénti-

cos de una generación a otra, tanto como entre las plantas de la misma generación. Esta igualdad hereditaria cuando las plantas se reproducen a través de semilla es una manifestación de la homocigosis, es decir, de que todas las plantas tienen una composición genética idéntica y los gametos que en ellas se forman son también genéticamente idénticos entre sí. (Brauer, 1981).

Allard (1980) considera a los métodos de mejora genética más eficaces para especies autógamas y los agrupa de la siguiente manera.

- 1.- Selección individual.
- 2.- Selección masal.
- 3.- Hibridación, en la que se pueden seguir tres métodos de trabajo con generaciones segregantes.
 - a) Genealógico.
 - b) Masivo.
 - c) De retrocruzamiento.

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

Poehlman (1981) señala que los principales métodos para crear nuevas variedades de las especies autofecundadas son: a) introducción, b) selección y c) hibridación, Cada uno con sus propias características esenciales pero enfocadas con un mismo propósito de generar mejores variedades. Una consideración que debe recordarse en el mejoramiento de las especies de au-

tofecundación es que en el campo se pueden cultivar un gran número de plantas diferentes genéticamente unas al lado de las otras con reproducción natural. Aun cuando en los cultivos de autofecundación se presentan diversos grados de polinización cruzada, ésta en la mayor parte de las especies es tan pequeña que se considera despreciable desde el punto de vista del mejoramiento genético.

Según Brauer (1981) las poblaciones de plantas autóгамas pueden estar constituidas por un gran número de líneas diferentes por diversas razones, tales como mezclas mecánicas al cosechar, almacenar o al transportar las semillas, la hibridación casual por la existencia de insectos que pueden romper las barreras de autofecundación y por mutaciones.

Al hablar de selección vimos que cualquiera que sea el sistema que se siga dentro de las plantas autóгамas, solo es eficiente si la población original es variable. Suponiendo que la variación exista, la selección masal aplicada a las plantas autóгамas cambia la constitución de la población en el sentido de reducir el número de líneas que lo forman. La población seguirá siendo una mezcla de líneas puras, pero se conservan en ella los que satisfagan más de cerca los requisitos del seleccionador.

Introducción de germoplasma.

Carballo (1978) considera que los países latinoamericanos han dependido principalmente de materiales introducidos. En México el cultivo del sorgo es de reciente introducción y por lo

mismo, la variabilidad genética disponible es producto de los programas de mejoramiento y de colecciones mundiales.

En los últimos años del siglo pasado (1892) hasta 1949, la introducción fue el único método con el que se contó para el mejoramiento varietal de la especie. En 1944 el método fue aplicado consistentemente por la Oficina de Estudios Especiales - (OEE), sometiendo a observación las introducciones en jardines de introducción junto con las nuevas especies en México - durante un periodo de uno a dos años regularmente. Posteriormente se llevaron a cabo ensayos de rendimiento en diversos - ambientes durante periodos de dos a tres años para luego recomendar a los agricultores los mejores genotipos; estas variedades no se sujetaban a ningún otro método de mejoramiento. En escasas ocasiones posteriores a este periodo de introducción ha sido el único método de mejoramiento como en el caso de la introducción de los primeros híbridos provenientes de - E.U.A. en 1956 según la OEE, (1957) y Lasso (1958) citados - por Romero (1984).

Allard (1980) comenta que la selección individual se utiliza para formar variedades nuevas a partir de variedades - mezcladas que van pasando de generación en generación, - aunque las líneas puras dentro de una de estas variedades pueden ser muy similares en su morfología general, seguramente serán diferentes en su valor agronómico. La mayoría - de las plantas seleccionadas son homocigóticas y por lo - tanto pueden ser punto de partida para la obtención de u-

na variedad uniforme. El procedimiento general de la mejora por selección individual, es escoger un gran número de plantas separadamente, comparar su descendencia en ensayos en el campo y seleccionar la mejor para formar la nueva variedad.

La selección masal difiere de la individual en que en lugar de seleccionar una sola planta, se seleccionan varias con similar fenotipo para formar la nueva variedad. Por lo tanto las variedades que se forman por este método tienen menor número de genotipos que la población original de la que procede, pero más que las que se forman por selección individual.

Romero (1984) menciona que los métodos de selección e hibridación se han usado en la obtención de variedades de polinización libre, en la obtención de poblaciones básicas con variabilidad genética y en la obtención de híbridos.

Las variedades de polinización libre hasta antes de 1956 se obtuvieron por selección, pero en realidad este método solo es aplicable a manera de purificar variedades y por lo tanto no se obtuvo ninguna variedad nueva solo variedades un poco más puras.

Hibridación.

Poehlman (1981) establece que el método de hibridación en

especies autofecundadas se cruzan dos o más variedades y se seleccionan en las descendencias segregantes. Mediante este método se combinan caracteres de los progenitores en una línea pura que se reproduzca idéntica a sí misma.

Además de combinar características visibles de los progenitores por hibridación, también es posible seleccionar plantas de la progenie de una cruce, que pueden ser superiores a los progenitores en características de naturaleza cuantitativa, como el rendimiento, el peso específico, la tolerancia a bajas temperaturas, cuya herencia está de terminada por genes múltiples.

El método de hibridación para el mejoramiento en especies autógamas, las variedades progenitoras se polinizan por cruzamiento artificial.

Método genealógico.

Allard (1980) menciona que para el manejo de los materiales segregantes se cuenta con el método genealógico que consiste en una serie de notas sobre las relaciones entre las familias; en ellas se incluyen también los caracteres distintivos de las familias. Estos datos bien tomados son útiles para decidir las familias que se han de conservar y las que se han de deshechar, sin embargo una debilidad del método estriba en la gran cantidad de tiempo y trabajo que se precisa para la toma de datos.

El método genealógico es uno de los más usados por las ventajas que este representa, tales como la selección de plantas individuales en las primeras generaciones, así como el registro cuidadoso de la relación progenitor descendencia.

Método masivo.

Este método no debe confundirse con el de selección masal porque Brauer (1981) opina que solo son semejantes en que las poblaciones se manejan en masa. El método masivo se inicia ordinariamente por una hibridación de preferencia múltiple para transferir al mismo tiempo caracteres provenientes de distintos progenitores. El material híbrido se deja reproducir libremente por varias generaciones, de cinco a siete sin realizar ningún tipo de selección, si el material es demasiado en las últimas generaciones, se toma una parte de semilla sin seleccionar. A partir de las siguientes generaciones se seleccionan individuos con caracteres deseados sometiéndose a ensayos de rendimiento.

Retrocruzamiento.

