

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



EVALUACION DE SORGOS POR CALIDAD DE GRANO,  
RESISTENCIA A ENFERMEDADES Y ADAPTABILIDAD  
EN EL MUNICIPIO DE OCOTLAN, JALISCO.

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

J O R G E J A V I E R  
M A R T I N E Z C A S I L L A S

GUADALAJARA, JAL.

1982

Las Agujas, Epio. de Zapopan, Jal. 11 de Septiembre 1982

C ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis

del PASANTE JORGE JAVIER MARTINEZ CASILLAS  
Titulada:

" EVALUACION DE SORGOS POR CALIDAD DE GRANO, RESISTENCIA A ENFER-  
MEDADES Y ADAPTABILIDAD EN EL MUNICIPIO DE OCOTLAN, JALISCO "

Damos nuestra aprobación para  
la impresión de la misma.

DIRECTOR

  
DR. JESUS ALBERTO BETANCOURT VALLEJO

ASESOR

ASESOR

  
ING. CARLOS AGUIRRE TORRES

  
QFB. VERONICA NAVARRO HIDALGO

A mis padres

Manuel Martínez Carreón

y Piedad Casillas Ortíz

por sus esforzadas vidas, plenas de benévola  
solidaridad y amor para sus hijos.

A mis hermanos

Verónica

Sandra

Patricia

Carmen

Manuel

y Toro

por su comprensión y paciencia.

A mis sobrinos

por su cariño y alegría.

A mis amigos

por su dilección.

# C O N T E N I D O

	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
Adaptación.	3
Enfermedades más importantes del sorgo. en Jalisco.	4
Utilización del sorgo en la actualidad.	8
III. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	10
Factores ecológicos y geográficos.	10
Climatología.	10
Comunicaciones.	11
Recursos.	11
IV. MATERIALES Y METODOS	13
Materiales.	13
Métodos.	13
V. RESULTADOS	20
Rendimiento de grano.	20
Datos agronómicos.	21
Reacción a enfermedades.	21
Calidad de grano.	22
Calidad de las tortillas obtenidas.	23
VI. DISCUSION	25
Análisis de varianza.	25
Rendimiento de grano.	25
Reacción a enfermedades.	26
Calidad de grano y tortillas.	27
VII. CONCLUSIONES	28
VIII. RECOMENDACIONES	29
- RESUMEN	30

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

		Pág.
Cuadro 1	Variedades de sorgo evaluadas, genealogía y origen.	14
Cuadro 2	Rendimiento en kg de grano por ha de 10 variedades de sorgo del Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas. Ocotlán, Jal. 1981.T.	20
Cuadro 3	Comportamiento de las 10 mejores variedades en lo que se refiere a adaptación, del Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas. Ocotlán, Jal. 1981.T.	21
Cuadro 4	Comportamiento de las 10 mejores variedades en cuanto a reacción frente a enfermedades, del Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas. Ocotlán, Jal.1981. T.	22
Cuadro 5	Calificación de calidad de grano en la prueba de Khan y Rooney (1980) de las 10 mejores variedades de sorgo detectadas con la prueba de comparación de medias de Duncan. Ocotlán, Jal. 1981.	23
Cuadro 6	Calidad de las tortillas obtenidas de las 10 mejores variedades de sorgo en comparación al testigo (maíz blanco). Ocotlán, Jal. 1981.	23
Cuadro 7	Análisis de varianza para rendimiento de grano en kg/ha de 29 variedades de sorgo. Ocotlán, Jal. 1981.	38
Cuadro 8	Grupos de significancia obtenidos de la prueba de medias de Duncan para rendimiento de grano en kg/ha de 29 variedades de sorgo.	39
Cuadro 9	Calificación de enfermedades y acame de los materiales del Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas. Ocotlán, Jal. 1981.T.	40
Cuadro 10	Rendimiento de 29 variedades de sorgo. Ocotlán, Jal. 1981.	41
Cuadro 11	Características agronómicas y adaptación de 29 variedades de sorgo. Ocotlán, Jal. 1981.	43
Figura 1	Rendimiento en kg/ha de 29 variedades de sorgo. Ocotlán, Jal. 1981.	42

## CAPITULO I

## INTRODUCCION

El cultivo del sorgo es de reciente introducción en México; comenzó a adquirir importancia en la región NE del estado de Tamaulipas alrededor del año de 1960 y se extendió posteriormente a otros estados como Guanajuato, Sinaloa, Jalisco y Michoacán (5).

Actualmente el sorgo a nivel nacional ocupa el tercer lugar en importancia con 1.4 millones de ha cosechadas y el segundo lugar en producción con un rendimiento promedio aproximado de 3 toneladas por ha. A nivel regional, el sorgo en el estado de Jalisco es también de reciente introducción. Así, por ejemplo, en 1965 se cultivaron 25 000 ha, incrementándose la superficie a 184 500 ha en 1981; obteniéndose una producción de 72 400 ton y un rendimiento promedio de 4.1 ton/ha.

Las cifras anteriores ubican al cultivo del sorgo en el segundo lugar en la región, precedido por el maíz (6).

El incremento de la superficie sembrada con sorgo se ha debido principalmente a la demanda del grano como producto básico en la elaboración de alimentos balanceados, a su facilidad de mecanización, a su amplia adaptación y a su relativa tolerancia a plagas y enfermedades.

El uso del sorgo en la alimentación animal ha permitido que mayores volúmenes del grano de maíz se destinen casi en su totalidad al consumo humano. No obstante, el sorgo también es utilizado como alimento para el hombre, como ocurre en muchos países de Asia y Africa (6).

En años recientes y en la actualidad los productores de sorgo de todo el mundo han estado y están siendo afectados por las pérdidas causadas por enfermedades fungosas, bacterianas y virales, y este problema tiende a ser mayor conforme este cultivo se ha venido intensificando.