Para Allard(1980) el método por retrocruzamiento proporciona un medio eficaz de mejorar las variedades con un gran número de caracteres excelentes, pero que son deficientes en unos pocos. El método utiliza una serie de retrocruzamientos con la variedad a mejorar, durante las cuales se mantienen por selección el carácter o caracte--

res que se quieren introducir. Al final del retrocruzamiento el gen o genes transferido(s) con respecto a los otros, quedó en forma heterocigótico, por lo cual se autofecunda la última retrocruza para llegar a la homocigosis.

House (1982) considera que el retrocruzamiento se utiliza para transferir un carácter deseable de una línea (no recurrente) a otra línea (recurrente).

Retrocruzamiento para producir progenitores androestériles: En sorgo, un programa importante de retrocruzamiento es aquel que se realiza para obtener nuevas líneas androestériles que pueden ser utilizadas como progenitoras hembras para producir híbridos. Por medio de este método es posible recuperar el fenotipo del progenitor recurrente pero con esterilidad masculina.

Factores que afectan la calidad del grano.

Pigmentos fenólicos.

Según Wall y Ross (1975) estos compuestos otorgan sabor y color al grano de sorgo, pero pueden también volver amargos y poco palatables, tanto al grano como a sus productos, las semillas de color castaño tienen un alto contenido de taninos característico que posiblemente afecta la palatibilidad y valor nutricional.

Chang y Fuller (1964) citados por (Wall y Ross, 1975), mencionan que los granos de sorgo con elevado contenido de taninos, reducen el aumento de peso ocasionando una disminución de la eficiencia alimenticia cuando se suministra a po

llos en crecimiento de hasta ocho semanas.

Otros estudios realizados por Hillier y colaboradores (1959 citados por Wall y Ross (1975) con lechones alimentados con variedades de sorgo distintas, cuando se incluían sorgos más palatables, los lechones de los diversos experimentos consumían alimento y aumentaban en un peso similar, pero no así los lechones que consumían sorgos con alto contenido de taninos necesitaban el 13% más de alimento por kg de aumento de peso. Esto indica que los taninos pueden disminuir la digestibilidad de la materia orgánica protéica y no protéica o reducir la eficiencia metabólica.

Hurtado (1982) menciona que aun cuando el 50% de la producción mundial de sorgo es utilizada para la alimentación humana principalmente en Asia y Africa y en menor escala en otros países. En México pese a que la producción de granos es insuficiente para satisfacer la demanda de alimentos, del total de la producción solo el 10% es de grano blanco con posibilidades de ser utilizado para alimento humano. Sin embargo, la producción total se destina a la industria de alimentos balanceados y alimentación directa de aves, ganado porcino y bovino.

Como es bien sabido son los taninos compuestos polifenólicos que se encuentran principalmente en la testa del grano y en menor cantidad en el epicarpio y mesocarpio los que les confieren un color rojizo o café al grano de sorgo y le impar-

ten un sabor astringente debido a la propiedad que poseen de precipitar a las proteínas, cosa que los distingue del resto de los polifenoles también presentes en otras partes del grano de sorgo; esta misma cualidad causa problemas de digestibilidad del grano retrasando el crecimiento del animal que lo consume o creando la necesidad de una ración más grande de igual manera en las aves a concentraciones de 1 a 2% se presentan deformaciones en las piernas y a concentraciones mayores de 5% hay evidencia de que pueden causarles hasta la muerte.

Mohos del grano.

Williams y Rao (1978) citado por Rosas (1982) señalan que los mohos de la panoja no tenían singular importancia en 1962 quince años más tarde, en la mesa de trabajo llevada a cabo en Hyderabad, India en 1977, los mejoradores de sorgo y patólogos de Africa, Asia y América, reconocieron a los mohos del grano como una de las enfermedades problema más importante para la investigación en el mejoramiento del sorgo.

De varios géneros de panojas de sorgo y mijo cubiertas de hongos se aislaron, siendo las más frecuentes Fusarium y Curvularia. Las especies más comunes de Fusarium son, Fusarium semitectum y Fusarium moniliforme. (Williams et al 1978).

En sorgos cultivados en la Costa de Nayarit, Quiñones (1980) señala los géneros Curvularia y Fusarium como los más proli-

feros y causantes de considerables pérdidas.

La importancia de los mohos del grano en el sorgo, es que disminuye su valor en cuanto a calidad se refiere. Este aspecto es de importancia, considerando al grano de sorgo que se produce para consumo humano en forma directa, el moho decolora el grano reduciendo su aceptación y así su valor.

Betancourt (1983) menciona que una variedad o híbrido de sorgo produce tortillas de diferente grado de aceptación por su color, dependiendo de los daños por moho.

El daño del moho provoca un color indeseable cuando se procesan los granos dañados o infectados por los patógenos, siendo el producto de mala calidad para la elaboración de alimentos (Anónimo, 1978) citado por Rosas (1982).

El color de las tortillas es afectado por las condiciones de cultivo y ambientales. Las condiciones prevalecientes durante la maduración del grano y antes de la cosecha son determinantes en la calidad del grano y sus productos.

La alta humedad, lluvia y condiciones moderadamente cálidas por un periodo de tres semanas, fomentan el intrperismo del grano. Durante este periodo, los polifenoles penetran desde las glumas hasta el interior del grano, lo cual produce que el grano se manche. Aunado los mohos atacan al grano y probablemente estimulan la proliferación de polifenoles.

Usos del Sorgo en la Alimentación Humana.

El sorgo según Murty et al, (1982) es utilizado en diversas formas como alimento para millones de seres humanos. Existen ocho categorías de alimentos tradicionales elaborados con - sorgo; pan sin levadura (tortilla), panes con levadura, atoles firmes, atoles delgados, productos cocinados a vapor, - productos tipo arroz, botanas y bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Los productos antes mencionados varían en su elaboración dependiendo de la región del mundo, y las características del grano de sorgo para cada categoría.

En El Salvador así lo consigna Herrera (1982) el sorgo es - consumido especialmente en forma de tortilla, constituyendo un alimento básico para este país. Sin embargo, existen alternativas para el uso del sorgo en otras áreas, tales como la panadería y preparación de bebidas y una serie de productos para la alimentación del país.

En Honduras De Walt (1982) señala que en encuestas realizadas en 1981, se determinó que el sorgo es muy utilizado en la elaboración de tortillas, aunque el maíz es el cereal - que más se prefiere. El método de nixtamalización del sorgo es similar al del maíz y se efectúa en forma muy rústica. Existen evidencias de que el sorgo es procesado en tortillas y consumido durante siete meses al año por personas de bajo ingreso. Por otro lado, las personas que tienen mayores ingresos, consumen tortillas de sorgo y maíz durante cinco meses del año.