En México, donde el sorgo va ganando poco a poco terreno al maíz por su comprobada tolerancia a condiciones desfavorables como falta de humedad en el suelo y su adaptación a zonas semiáridas, no se ha escapado a esta tendencia y los problemas de enfermedades ocurren en la mayor parte de las áreas donde se cultivo sorgo (5).

La obtención de productos alimenticios a partir del grano de sorgo es una de las alternativas de este cultivo que podría complementar lo que se obtiene del maíz, dado que ambos granos son bastante similares en cuanto a su composición y los productos que se obtienen del maíz podrían obtenerse del sorgo, con la ventaja de que el sorgo es más adaptable a condiciones críticas de humedad, como ocurre en muchas áreas de nuestro país.

La utilización del grano de sorgo está limitada por la presencia de taninos localizados principalmente en la testa (capa protectora situada debajo del pericarpio) y que reaccionan con los ácidos dando productos de color verde negruzco inaceptables para el consumo humano. La testa esta presente en granos de co -

lor rojo y café principalmente y a veces en granos blancos y amarillos.

Los granos blancos son de mayor calidad porque la mayoría carece de testa, pero muchos tienen la desventaja de ser susceptibles a mohos e intemperismo, que son los causantes de otros problemas relacionados con la calidad del grano; esta situación propició que durante mucho tiempo los agricultores sorgueros prefirieran sorgos rojos o cafés que tienen menos problemas en áreas húmedas y sufren menores pérdidas por el ataque de los pájaros.

En el estado de Jalisco, particularmente en el municipio de Ocotlán (localizado en la Ciénega de Chapala) el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) está llevando al cabo programas de investigación agrícola encaminados principalmente a encontrar nuevas fuentes de resistencia a las enfermedades que atacan al cultivo del sorgo en esa zona; y a la obtención de sorgos de alta calidad de grano para el consumo humano.

Por lo anterior, el presente estudio se planteó con los siguientes objetivos: 1) Determinar el comportamiento de algunas variedades de sorgo de grano blanco, tanto en lo que se refiere al rendimiento como a su resistencia y/o tolerancia a las enfermedades prevalentes en el área del municipio de Ocotlán, Jalisco; 2) Comparar las variedades de sorgo de grano blanco con un híbrido comercial y determinar sus ventajas; 3) Determinar mediante una prueba de laboratorio (método de Khan y Rooney) la probable utilización de los sorgos probados más rendidores y con buena calidad de grano, para la elaboración de tortillas.

\* \* \*

## CAPITULO II

## REVISION DE LITERATURA

## Adaptación.

De acuerdo con Pitner et al (35), los principales factores que determinan la adaptación del sorgo son: la humedad, la temperatura y la altitud.

Los mismos autores reportaron que aunque la planta es resistente a la sequía y produce considerablemente más que el maíz en regiones de escasa precipitación pluvial, también se desarrolla satisfactoriamente donde las lluvias son abundantes.

Bajo condiciones pluviométricas tan variadas se puede observar que el sorgo crece favorablemente desde áreas con precipitaciones pluviales anuales medias de 430 a 630 mm hasta aquellas con un promedio anual de 750 mm o más.

Aún cuando el sorgo es superior a otros cultivos en su habilidad para producir granos con una cantidad limitada de humedad, puede dejar de producir bajo condiciones de extrema sequía. También, a pesar de que las plantas pueden permanecer latentes durante largos períodos de sequía, es necesario que vuelva a haber humedad a tiempo para producir panojas y granos antes de las heladas. Sin embargo, el período durante el cual el sorgo tiene mayor necesidad de humedad es en el de floración.

Weihing, citado por Orozco (30), reportó en 1973, como temperatura media óptima para el crecimiento del sorgo 26.7° C y como mínima 16° C o menos. La temperatura media máxima a que puede desarrollarse el sorgo es de 37.5° C. X

Pitner et al (36) señalaron que el mejor crecimiento del sorgo se obtiene cuando el período de desarrollo es cálido. Se requiere que el suelo tenga una temperatura elevada (mayor de 10° C) para una mejor germinación y crecimiento inicial de la planta. El crecimiento se retarda en tiempo de frío y las plantas mueren fácilmente por heladas.

Martin et al (26) mencionan que la planta de sorgo produce mejor en áreas con un período de 5 meses libres de heladas y una temperatura media en julio de 24° C o más. X

Pitner et al (35) reportaron que en algunas regiones donde las temperaturas son bajas y los períodos de crecimiento libres de heladas son cortos, el cultivo se destina para obtener forraje. Generalmente las siembras tempranas de sorgo requieren más tiempo para alcanzar la madurez, ya que el tiempo frío de principio de la estación retarda su crecimiento y desarrollo. Los mismos autores señalan que tanto el crecimiento como la productividad del sorgo son grandemente influenciados por la altitud. Observaron que esta planta se desarrollaba perfectamente desde el nivel del mar hasta altitudes de 1 800 m o un poco más y que a altitudes mayores de 1 900 m había un desarrollo un tanto lento de la planta y un bajo porcentaje de polinización, lo cual limitaba su producción de grano.

Sin embargo, Romo y Carballo (41) reportaron en 1981 muy buenos rendimientos en sorgos para grano de las variedades Valles Altos 110, Valles Altos 120 y Valles Altos 130 en Chapingo, Méx. (2 250 msnm) y en Atitalaquia, Hgo. (2 150 msnm); lo cual indica que la adaptación de este cultivo está extendida sobre los 2 000 msnm, y no limitada a los 1 900 msnm como se reportaba anteriormente.

✧ Moya (29) y Anónimo (3) reportaron que el ciclo vegetativo del sorgo tiene un rango muy amplio. Basándose en el número de días a floración y a maduración se han clasificado los sorgos de grano en 3 ciclos: El ciclo precoz comprende aquellos sorgos que ocupan de 45 a 60 días para llegar a la floración y que para la maduración requieren de 105 a 120 días. Los sorgos de ciclo vegetativo intermedio requieren de 65 a 75 días para alcanzar la floración y de 120 a 140 para lograr la maduración. El ciclo tardío involucra a los sorgos que necesitan de 80 a 90 días para llegar a la floración y de 145 a 160 días para alcanzar la maduración.

Poehlman (34) señaló que los sorgos de maduración tardía, además de que requieren más días para alcanzar la floración, tienen más hojas, son más altos, tienen hojas más largas, mayor diámetro en el tallo y en general plantas más grandes que los sorgos más precoces.

#### Enfermedades más importantes del sorgo en Jalisco.

✧ Betancourt (5) reportó que las enfermedades que inciden en el cultivo del sorgo en el municipio de Ocotlán, Jalisco, en orden de importancia son: pudrición del tallo, y tizón de la panoja (Fusarium moniliforme), roya (Puccinia purpúrea), tizón foliar (Exserohilum turcicum), cenicilla vellosa o mildiú vellosa (Pero nosclerospora sorghi).

El mismo autor señala que las enfermedades de poca importancia en la zona son: mancha gris de la hoja (Cercospora sorghi), mancha zonada de la hoja (Gloeocercospora sorghi), rayado bacteriano (Pseudomonas andropogoni), carbón de la panoja (Sphacelotheca reiliana), pudrición carbonosa (Macrophomina phaseolina), antracnosis (Colletotrichum graminicola) y mohos del grano (complejo de varias especies de hongos como Fusarium y Curvularia).

La pudrición del tallo y tizón de la panoja han venido incrementándose recientemente en la Ciénega de Chapala (que comprende al municipio de Ocotlán, Jal.) y en otras áreas de México. En Jalisco ha llegado a constituirse como la principal enfermedad que afecta al sorgo.

✧ Zummo (53) señala que tanto la pudrición carbonosa (causada por Macrophomina phaseolina) como la pudrición del tallo (causada por Fusarium moniliforme) aparentemente requieren de condiciones especiales para su desarrollo, como lo es la época próxima a la madurez.

La pudrición del tallo es más dañina durante períodos de clima húmedo y frío, casi siempre es acompañada por un extenso daño en las raíces; esta enfermedad reduce el llenado del grano, lo que ocasiona pérdidas de hasta 20 por ciento en el peso.

La pudrición del tallo por F. moniliforme difiere de la pudrición carbonosa en que ésta produce una pigmentación menos intensa además de la desintegración de los tejidos internos del tallo.

El mismo autor considera también que existen varias prácticas culturales que coinciden con el incremento de la incidencia de F. moniliforme. Tales prácticas involucran a los barbechos y escardas deficientes, fertilización alta con nitrógeno, altas poblaciones de plantas y al monocultivo. Los reservorios del patógeno incluyen a los residuos del cultivo anterior y las plantas hospederas.

Zummo y Frederiksen (51) reportaron en un estudio que en las regiones donde la floración coincide con períodos de fuertes lluvias y con humedad alta constante, el tizón de la panoja es un serio problema.

La enfermedad produce la muerte de varias o todas las espiguillas de la panoja; cuando es severa, la panoja puede cubrirse de un desarrollo fungoso de color gris rosáceo. Si ésta se corta longitudinalmente se observa una coloración café rojiza y aún negra en la parte superior del pedúnculo y continúa por los raquis de las espiguillas; en algunos casos todo el pedúnculo presenta dicha coloración y puede ser que ésta penetre a los entrenudos superiores de la planta y, puede incluso, aparecer en la epidermis del tallo. Los pedúnculos pueden llegar a quebrarse en casos de extrema severidad.

Los mismos autores señalan que para distinguir el tizón de la panoja de la pudrición roja causada por Colletotrichum graminicola se pueden observar que las coloraciones causadas por los diferentes hongos difieren en la uniformidad; en F. moniliforme es continua y no presenta áreas intercaladas de otro color, mientras que C. graminicola muestra pequeñas áreas blancas intercaladas sin ninguna simetría. La pudrición roja puede causar pequeñas lesiones individuales en forma de lenteja en los tallos de algunos sorgos.

La manera como el hongo F. moniliforme penetra e infecta no está aún definida; aparentemente las heridas causadas por insectos o por efecto mecánico en las partes de la planta que afecta el hongo son un conducto propicio para la penetración del hongo.

El daño que causa este patógeno a la semilla almacenada y en el cultivo en pie no se conoce cabalmente, pero parece ser que en condiciones de humedad relativa alta puede causar pudrición, lo que redundaría en una baja calidad alimenticia del grano, así como en la baja viabilidad del mismo; estas condiciones se presentaron en la Ciénega de Chapala, como lo consignó Betancourt\*, en 1981.

---

\* Comunicación personal.

Williams et al (49) señalan que la roya está ampliamente distribuida e incide en casi todas las áreas donde se cultiva sorgo en el mundo.

Los síntomas primarios que muestran las plantas afectadas son unas manchas pequeñas en las hojas inferiores, de color púrpura, café o rojo, dependiendo del híbrido de sorgo; los síntomas avanzan en forma más lenta en híbridos resistentes.

Las pústulas son características de la roya y se desarrollan principalmente en el envés de las hojas y se denominan uredosoros. Estos, revientan y dejan escapar unas masas polvorientas de color rojo constituidas de uredosporas. La forma de los uredosoros es elíptica y se localizan paralelamente a las venas y entre éstas. Los uredosoros pueden casi cubrir totalmente las hojas de las plantas de híbridos muy susceptibles. A veces se pueden encontrar uredosoros en las vainas de las hojas y sobre los tallos de la inflorescencia.