Características del Grano de Sorgo.

Color de las glumas y la planta.

Rooney y Miller (1982) mencionan que el color de las glumas y de la planta pueden afectar el contenido de polifenoles - del grano de sorgo. Los principales colores de la planta - son tres: rojo (P-q^rq^r), canela (ppqq) y púrpura (P-Q- o P-qq). El color de las glumas está asociado con el color de - la planta. La mejor manera de determinar el color de las - glumas es examinando el color del interior de las mismas - después de ser extraído el grano. Las glumas de intenso co- lor rojo y púrpura tienen tendencia a manchar el grano, por - que los pigmentos polifenólicos se filtran a través del pe- ricarpio. Esta filtración ocurre en condiciones de humedad o cuando llueve durante la maduración del grano de sorgo.

La estructura del grano de sorgo.

Rooney y Miller (1982) mencionan que la estructura del gra- no de sorgo juega un papel importante en la determinación - de las propiedades de procesamiento del grano. La estructu- ra se ve afectada por condiciones genéticas y ambientales. Para estimarse y seleccionarse en campo las variedades en la estructura del grano en las propiedades de procesamiento del sorgo, es necesario tomar en cuenta las siguientes ca- racterísticas: tamaño, forma, color del pericarpio, testa, textura del endospermo y otras propiedades.

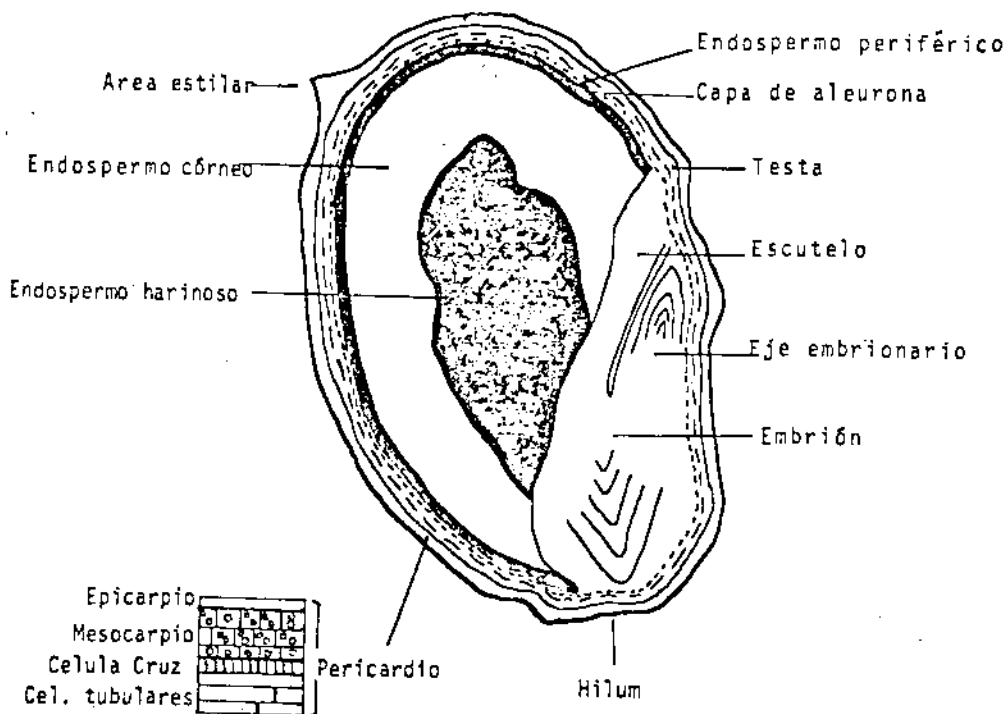
Según Rooney y Miller (1982) describen el grano de sorgo co

mo cariopside y está compuesto de tres partes principales: la cubierta exterior (epicarpio) el tejido de almacenamiento (endosperma) y el embrión (germen) Figura 1. El pericarpio que se origina en la pared del ovario, se divide por lo general en cuatro partes: el epicarpio, el mesocarpio, la capa de células transversales y la capa de células tubulares. Siendo el epicarpio la capa externa del grano de sorgo. El mesocarpio puede variar de espesor desde unas pocas células, sin almidón, de espesor delgado y translúcido, hasta varias capas de células conteniendo gránulos de almidón que le dan un aspecto grueso. El espesor está controlado por el gen "Z" siendo dominante para el espesor delgado. El espesor del mesocarpio influye en la resistencia al enmohecimiento, los sorgos con un mesocarpio delgado parecen ser resistentes a este caracter. Para la molienda manual, se prefiere un mesocarpio grueso y feculoso.

La capa interna del pericarpio es el endocarpio o capas de células transversales y tubulares. Estas células parecen ser uno de los puntos principales de fracturación al quitar el pericarpio durante la molienda seca del grano.

El embrión o germen está compuesto de dos partes principales: eje embrionario y el escutelo (Figura 1). Las células del germen son modificadas a células de transferencia que funcionan como transporte de humedad, microorganismos y componentes solubilizados del endospermo. Gluech y Rooney (1980) demostraron que el embrión cumple un papel importante en la absorción de agua y susceptibilidad al enmohecimiento.

Fig. 1 Estructura del grano de sorgo



FUENTE: Variation in the Structure and Kernel characteristics of Sorghum In International Symposium on Sorghum Grain Quality. L.W. Rooney y F.R. Miller. 1981.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

miento en los granos de sorgo. Las células del escutelo con tienen glóbulos de aceite, cuerpos protéicos y sólo unos po cos gránulos de almidón.

Testa.

Inmediatamente debajo de la capa de células transversales y tubulares algunos granos de sorgo tienen una capa altamente pigmentada llamada testa o subcubierta. La presencia o ausencia de la testa está controlada por los genes complementarios B_1 y B_2 estando ésta presente cuando ambos genes B_1 y B_2 son dominantes. El espesor de la testa varía entre genotipos de sorgo y entre granos individuales, teniendo la parte más gruesa en la corona y la más delgada sobre el embrión. El color de la testa puede variar de un color marrón a púrpura. (Rooney y Miller, 1982).

Estructura del endospermo.

Para Rooney y Miller (1982) el endospermo del sorgo consta de la capa de aleurona, endospermos, cornea y harinoso. La capa de aleurona está constituida por un solo estrato de células rectangulares semejantes a bloques y está ubicada directamente debajo del pericarpio o debajo de la testa, si éste está presente. Estas células contienen grandes cantidades de minerales, vitaminas hidrosolubles, enzimas autóliticas y aceite. También contienen cuerpos esféricos con altos niveles de proteína. Además esta capa de aleurona juega un papel importante en la autólisis y movilización de los constituyentes del grano durante la germinación.

La región córnea llamada también endospermo córneo duro o -

vítreo, localizado abajo de la capa de aleurona y tiene una interfase entre almidón y la proteína. Los gránulos de almidón son muy angulares de forma poliédrica con depresiones donde los cuerpos protéicos están atrapados entre los gránulos expandidos de almidón.

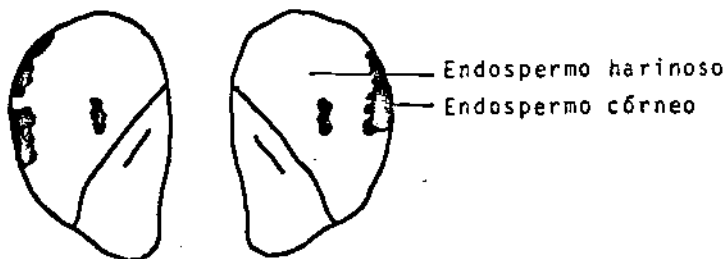
El endospermo harinoso contiene células no muy densamente agrupadas, con pequeños vacíos entre gránulos esféricos de almidón donde no se observa prácticamente matriz protéica. Estos vacíos permiten el pasaje de la luz, dándole una apariencia opaca. Se observan cuerpos protéicos en el área harinosa pero en menor cantidad que en el corneo, así pues tiene una menor cantidad de proteína el endospermo harinoso y una mayor cantidad de almidón que el endospermo corneo.

Textura del endospermo.

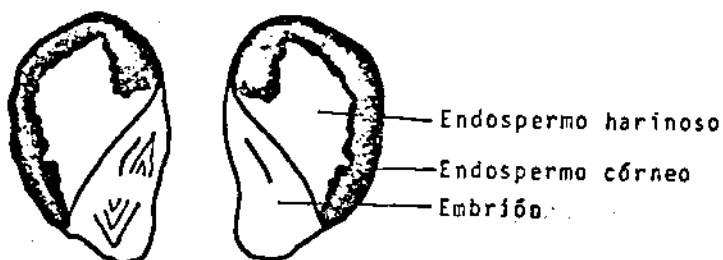
La proporción relativa del endospermo corneo a endospermo harinoso se le denomina textura del endospermo, ésta puede ser determinada en un examen visual al hacer un corte longitudinal del grano. La proporción varía y se puede separar en endospermo harinoso, corneo o intermedios, según la proporción que ésta tenga, se puede observar en la (Figura 2). De acuerdo con Rooney y Miller (1982) la textura afecta las propiedades de procesamiento del grano en sorgos con endospermo corneo, el salvado se remueve más fácilmente del endospermo almidonoso dando así un mayor rendimiento durante la molienda.

Fig.2 Tipos de textura de Endospermo en granos de sorgo.

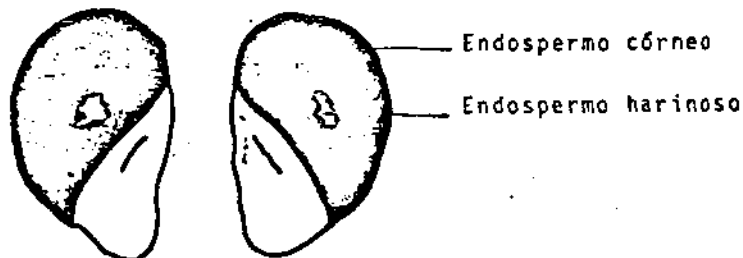
TEXTURA HARINOSA



TEXTURA INTERMEDIA



TEXTURA CORNEA



FUENTE: Variation in the Structure and Kernel characteristics of Sorghum In International Symposium on Sorghum Grain Quality. L.W. Rooney y F.R. Miller. 1981.

En un trabajo realizado por Norris (1971) citado por Rooney y Miller (1982) los sorgos harinosos dieron un mayor rendimiento en almidón utilizando un procesamiento húmedo de laboratorio.

Método de Predicción de Calidad en Variedades de Sorgo.

El problema más agudo en la aceptación de los productos alimenticios hechos del grano de sorgo, es ocasionado por los fenoles y taninos que algunos genotipos contienen en altos niveles de estos productos, del cual han sido desarrollados algunos métodos rápidos para determinar la cantidad de pigmentos de los diferentes tipos de sorgos en la elaboración de alimentos.

El método de Azul de Prusia presenta diversas ventajas, tales como tiempo corto de extracción, por lo que la prueba es un buen estimador del contenido de fenoles para medición rápida; el método requiere una pequeña muestra para realizar la prueba y la variación de colores amarillo hasta azul, dependiendo de la cantidad de fenoles presentes, que hace posible clasificar a simple vista, variedades de sorgo con bajo, intermedio y alto contenido de polifenoles. Por otro lado se señala que el método de Vainillina-HCl para la determinación de taninos y el método de Azul de Prusia son complementarios, ya que cuando la cantidad de taninos medidos por el método de Vainillina-HCl es baja o nula, el método de Azul de Prusia detecta los fenoles totales no taninos que pueden estar en forma de cranidinas o como monómeros simples. (Cejudo, 1978), citado por Ruiz (1983).

III MATERIALES Y METODOS

Descripción Fisiográfica.

Localización.

El experimento se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el predio Las Agujas, Municipio de Zapopan, Jalisco.

Latitud.

El lugar cuenta con una latitud N de $22^{\circ}44'40''$.

Longitud.

Se encuentra ubicado a una longitud de $103^{\circ}31'W$.

Altitud.

La altitud de la zona es aproximadamente 1650 m.s.n.m.

Clima.

El clima de la región según la clasificación de Köppen modificado por García (1963) es del tipo (Awo) (W) (e) (g) esto es un clima cálido subhúmedo.

Temperatura.

Durante el ciclo primavera-verano se registra una temperatura máxima de $27.06^{\circ}C$ y una mínima de $14.14^{\circ}C$.

Precipitación.

La precipitación pluvial registrada en la región es de 934 mm anuales.

Suelo.

El tipo de suelo que se encuentra en esta región según la clasificación de Cetenal (1977) es regosol eúrico con una textura media a 30 cm de profundidad.

Ortiz (1963) señala que el material del que se derivan estos suelos, tuvo su origen en las emisiones del Volcán del Colli, por lo que presenta en su constitución pequeñas bombas de lapilli, arenas y cenizas de carácter pomoso, habiéndose depositado la capa más gruesa al oeste del valle de Guadalajara y las arenas y cenizas en áreas más alejadas.