X Tarr (45) indicó que la roya raramente causa pérdidas severas, además del esporádico secado de las hojas. Sin embargo, Fredericksen (16) en otro reporte consigna que el problema es que se ha comprobado que la roya del sorgo, bajo condiciones favorables a ella, reduce grandemente el rendimiento y su ataque puede ser un factor predisponente para otros problemas mayores como lo es el ataque de hongos como F. moniliforme, C. graminicola con menor probabilidad y mohos del grano. Los híbridos previamente resistentes a roya en la Ciénega de Chapala son ahora susceptibles.

Frederiksen (14) señaló que el tizón foliar causado por Exse rohilum turcicum es una de las enfermedades foliares del sorgo con más amplia distribución y puede ubicarse como la enfermedad foliar más importante en este cultivo.

El síntoma característico de esta enfermedad es la aparición de lesiones en forma de huso sobre el haz de las hojas; las lesiones son necróticas debido a la obstrucción de los vasos cercanos a la lesión; los bordes de ésta tienen un color más oscuro que el área restante, que es de color café claro. En ocasiones muestran un ligero crecimiento grisáceo constituido por conidióforos y conidias; esto ocurre cuando la humedad ambiental es alta.

Las infecciones severas pueden conducir a la total desecación de la hoja, al unirse muchas lesiones.

Tuleen y Frederiksen (47) registraron que una característica peculiar de las conidias de E. turcicum es que engrosan sus paredes para esperar condiciones más propicias para germinar. La germinación de las esporas se efectúa mediante un tubo germinal, el cual puede o no, dar origen a la apresoria.

Betancourt (5) consignó que el mildiú del sorgo causado por el hongo Peronosclerospora sorghi es, sin duda, la enfermedad más dañina y de mayor trascendencia en México. La enfermedad se observó por primera vez en el país en 1964 en el estado de Tamaulipas; a la fecha el mildiú está presente en los estados de Guerrero, Jalisco, Colima, Michoacán y Guanajuato. El mismo autor señala que

en el estado de Jalisco el primer reporte acerca de la enfermedad fué hecho en el año de 1974.

Frederiksen (13) describió al mildiú con dos tipos de daño; el principal causado por la infección sistémica producida por oosporas; en el secundario, el daño es causado por conidias al producir lesiones locales.

En la infección sistémica ocurre primeramente la infección parcial de las hojas que mas tarde habrán de ser completamente infectadas; las conidias provienen de las 2 a 4 hojas que tuvieron la infección más temprana, mientras que las oosporas se originan en hojas en las cuales la infección se presentó después.

Posteriormente se presenta la necrosis y conforme la planta va madurando las hojas infectadas se desintegran por el desmenuzamiento que sufren. Las hojas sistémicamente infectadas exhiben bandas cloróticas paralelas a las nervaduras, alternadas con bandas de color amarillo o verde tenue. Cuando la humedad ambiental es alta y las temperaturas son bajas aparece en la superficie del envés de la hoja una vellosidad que es la esporulación sexual; este vello solo prospera en las hojas inferiores de la planta.

La aglomeración densa de lesiones locales redundando en que la hoja se muestra como si hubiese sido quemada; por lo general las lesiones locales son necróticas y otros pueden medrar en ellas. El mismo autor, en el mismo reporte, señala que la diseminación del mildiú puede llevarse al cabo por las oosporas presentes en la semilla o en residuos de cosecha, las conidias procedentes de plantas infectadas y por los micelios del hongo en la semilla.

La infección sistémica causa esterilidad o reduce la producción de semilla; la sobrevivencia de las conidias es dura pocas horas y su intervención en la diseminación de la enfermedad es poco probable que sea trascendente; en cuanto al micelio, cuando se ha detectado en el embrión de semillas maduras y secas puede esperarse que den origen a plantas infectadas.

Pøehلمان (34) señaló que los objetivos principales en el mejoramiento de los sorgos son: precocidad, mayor producción, adaptación a la recolección mecanizada, resistencia al acame, resistencia a insectos, calidad de grano y resistencia a enfermedades. El mismo autor, en el mismo texto, consignó que durante la selección de materiales suele ser necesaria cierta tolerancia en la combinación de una buena resistencia a las enfermedades y una buena adaptación cuando ambas características no presenten la magnitud deseada en la misma variedad.

Frederiksen y Rosenow (15) indicaron que se han desarrollado un gran número de líneas de sorgo con características agronómicas deseables y con altos niveles de resistencia a la antracnosis y mildiú, enfermedades para las cuales no se habían encontrado fuentes de resistencia. Los mismos autores mencionan que se han encontrado fuentes de resistencia para el carbón de la panoja, mosaico del enanismo del maíz, mohos del grano, mancha zonada de la hoja, mancha gris de la hoja, rayado bacteriano, tizón foliar y tizón

de la panoja.

#### Utilización del sorgo en la actualidad.

\* Martin et al (26) y Karper (21) reportaron que los sorgos dulces que tienen jugo abundante son apropiados para utilizarse para ensilaje, forraje y heno; o para la producción de miel y jabe. Las variedades con endospermo ceroso se ha utilizado para la fabricación de adhesivos, papel para pegar, goma para estampillas y sobres y aún puede usarse como un sustituto de la tapioca.

Martin (25) y Karper et al (20) señalaron que del sorgo se puede obtener alcohol etílico, almidón, así como dextrosa, aceites comestibles y un tipo especial de harina para la obtención de barnices, así como variedades con semillas córneas que revientan como el maíz palomero.

\* Pitner et al (35) registraron que el grano de sorgo para la alimentación humana es de gran importancia en algunas partes de Africa, en China y en la India, en donde constituye el alimento principal en la dieta de la población; en otras partes como México y America Central las tortillas son uno de los alimentos más importantes.

\* Khan et al (22) asentaron que el consumo anual de tortillas en México rebasa los 120 kg per cápita. Preferentemente las tortillas se elaboran con maíz, pero el sorgo está siendo usado en varios países de América Central solo o mezclado con maíz para elaborarlas. En Africa, dada la importancia del sorgo, la Universidad de Nairobi ha elaborado una publicación con más de 40 recetas que incluyen al sorgo y sus derivados (harina y semolina) entre sus principales ingredientes.