Textura.

La clase de textura encontrada se clasifica como franco-arenoso.

pH.

El pH del suelo es de 4.8 a 5.2 considerándose ácido.

Materia orgánica.

El terreno donde se llevó a cabo el experimento tiene un bajo contenido de materia orgánica, inferior al 2%, por lo que se puede clasificar de pobre.

Material genético.

El material genético utilizado en el experimento, fue proporcionado a la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara por el Instituto Internacional de Investigaciones en Cultivos para Trópico Semiárido (ICRISAT) a través del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Estos materiales provienen de generaciones F_3 de un grupo de cruza simples y múltiples avanzadas a F_4 y F_5 en otros casos fueron derivados de pruebas multilocacionales llevadas a cabo en (ICRISAT) Hyderabad, India.

La metodología de selección utilizada se considera como una modificación al método genealógico o pedigree conocida como - evaluación de generaciones tempranas, tomando en cuenta el siguiente criterio de selección.

- a) Plantas de porte bajo.
- b) Plantas de color verde claro.
- c) Resistencia a enfermedades.
- d) Excursión.
- e) Grano blanco sin testa, endospermo intermedio, con glumas de color claro.

Todo esto en base a las características que la población segregante mostró, lo cual sin duda tiene relación con el origen del material recombinado.

Los híbridos comerciales utilizados en este trabajo son materiales que prosperan en zonas tropicales y subtropicales. Considerándose como los más representativos y rendidores de la zona donde fueron evaluados.

Los híbridos y líneas sometidos en la evaluación son los siguientes:

No.de entrada	Identificación	No.de entrada	Identificación
1	W-866	13	UDG-7
2	H-799	14	UDG-6
3	H-804	15	UDG-5
4	Brave M	16	UDG 4
5	Ruby	17	W-698
6	Granada	18	O-xtra
7	Brave E	19	D-61
8	Esmerald	20	DK-38
9	Jade	21	Br-48
10	UDG-10	22	Br-64
11	UDG-9	23	D-55
12	UDG-8		

Metodología experimental.

Diseño estadístico.

Se utilizó un diseño bloques al azar con 23 tratamientos y -

tres repeticiones. La parcela experimental fue de dos surcos de cinco metros de largo y 0.80 m de ancho, teniendo una undad experimental de 8 m^2 y una parcela útil de 4.8 m^2 .

Análisis estadístico.

Se utilizó el análisis de varianza en cada una de las variables. Este análisis se realizó conforme al modelo correspondiente.

CUADRO No.1. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO BLOQUES AL AZAR.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	PARAMETROS ESTIMADOS
Bloque	$n-1$	$a\sum(\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2 = A$	$\frac{A}{n-1}$	$\sigma^2 E + a\sigma^2 \text{bloq.}$
Tratamientos	$a-1$	$n\sum(\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2 = B$	$\frac{B}{a-1}$	$\sigma^2 E + n\sigma^2 \text{trat.}$
Error	$(a-1)(n-1)$	Por dif=C	$\frac{C}{(a-1)(n-1)}$	$\sigma^2 E$
Total	$an-1$	$\sum(X_{ij} - \bar{\bar{x}})^2$		

La prueba de hipótesis: Ha si $F = \frac{\sigma E^2 + n\sigma^2 \text{ Trat.}}{\sigma E^2} > F_t$

La modalidad usual para calcular la suma de los cuadrados de las desviaciones (SC).

$$1.- F_c = \frac{\sum x^2}{an}$$

$$2.- SC_{\text{total}} = \sum x^2_{ij} - F_c$$

$$3.- SC_{\text{bloq.}} = \frac{\sum x^2_j}{a} - F_c$$



$$4.- SC_{trat.} = \frac{\sum X_i^2}{n} - Fc$$

$$5.- SC_{error} = SC_{total} - (SC_{bloq.} + SC_{trat.})$$

Para la comparación entre los promedios se aplicó la Prueba de Duncan:

$$L.S. = T_{0.05} (GL. error) S\bar{x}$$

$$S\bar{x} = \frac{S^2}{n}$$

Donde:

$S\bar{x}$ = Desviación estándar de la media.

S^2 = Varianza del error experimental.

n = Número de repeticiones.

LS = Límite de significancia.

Aspectos Agronómicos.

Establecimiento del experimento.

Los implementos que se utilizaron son los comunes a la región siguiendo las prácticas realizadas por los agricultores de la zona.

Preparación del terreno.

La preparación se realizó de la manera tradicional, un barbecho, rastreos y surcado.

Siembra.

La siembra se llevó a cabo el 12 de Julio de 1983 para la primera evaluación y el 30 de Junio de 1984 para la segunda evaluación de los materiales; se realizó en forma manual a un costado del surco a una profundidad aproximada de 2 a 3 cm. La densidad de siembra fue de 18 kg/ha.

Fertilización.

La fertilización se hizo de acuerdo al tratamiento 160-60-00 utilizando como fuente nitrogenada urea y superfosfato de calcio triple como fuente de fósforo.

La fertilización se realizó en dos aplicaciones: la primera cuando la planta alcanzó una altura de 15 cm aproximadamente, aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y la segunda aplicación se hizo al momento de la segunda escarda.

Prácticas de cultivos.

Una vez realizada la siembra, se hizo una aplicación de herbicida preemergente. Se realizaron deshierbes manuales durante el desarrollo vegetativo del cultivo. Se efectuaron dos escardas con cultivadora.

Plagas y enfermedades.

La plaga que se presentó para ambos ciclos de evaluación de manera más considerable durante el desarrollo del cultivo fue al momento de la floración el ataque del frailecillo (Macrodactylus infuscatus) que se controló al momento que -

este apareció en el cultivo sin causar daño alguno a la planta, mediante aplicaciones de insecticidas. En el aspecto de enfermedades durante el desarrollo del cultivo, fueron mínimas y solo se tomó en consideración para las líneas incluidas dentro de las evaluaciones para seleccionar las plantas que presentaron resistencia a enfermedades.

VARIABLES ESTUDIADAS.

Las variables que se consideraron en el estudio fueron las siguientes:

Días a floración a

Altura de planta a

Rendimiento b

Días a floración.

La floración fue considerada cuando era mayor al 50% de plantas en floración en la parcela experimental para determinar el dato.

Altura de planta.

Se realizaron 10 lecturas al azar dentro de la parcela experimental, ésta se llevó a cabo después de la floración cuando la planta ya se había desarrollado completamente.

Rendimiento.

Se cosechó el grano cuando éste se encontraba seco, tomando sólo la parcela útil para evaluarse.

a variables estudiadas ciclo P/V 1984.

b variable estudiada ciclo P/V 1983 y P/V 1984.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados de este trabajo se muestran en los cuadros de concentración de datos, análisis de varianza y pruebas de significancia que se presentan para cada variable estudiada en cada uno de los ambientes probados, se discute además cada uno de éstos.

Rendimiento para el ciclo Primavera-Verano 1983.

En el cuadro 6 del apéndice, se presentan los 23 materiales de sorgo en estudio, su identificación y media de rendimiento por hectárea.

El análisis de varianza para esta variable se presenta en el cuadro 7 del apéndice, el cual muestra diferencia estadística altamente significativa para tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación de 29.9%, el que puede considerarse aceptable, ya que se llevó a cabo bajo condiciones de temporal, mismas que seguramente originaron en parte efectos de variación no controlada. Al realizar la Prueba de Duncan al 0.05% de probabilidad, cuadro 2, para conocer los tratamientos que son estadísticamente iguales o diferentes en cuanto a rendimiento se pudo apreciar un grupo de 10 materiales estadísticamente iguales entre sí, entre los que se encuentran 8 comerciales y 2 líneas, siendo Br-48 el que presentó un mayor rendimiento (4.95 ton/ha), mientras que la línea 10 y 4 presentaron 3.430 y 3.229 ton/ha respectivamente,

en tanto que las líneas 9, 7 y 6 resultaron estadísticamente iguales entre sí con 2.555, 2.458 y 2.430 respectivamente, - correspondiendo al grupo (d), por último las líneas 8 y 5 - son menores estadísticamente a las anteriormente señaladas - pero estadísticamente iguales entre sí, con un rendimiento - de 2.180 y 1.770 respectivamente, siendo las de menor rendimiento junto con los materiales comerciales Esmerald y W-866 con 1.687 y 1.930 respectivamente.

CUADRO No. 2. COMPARACION DE MEDIAS OBTENIDAS EN RENDIMIENTO
 PARA CADA TRATAMIENTO MEDIANTE LA PRUEBA DE
 DUNCAN AL 0.05%.

IDENTIFICACION	REND. TON/HA	GRUPOS
Br-48	4,950	a
O-xtra	4,604	ab
Br-64	4,416	abc
Ruby	4,000	abcd
DK-38	3,576	abcde
UDG-10	3,500	abcde
W-698	3,430	abcdefg
Brave E	3,354	abcdefg
UDG-4	3,229	abcdefg
Brave M	3,215	abcdefg
H-804	3,159	bcdefg
D-55	2,722	cdefg
UDG-9	2,555	defg
Granada	2,555	defg
UDG-7	2,458	defg
UDG-6	2,430	defg
Jade	2,291	defg
H-799	2,229	efg
UDG-8	2,180	efg
W-866	1,930	efg
UDG-5	1,770	g
Esmerald	1,687	

* Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento para el ciclo Primavera-Verano 1984.

En el cuadro 8 del apéndice se presentan los 23 materiales de sorgo en estudio, su identificación y media de rendimiento - por hectárea.

El análisis de varianza para esta variable se presenta en el cuadro 9 del apéndice, el cual muestra diferencia estadística altamente significativa y no significativa para repeticiones, con un coeficiente de variación de 31.15%; considerándose aceptable, ya que el experimento se realizó en condiciones de temporal, pudiendo originar el gran parte los efectos de variación no controlados. Al efectuar la Prueba de Duncan al 0.05% de probabilidad cuadro 3, para conocer los tratamientos que son estadísticamente iguales encontrándose las 7 líneas involucradas en el trabajo y 8 híbridos comerciales, - siendo UDG-8, 7 y 4 las que mostraron mayor rendimiento, - 6.479, 6.430 y 6.312 ton/ha respectivamente, mientras que - las líneas UDG-6 y 10, mostraron un menor rendimiento, 5.324 y 4.779 ton/ha respectivamente en comparación a las anteriores pero mayor a la de los híbridos D-55 y Dk-38 cuyo rendimiento fue 5.209 y 4.982 ton/ha respectivamente. Se puede observar además una diferencia hasta de 3 a 4 ton/ha entre los materiales evaluados tal es el caso de la línea UDG-8 con respecto al híbrido Esmerald de grupo (c) o la línea UDG-4 con respecto al híbrido w-866 del grupo (d) respectivamente, lo cual hace pensar en la superioridad de algunas líneas so-

bre ciertos híbridos comerciales, a pesar de que en estas líneas no se explotan los efectos no aditivos como en el caso de los híbridos, de ahí que es posible que una vez que estas líneas sean validadas en las regiones sorgueras, tengan posibilidad de desplazar a algunos de los híbridos comerciales, considerando además que a diferencia de los híbridos éstas se pueden seguir sembrando sin el menoscavo de la producción.

Considerando conjuntamente el comportamiento de las líneas en ambos ciclos (83-84), se puede observar que tanto la línea 10 como la 4 se mantuvieron en el primer grupo de significancia estadística, lo que hace pensar que presentan cierto grado de estabilidad, debiéndose quizás a que poseen aun un cierto grado de variabilidad genética (Allard, 1966). Por otro lado se tiene la ventaja que la línea 4 es la que ha presentado en análisis de laboratorio mejores cualidades molineras.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CUADRO No. 3. COMPARACION DE MEDIAS MEDIANTE LA PRUEBA DE -
DUNCAN AL 0.05% DE PROBABILIDAD.

IDENTIFICACION	REND. TON/HA	GRUPOS
UDG-8	6.479	a
UDG-7	6.340	a
UDG-4	6.312	a
UDG-5	6.271	a
Granada	5.413	a b
UDG-6	5.324	a b c
D-55	5.209	a b c
DK-38	4.982	a b c
UDG-10	4.774	a b c d
UDG-9	4.590	a b c d
Brave E	4.514	a b c d
Br-48	4.364	a b c d
Ruby	4.267	a b c d
W-698	3.898	a b c d
B-64	3.784	a b c d
H-804	3.482	b c d
D-61	3.479	b c d
Brave M	3.382	b c d
H-799	3.159	b c d
O-xtra	2.982	b c d
Jade	2.761	b c d
Esmerald	2.652	c d
W-866	2.441	d

* Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales.

Días a Floración Ciclo Primavera-Verano 1984.