\* Pitner et al (35) indicaron que la masa para hacer tortillas se obtiene de la misma manera en el sorgo y en el maíz y en los ensayos culinarios llevados al cabo al respecto, se ha determinado que las tortillas hechas con sorgo tienen un sabor muy similar al que tienen las tortillas hechas con maíz.

\* Barham, citado por Pitner et al (35) reporta en forma aproximada las siguientes determinaciones en el grano de sorgo: agua 13.1 %, fibra cruda 1.7 %, proteína cruda 14.4 %, almidón y azúcares 66.2 %, grasas 3.6 %, cenizas 2.0 %.

\* Khan et al (22) consignaron que el color del grano está altamente relacionado con el color de las tortillas producidas con esos granos.

Los resultados obtenidos de la prueba de 33 muestras de sorgo con pericarpio blanco y café sugieren que la calificación del color del grano de sorgo podría ser un método eficiente para predecir el color de las tortillas hechas con el grano probado.

Los mismos autores han desarrollado una sencilla prueba para la identificación de sorgos aptos para utilizarse en la elaboración

de tortillas, y en forma general han establecido que las características idóneas para que un sorgo proporcione buen grano tortillero deben ser el que tenga este pericarpio de color muy claro, carecer de testa pigmentada, tener endospermo con textura cerosa o intermedia, almidón no ceroso y estar libre de manchas en el pericarpio.

Betancourt\* señaló en 1981 que en los sorgos blancos que producen tortillas no debe esperarse una calidad demasiado alta y comparable a la del maíz, aunque si lo suficientemente buena y apta para el consumo humano. El mismo autor indica que el punto importante sobre el posible cultivo de estos sorgos es su ubicación en áreas donde la humedad relativa sea baja durante la época de cosecha para evitar daños de intemperismo e incidencia de mohos.

\* \* \*

---

\* Comunicación personal.

## CAPITULO III

DESCRIPCION DEL AREA DE  
ESTUDIO

## Factores ecológicos y geográficos

## Localización del área.

Altitud            1 525 msnm.  
 Longitud        105° 46' 2" Oeste.  
 Latitud         20° 21'        Norte.

## Límites.

El municipio de Ocotlán, Jalisco colinda con seis municipios. Al N con Zapotlán del Rey y Tototlán; al E con La Barca; al O con Poncitlán; al NO con Atotonilco; al SE con Jamay, y además limita al S con el lago de Chapala.

## Extensión.

El municipio cuenta con una superficie de 247 700 km<sup>2</sup>, cifra que representa el .31% de la superficie total del estado, ocupando el lugar 102 entre los municipios en cuanto a superficie se refiere.

## Climatología

## Clasificación del clima según Köpen.

(A)C (W1)w        Templado semicálido.  
 (A)C (W1)         Templado semicálido subhúmedo.

Según Thornthwaite el clima es semiseco y semicálido, con régimen de lluvias en los meses de junio a octubre, representando el 92% del total anual.

## Temperaturas.

Media anual        22° C - 28° C  
 Máxima            23° C - 24° C en mayo.  
 Mínima            16° C - 17° C en enero.

## Precipitación pluvial.

La precipitación pluvial media anual es de 810 mm. La mayor incidencia de lluvias se registra en julio con un rango que va de 220 a 230 mm. Febrero es el mes más seco con una precipitación pluvial menor de 10 mm.

### Granizadas.

Se presentan con una frecuencia de 0 a 5 días al año. La máxima incidencia de granizadas se presenta en los meses de julio y agosto.

### Heladas.

La frecuencia de heladas para los climas semicálidos subhúmedos es de 0 a 20 días al año durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero; siendo principalmente febrero el mes de mayor incidencia.

## Comunicaciones

La cabecera municipal cuenta con las siguientes vías de comunicación:

La carretera federal Guadalajara - La Barca - México.

Los caminos vecinales a San Vicente (Labor Vieja), a Zapotlán del Rey y una brecha que conduce a Tototlán.

El ferrocarril Guadalajara - México cruza el municipio y pasa por la ciudad de Ocotlán.

Existe además en las cercanías de la ciudad de Ocotlán una pista de aterrizaje para pequeñas aeronaves.

## Recursos

### Suelo.

Orográficamente en el municipio se encuentran 3 formas características de relieve. La primera corresponde a zonas accidentadas y abarca aproximadamente el 14% de la superficie del municipio.

Se localizan en el N, NE y SE de la cabecera municipal; están formadas por alturas de 1 600 a 1 900 msnm.

La segunda corresponde a zonas semiplanas y abarca aproximadamente el 5% de la superficie del municipio. Se localizan al N de la cabecera municipal; están formadas por alturas de 1 600 a 1 800 msnm.

La tercera corresponde a zonas semiplanas y abarca aproximadamente el 81% de la superficie del municipio. Se localizan al N de la cabecera municipal, están formadas por alturas de 1 600 msnm.

### Profundidad del perfil.

Horizonte A0	0 - 30 cm.
Horizonte A11	30 - 70 cm.
Horizonte A12	70 -125 cm.

### Textura.

La textura del horizonte AO es clasificada como migajón arcilloso, ya que los porcentajes de composición son:

Arcilla	34%
Limo	33%
Arena	28%

### Cubierta vegetal.

En el llano salino se encuentran las especies Suaeda diffusa (sa ladillo), Cynodon dactylum (zacate bermuda), Bacopa chamaedryoides (verdolaguilla), Cyperus divergens (pata de gallo), Prosopis laevigata (mezquite), Acacia farnesiana (huizache) y Cyperus esculentus (tule).

En el mezquital predominan las siguientes especies: Prosopis laevigata (mezquite), Acacia farnesiana (huizache), Opuntia spp (nopal), Celtis pulida (granvenò), y Chloris virgata (pasto).