El análisis de varianza para esta variable se presenta en el cuadro 10 del apéndice, el cual muestra una diferencia altamente significativa para tratamientos y diferencia significativa para repeticiones, con un coeficiente de variación de 1.74%, considerándose muy baja teniendo un grado de aceptación confiable. Al realizar la Prueba de Dundan al 0.05% de probabilidad cuadro 4, para identificar los materiales que son estadísticamente iguales o diferentes para esta variable se encontró en el primer grupo sólo a la línea UDG-8 con un total de 108 días a floración, en el segundo grupo (b) se encuentran un total de 14 materiales estadísticamente iguales y con una diferencia mínima de 2 días, tal es el caso de las líneas UDG-9, 6 y 4, con un total de 100.3, 100.3 y 100 días respectivamente comparadas con los híbridos W-698 y D-61 con un total de 98.3 días para ambos. La diferencia estadística entre los materiales estudiados es notable por lo que se observa una diferencia hasta de 28 días, tal es el caso de la línea UDG-8 con respecto al híbrido comercial DK-38 con un total de 80 días a floración.

De acuerdo al comportamiento mostrado por las líneas en estudio se puede considerar en forma global que tienen un ciclo intermedio con una duración promedio a madurez de 140 días. Dicha variable no fue posible estimar debido a la falta de la totalidad de los datos.

CUADRO No. 4. COMPARACION DE MEDIAS OBTENIDAS POR CADA TRATAMIENTO EN DIAS A FLORACION, MEDIANTE LA PRUEBA DE DUNCAN AL 0.05%. CICLO P/V 1984.

IDENTIFICACION	\bar{X} DIAS	GRUPO
UDG-8	108.0	a
UDG-9	100.3	b
UDG-4	100.3	b
UDG-6	100.0	b
UDG-7	99.6	b
Brave M	99.6	b
Jade	99.3	b
O-xtra	99.3	b
Esmerald	98.6	b
UDG-10	98.6	b
W-698	98.3	b
UDG-5	98.3	b
D-61	98.3	b
D-55	93.0	bc
Br-64	93.0	bc
Granada	92.0	cd
Ruby	90.3	d
Brave E	90.0	de
H-799	89.6	de
W-866	89.6	de
H-804	89.0	de
Br-48	87.6	e
DK-38	80.0	f

* Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales.

Altura de Planta, Ciclo Primavera-Verano 1984.

En el análisis de varianza, Cuadro 11 del apéndice, realizado para la variable estudiada, se observó una diferencia altamente significativa para tratamientos y para bloques no se encontró significancia, el coeficiente de variación fue de 4.97% el cual se considera bajo, teniendo así un grado de confiabilidad aceptable.

Al realizarse la Prueba de Duncan al 0.05% de probabilidad, Cuadro 5, para conocer los tratamientos que son iguales o diferentes estadísticamente en cuanto a la altura de planta, se observó que la línea UDG-8 fue la que mostró la mayor altura (de 1.50 mt).

El grupo (b) está conformado por un total de 14 tratamientos encontrándose 6 líneas y 8 híbridos comerciales, siendo estadísticamente iguales y con una diferencia de altura no muy marcada, tal es el caso de la línea UDG-5 con una altura de 1.336 mt, con respecto al híbrido comercial H-804, cuya altura es de 1.22 mt; para el resto de los materiales se observa una diferencia que va desde 1.50 y 1.33 mt de altura; para la línea UDG-8 y UDG-4 respectivamente, con respecto a los híbridos Ruby y W-866 con una altura de 1.13 y 1.023 mt respectivamente.

Para esta característica las líneas presentaron una mayor altura en forma general, seguramente es debido a que el origen

de estos materiales es tropical, siendo esto una desventaja para algunas, debido a que presentan problema a la cosecha, ya que es en su generalidad mecanizada. Sin embargo, éstas se encuentran dentro de los límites aceptables, siendo la línea 10 la que presenta la menor altura.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CUADRO No. 5. COMPARACION DE MEDIAS OBTENIDAS POR CADA TRATAMIENTO PARA ALTURA DE PLANTA MEDIANTE LA PRUEBA DE DUNCAN AL 0.05%.

IDENTIFICACION	\bar{X} ALTURA DE PLANTA	GRUPO
UDG-8	1.526	a
UDG-5	1.336	b
UDG-4	1.336	b
UDG-7	1.293	bc
DK-38	1.290	bc
UDG-6	1.280	bc
W-698	1.266	bc
D-55	1.266	bc
UDG-10	1.260	bcd
Brave M	1.246	bcde
Brave E	1.233	bcde
UDG-9	1.233	bcde
Br-48	1.230	bcde
O-xtra	1.230	bcde
H-804	1.226	bcde
Esmerald	1.200	cde
Jade	1.180	cde
H-799	1.180	cde
Granada	1.176	cde
D-61	1.150	de
Br-64	1.130	ef
Ruby	1.130	ef
W-866	1.023	f

* Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales.

V CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y condiciones en que se realizaron los experimentos se concluye lo siguiente:

De acuerdo a los resultados para el primer ciclo de evaluación primavera-verano 1983, las líneas UDG-4 y UDG-10, mostraron rendimientos aceptables con respecto a los híbridos comerciales. Considerando que las líneas presentaban cierto grado de variabilidad, se realizó un nuevo ciclo de selección.

Para los resultados obtenidos para el ciclo primavera-verano 1984, las líneas mostraron superioridad en rendimiento - comparado con el de los híbridos comerciales.

Algunas de las líneas aunque mostraron un menor rendimiento tienen características agronómicas favorables como son resistencia a enfermedades foliares, uniformidad, altura adecuada y otras características que las hacen por demás valiosas si se considera que además de la posibilidad de convertirse en variedades pueden ser utilizadas como líneas restauradoras en la formación de híbridos. Una de las características distintivas de estas líneas además de las ya discutidas es el alto peso específico de sus granos.

Se puede concluir que la metodología de selección aplicada ha sido eficiente para lograr la formación de líneas con las características deseadas.

VI BIBLIOGRAFIA

1. Allard, R.W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Cuarta edición. Ed. Omega.
2. Betancourt, V.A. 1978. Sorghum diseases in Mexico. In: Proceedings of the International Workshop on sorghum diseases ICRISAT Patancheru A.P. India.
3. Brauer, H.O. 1981. Fitogenética Aplicada. Quinta reimpresión. Ed. Limusa, S.A. México, D.F.
4. Carballo, A.C. 1978. Sorgo. Recursos genéticos disponibles a México. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Tarcicio Cervantes. Editor. Chapingo, México.
5. Cetenal. 1977. Carta de Suelos. F-13-D-65.
6. Dewalt, K.M. 1982. Usos del sorgo en Honduras. Proceedings of the grain quality, workshop for Latin America, sponsored by INTSORMIL-INIA-ICRISAT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F.
7. Herrera, A.V. 1982. Uso del sorgo en la alimentación humana en El Salvador. Proceedings of the grain quality workshop for Latin America. Sponsored by INTSORMIL-INIA-ICRISAT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F.