### Usos del suelo

Uso	Superficie en ha
Labor	16 876
Bosque	1 500
Pastizal	4 894
Agrícolamente improductiva	1 500
Total	24 700

### Hidrología

El municipio se encuentra dividido en 2 partes por el Río Zula, que lo cruza de N a S desembocando en el Río Grande de Santiago, al salir este del lago de Chapala. Entre los principales arroyos se encuentran los siguientes: El Negro, al N; el Cantarranas, que nace en el NE del municipio y desemboca en el bordo-La Grulla; el Arroyo Grande, que nace al E del municipio y desemboca en el río Zula; y el arroyo La Barranquita, que se localiza al E de la ciudad de Ocotlán.

## CAPITULO IV

## MATERIALES Y METODOS

## MATERIALES

Los materiales utilizados en la presente investigación fueron proporcionados por el Instituto Internacional de Investigación en Cultivos para Trópicos Semiáridos (ICRISAT) a través del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y formaron parte de un ensayo uniforme que el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) llevó al cabo dentro de sus programas de investigación en la Ciénega de Chapala; las otras localidades de prueba se situaron en Centro América.

Los materiales del ensayo poseen las siguientes características, de acuerdo a observaciones hechas anteriormente: plantas de color verde claro, adaptación amplia, resistentes a enfermedades foliares y grano blanco. Sobre este último carácter, la mayoría carece de testa pigmentada, son de endospermo intermedio y glumas de color claro, que son características deseables en sorgos para el consumo humano.

Las variedades empleadas en el ensayo provienen de generaciones F3 de un grupo de cruza simples y triples avanzadas a F4 y F5, en otros casos fueron derivadas de pruebas multilocacionales llevadas al cabo por el ICRISAT en Hyderabad, India.

El híbrido usado como testigo fue el híbrido comercial INIA-Purépecha, que es de grano color blanco perla y mezclado con maíz produce tortillas bastante aceptables, en proporción de harinas 4.1 (maíz-sorgo).

Los materiales probados se muestran en el Cuadro 1.

## METODOS

Diseño experimental y procedimientos de campo.

El diseño experimental empleado estuvo basado en una distribución en bloques al azar, con 29 tratamientos y 3 repeticiones. El empleo de la mencionada distribución se debió a que el CIMMYT lo requiere a todos los colaboradores en el Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas.

Las parcelas constaron de 2 surcos con una longitud de 5 m; la superficie de las parcelas fué de  $7.6 \text{ m}^2$ , la parcela útil tuvo una superficie de  $6.08 \text{ m}^2$ .

La superficie total ocupada por el experimento fué de  $749.36 \text{ m}^2$  y la superficie sembrada fué de  $661.2 \text{ m}^2$ .

Cuadro 1. Variedades de sorgo evaluadas, genealogía y origen.

No. Var.	Genealogía	Origen <sup>a/</sup>
1	(IS12611xSC108-3)-1-1-2-1	Zac 81A 1530
2	" " -1-2-1	" " 1531
3	" " -4-4-8	" " 1533
4	" " -7-2-1	" " 1534
5	(TAM428xE35-1)-2-1	" " 1536
6	(GPR168xSC170-6-17)-1-1	" " 1538
7	(GPR148xE35-1)4-1xCS3541)5-1-2	" " 1543
8	IS12611x(bulk-YxGPR165)-4-3)8-2-4	" " 1544
9	(2Kx17-1)(SC108-3xCS3541)-3-1)-1-1	" " 1545
10	(CS3541xET2039)-11-2x(SC-108-3)(GPR148)-12-10)-42-1-1	" " 1547
11	M 90360	SEPON TL 81A-729
12	M 90608	SEPON 735
13	2027	D. T. 56-759
14	SEPON 80 - 6	SEPON 766
15	SEPON 80 - 38	" 778
16	M 63656	" 849
17	D 71443	ICRISAT ISIDRON 29-1131
18	D 71444	" " 30-1132
19	D 71205	" " 31-1133
20	D 71448	" " 33-1135
21	M36285(SC108xE35-1)	PR 81A 61- 61
22	M 50009	" " 190-195
23	M62641(SC108xCS3541)E-15-5	" " 215-222
24	M63594(SC108xCS3541)-19	" " 313-318
25	M 50013 (S.B.)	" " 432-435
26	SEPON 78 (Bulk)	" " 453-466
27	SEPON 77	" " 480-489
28	M 90975	" " 725-726
29	Híbrido INIA - Purépecha (testigo)	INIA

<sup>a/</sup> Fuente original del material

El lote experimental se estableció en el predio denominado "El Cerrito", distante aproximadamente 1 km al SO de la población de San Vicente (Labor Vieja), municipio de Ocotlán, Jalisco.

Las labores de preparación del terreno consistieron en un barbecho, 2 pasos de rastra (cruzados) y el surcado; este último se realizó dejando una distancia entre surcos de 76 cm. Se delimitaron las repeticiones y andadores con estacas e hilo.

La siembra se realizó el 19 de junio de 1981 en terreno húmedo; para ello se prepararon sobres conteniendo cada uno 8 gr de semilla, lo que, de acuerdo al tamaño de la parcela da una densidad de siembra de 21 kg/ha. Los sobres se distribuyeron en el terreno conforme al diseño experimental.

La fertilización se llevó al cabo en 2 etapas: en la siembra y en la segunda escarda. Se empleó el tratamiento de fertilizante 140-40-00. En la siembra se aplicaron un tercio del nitrógeno y todo el fósforo, como sigue: 52.93 gr de nitrato de amonio 33.5% y 33 gr de superfosfato de calcio triple 46%, por surco. En la segunda escarda se aplicaron los dos tercios restantes del nitrógeno, como sigue: 105.87 gr de nitrato de amonio 33.5% por surco.