8. House, L.R. 1982. El Sorgo. 1a. edición. U.A.CH. México.
9. Hurtado, G.B. 1982. Evaluación del contenido de taninos y fenoles en varias líneas de sorgo. Proceedings of the grain quality workshop for Latin America. Sponsored by INTSORMIL-INIA-ICRISAT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F.
10. Murty et al., 1982. Usos alimenticios del sorgo a nivel mundial. Proceedings of the grain quality workshop for Latin America. Sponsored by INTSORMIL-INIA-ICRISAT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F.
11. Ortiz, M.R. 1981. El Plan Jalisco, sus realizaciones y sus limitaciones. Memorias del Primer Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.
12. Poehman, M.J. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. 7a. reimpresión. Ed. Limusa. México, D.F.
13. Quiñones Félix, J.A. 1980. Enfermedades de los principales cultivos del Estado de Nayarit. Circular CIA-PAN No. 94. INIA-SARH.
14. Reyes, C.P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. 2a. edición. Ed. Trillas. México.
15. Romero, H.L. 1984. Antecedentes del mejoramiento genético del sorgo en México. (1892-1980) Facultad de Agro

nomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Centro de Investigaciones Agropecuarias, Marín, N.L. México.

16. Rooney, L.W. y Miller, F.R. 1982. Variación en la estructura del grano de sorgo. Proceedings of the grain quality workshop for Latin America. Sponsored by INTSORMIL-INIA-ICRISAT, Centro Internacional de - Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F.
17. Rooney, L.W. y Miller, F.R. 1981. Variation in the structure and kernel characteristic of sorghum, in proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality. ICRISAT, Patancheru, India.
18. Rosas, V.G. 1982. Efectos de los mohos del grano sobre algunos componentes de rendimiento, calidad y viabilidad del sorgo (Sorghum bicolor L. Moench.) Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Tesis profesional.
19. Ruiz, C.J.A. 1983. Utilización del sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench solo y en mezclas con otras especies, - en la elaboración de tortillas. Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Tesis profesional.
20. Wall, J.S. y Ross, W.M. 1975. Producción y usos del sorgo. Hemisferio Sur. Buenos Aires.

21. Williams et al 1978. Manual para la identificación de -
enfermedades de sorgo y mijo. Boletín Informati-
vo No. 2. ICRISAT. Hyderabad, India.



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

CUADRO No. 6. MEDIAS DE RENDIMIENTO OBTENIDAS EN LA EVALUACION DE LOS 23 MATERIALES, EN EL CICLO P/V 1983.

No. DE ENTRADA	IDENTIFICACION	REND. TON/HA
22	Br-48	4.951
19	O-xtra	4.604
24	Br-64	4.416
5	Ruby	4.000
18	Dk-38	3.576
10	UDG-10	3.500
17	W-698	3.430
7	Brave E	3.354
6	UDG-4	3.229
4	Brave M	3.215
3	H-804	3.159
25	D-55	2.722
11	UDG-9	2.555
6	Granada	2.555
13	UDG-7	2.458
14	UDG-6	2.430
9	Jade	2.291
2	H-799	2.229
12	UDG-8	2.180
20	D-61	2.083
1	W-866	1.930
15	UDG-5	1.770
8	Esmerald	1.687

CUADRO No. 7. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN LA EVALUACION P/V 1983 DE LOS
23 MATERIALES DE SORGO ESTUDIADOS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t	
					0.05	0.01
Tratamientos	22	54.1797	2.4627	3.0183	1.785	2.288**
Repeticiones	2	11.9723	5.9861	7.3368	3.21	5.12 **
E.E.	44	35.903	0.8159			
TOTAL	68	102.055				

** Altamente significativo

C.V. = 29.9%

CUADRO No. 8. MEDIAS DE RENDIMIENTO OBTENIDAS EN LA EVALUACION DE LOS 23 MATERIALES, CICLO P/V 1984.

No. DE ENTRADA	IDENTIFICACION	REND. TON/HA	GRUPO
12	UDG-8	6.479	a
13	UDG-3	6.340	a
16	UDG-4	6.312	a
15	UDG-5	6.271	a
6	Granada	5.413	a b
14	UDG-6	5.324	a b c
23	D-55	5.209	a b c
20	DK-38	4.982	a b c
10	UDG-10	4.774	a b c d
11	UDG-9	4.590	a b c d
7	Brave E	4.514	a b c d
21	Br-48	4.364	a b c d
5	Ruby	4.267	a b c d
17	W-698	3.898	a b c d
22	Br-64	3.784	a b c d
3	H-804	3.482	b c d
19	D-61	3.479	b c d
4	Brave M	3.382	b c d
2	H-799	3.159	b c d
18	O-xtra	2.982	b c d
9	Jade	2.761	b c d
8	Esmerald	2.652	c d
1	W-866	2.441	d

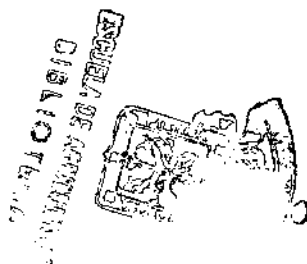
CUADRO No. 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EVALUADOS EN EL CICLO P/V 1984 DE
LOS 23 MATERIALES EVALUADOS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t	
					0.05	0.01
Tratamientos	22	104.418	4.7462	2.5488	1.785	2.288 **
Bloques	2	1.0414	0.5207	0.2796	3.21	5.12 N.S.
Error	44	81.933	1.8621			
TOTAL	68	187.3924				

** - Altamente significativo.

N.S. - No significativo

C.V. = 31.15%



CUADRO No. 10. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS A FLORACION EVALUADOS EN EL CICLO P/V
1984.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t	
					0.05	0.01
Tratamientos	22	2473.9416	112.4518	40.7112	1.785	2.288 **
Bloques	2	18.4638	9.2319	3.342	3.21 *	5.12
Error	44	121.5361	2.7621			

TOTAL

** Altamente significativo.

* Significativo

C.V. = 1.742

CUADRO No. 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA EVALUADOS EN EL CICLO P/V
1984.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t	
					0,05	0,01
Tratamientos	22	0.6379	0.0289	7.618	1.785	2.288 **
Bloques	2	0.0126	0.0063	1.655	3.12	5.21 N.S.
Error	44	0.1674	0.0038			
Total	68	0.81799				

** = Altamente significativo.

N.S.=No significativo.

C.V. = 4.974