El mismo día de la siembra se hizo la aplicación (preemergente) del herbicida Gesaprim Combi en dosis de 3 kg/ha disueltos en 300 litros de agua, Aún así, hubo incidencia de malas hierbas en el cultivo pero fueron controladas eficazmente con las escardas; estas se dieron a los 15 y 30 días después de la emergencia de las plántulas; se efectuaron con azadón.

Para controlar al gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) se usó el insecticida Sevin 5% granulado en dosis de 12 kg/ha en aplicación al cogollo de la planta. No hubo más problemas de plagas.

La cosecha se realizó el día 18 de noviembre de 1981, se efectuó manualmente, cortando las panojas con rozadera. Se cosechó omitiendo .5 m por cada extremo de los surcos para eliminar el efecto de orilla. En producto de cada parcela se colocó en costales marcados para tal fin. El desgrane fué hecho en forma manual y luego se procedió a pesar el grano y tomar lecturas de humedad.

#### Rendimiento de grano.

Se estimó con los pesos ajustados a 12% de humedad. Se calcularon, mediante el método de Glenn y Kramer, los rendimientos de 2 parcelas perdidas. El citado método consiste en determinar los rendimientos por aproximaciones a partir de un promedio de los datos de rendimiento en las parcelas con tratamiento correspondiente a la parcela perdida. Este método se basa en el empleo de la fórmula de Yates, que es la siguiente:

Donde:

$$X = \frac{tT + rR - G}{(t-1)(r-1)}$$

X= Rendimiento estimado de la parcela perdida.

t= Número de tratamientos.

T= Total de los rendimientos del tratamiento con una parcela perdida.

r= Número de repeticiones.

R= Total de los rendimientos de la repetición con una parcela perdida.

G= Total del rendimiento del experimento.

Se llevó al cabo un análisis de varianza para éste carácter y, para determinar las diferencias entre variedades, se usó la prueba de comparación de medios de Duncan, recomendada cuando el número de tratamientos en el experimento es grande, la prueba de F resulta no significativa o para dar recomendaciones preliminares.

Días a floración.

Se tomó la fecha de floración cuando el 50% de las panojas de cada parcela tuvo el 50% de flores abiertas.

Altura de planta.

Se midió en la madurez. La medición se hizo desde la base de la planta hasta la punta de la panoja.

Longitud de la panoja.

Se midió desde la base de la primera raquilla hasta la punta de la panoja.

Excursión.

Se midió desde la vaina de la hoja bandera hasta la base de la primera raquilla.

Tipo de panoja.

Se clasificaron las panojas de acuerdo a su compactación en: abierta, semiabierta, compacta y semicompacta.

Color del grano.

Se calificó en forma visual.

### Calificación para adaptación.

Se hizo en la madurez del cultivo de acuerdo con la siguiente escala:

- 0 Evaluación no posible.
- 1 Muy buena.
- 2 Buena.
- 3 Regular.
- 4 Pobre.
- 5 Muy pobre.

### Calificación para acame.

Se basó en la escala internacional elaborada por CIMMYT y se efectuó antes de la cosecha.

- 0 Evaluación no posible.
- 1 2% o menos de plantas afectadas.
- 2 3 a 10% " " "
- 3 11 a 30% " " "
- 4 31 a 70% " " "
- 5 71 a 100% " " "

### Calificación para enfermedades.

Se basó en las escalas propuestas por Frederiksen y Rosenow (15).

### Podriciones del tallo. (C.graminícola, F.moniliforme y M.phaseolina).

- 0.0 Evaluación no posible.
- 0.1 Reacción mínima indistinguible.
- 0.2 Decoloración localizada cerca de la herida, progresando, cuando mucho, a las partes superficiales del tallo pero sin alcanzar los nudos.
- 0.5 Decoloración extensa avanzando a la parte central del tallo.
- 0.8 Decoloración alcanzando uno o ambos nudos.
- 1.0 Entrenudos total o parcialmente decolorados sin penetración al área nudosa.
- 1.1 Mínima penetración de uno o ambos nudos.
- 1.2 Penetración casi completa de uno o ambos nudos.
- 1.5 Penetración de un nudo y ligera invasión del entrenudo próximo.
- 2.0 Más que uno, pero no más de dos entrenudos afectados, la infección debe haberse diseminado por lo menos a través de un entrenudo.
- 2.5 Penetración de 2 nudos y ligera invasión del entrenudo distal.

- 3.0 La infección ha pasado a través de 2 o más entrenudos.
- 4.0 Invasión extensa de la planta, pero no hay muerte de la misma.
- 5.0 Muerte de la planta debido a la pudrición del tallo.

La calificación se efectuó después de la madurez fisiológica.

Enfermedades foliares (C. sorghi, R. sorghi, G. sorghi, A. sorgina, P. andropogoni, E. turcicum, P. purpúrea, etc.)

- 0 Evaluación no posible.
- 1 Resistente. Enfermedad no presente, si está presente es ocasionalmente.
- 2 Enfermedad presente (más del 50% de plantas infectadas con baja severidad; aparentemente causando pequeño daño económico).
- 3 Enfermedad severa (100% de plantas infectadas, área foliar destruida estimada del 25%; la enfermedad es de importancia).
- 4 Lo mismo que en el punto anterior, pero con más del 25% del área foliar destruida.
- 5 Muerte de las hojas o plantas debido a la enfermedad.

La calificación se efectuó antes, en tiempo o después de la floración, dependiendo de la enfermedad.

Mildió (Peronosclerospora sorghi).

La calificación para la incidencia de mildió se tomó basándose en el porcentaje de plantas infectadas, tanto sistémicamente como por conidia (lesiones locales).

La selección de sorgos aptos para la elaboración de tortillas estuvo basada en la prueba de Khan y Rooney (22).

Este método considera la coloración desarrollada por el grano debido a la presencia de taninos, cuando es sometido a calentamiento en presencia de hidróxido de sodio (NaOH).

El procedimiento es el siguiente:

- 1.- Se seleccionan 5 granos frescos, limpios y blancos con el menor número de manchas en ellos.
- 2.- Se ponen en un tubo de ensayo de 30 ml.
- 3.- Se agregan 2 perlas de NaOH.
- 4.- Se agrega 1 ml de agua destilada al tubo de ensayo.
- 5.- Se ponen los tubos de ensayo en un baño de agua a 60° C durante 2 horas.
- 6.- Incluir los sorgos testigos para propósitos comparativos.
- 7.- Extraer las muestras de los tubos y colocarlas sobre toallas de papel para secarlas y efectuar la calificación. Esta se hace sobre una superficie blanca.

### Calificación de calidad de grano.

Se realizó de acuerdo a la siguiente escala, que es dada por los sorgos testigos:

Color		Clave
Crema	Excelente	1
Amarillo claro	Muy buena	2
Amarillo	Buena	3
Café claro	Regular	4
Rojo ladrillo	Mala	5
Rojo acentuado	Muy mala	6

A este análisis se sometieron únicamente 10 muestras de sorgo, se leccionadas por su rendimiento y color de grano. La calificación se estimó en base a la observación visual, comparando las coloraciones de los sorgos probados con las coloraciones dadas por los sorgos testigos.

### Elaboración de tortillas de sorgo.

El procedimiento para obtener las tortillas fué el siguiente:

50 g de sorgo limpio en 150 ml de solución alcalina de  $\text{Ca(OH)}_2$  al 0.8 por ciento se calentaron hasta hervir. Después de la cocción se añadieron 50 ml de agua de la llave y se dejaron reposar el nixtamal y el nejayote durante 4 horas a temperatura ambiente.

El nixtamal se lavó perfectamente con agua y se procedió a molerlo en un molino manual; se agregaron 6 ml. de agua de la llave a la masa obtenida y se efectuó entonces el amasado.

Enseguida se hizo una tortilla con 30 gr de masa prensados con una tortillera manual. La tortilla se coció sobre una parrilla precalentada a  $315^\circ \text{C}$ , dejando cada lado de la tortilla en cocción durante 45 segundos aproximadamente. La calificación de las tortillas se hizo de manera subjetiva en cuanto al sabor y color presentados por la misma. Cuatro personas intervinieron en la evaluación teniendo la tortilla de maíz blanco como referencia.

## CAPITULO V

## RESULTADOS

## Rendimiento de grano.

Los resultados del análisis de varianza para rendimiento de grano se muestran en el Cuadro 7 del apéndice.

De acuerdo a la prueba de F se encontró una diferencia altamente significativa entre bloques y nula diferencia estadística entre tratamientos.

Al efectuarse la prueba de comparación de medias de Duncan se observó que los tratamientos 4, 29, 3, 9 y 19 fueron significativamente diferentes de los demás. Al proceder a elaborar grupos de significancia se formaron 3 grupos (Cuadro 8 del apéndice.).

En el Cuadro 2 se muestran las 10 mejores variedades en cuanto al rendimiento en kg de grano al 12% de humedad.

Puede observarse que la línea SC108 interviene en las 3 variedades introducidas más rendidoras (4, 3 y 9). Las 5 mejores variedades en el experimento resultaron estadísticamente iguales al híbrido Purépecha que se utilizó como testigo.

Cuadro 2. Rendimiento en kg de grano por ha de 10 variedades de sorgo del Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas. Ocotlán, Jal. 1981.T.

No. Var.	Genealogía	Rendimiento kg/ha
4	(IS12611xSC108-3)-1-1-2-1	8,536.67 a <sup>1/</sup>
29	Híbrido INIA-Purépecha (testigo)	8,215.33 a
3	(IS12611xSC108-3)-4-4-8	8,094.00 a
9	(2Kx17-1)(SC108-3xCS3541)-3-1)-1-1	7,892.00 a
19	D 71205	7,853.00 a
21	M36285 (SC108xE35-1)	7,680.33 b
5	(TAM 428xE35-1)-2-1	7,269.33 b
18	D 71444	7,228.67 b
2	(IS12611xSC108-3)-1-1-2-1	7,204.33 b
15	SEPON 80-38	7,187.67 b

<sup>1/</sup> Variedades con la misma letra no difieren significativamente entre sí de acuerdo a Duncan al 0.05 de probabilidad.

### Datos agronómicos.

Los datos obtenidos en el campo para determinar la adaptación de los diferentes materiales se muestran en el Cuadro 11 del apéndice. Puede observarse que todas las variedades mostraron ciclo vegetativo tardío con altura promedio de 1.90 m y similar a la del híbrido testigo que es de 1.95m. Las calificaciones para adaptación oscilaron de buena a regular; con un rango de 2.5 a 3.0 en la escala 1-5.

En el Cuadro 3 se muestran las variedades que poseen una buena adaptación con buenas características agronómicas. Nótese que el rango de adaptación fué en algunas variedades igual o superior al híbrido comercial Purépecha.

Cuadro 3. Comportamiento de las 10 mejores variedades en lo que se refiere a adaptación, del Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas. Ocotlán, Jal. 1981 T.

No. Var.	G e n e a l o g í a	Calif.Adaptación <u>1/</u>
2	(IS12611xSC108-3)-1-1-2-1	2.5
3	(IS12611xSC108-3)-1-2-1	2.0
4	(IS12611xSC108-3)-7-2-1	3.0
5	(TAM428xE35-1)-2-1	3.5
9	(2Kx17-1)(SC108-3xCS3541)-3-1)-1-1	2.5
15	SEPON 80-38	3.0
18	D 71444	2.5
19	D 71205	3.0
21	M36285 (SC108xE35-1)	3.0
23	M62641 (SC108xCS3541)E-15-1	3.0
29	Purépecha (testigo)	3.0

1/ 1 = Excelente  
5 = Mala

### Enfermedades.

Los datos obtenidos en el campo para determinar el comportamiento de los materiales probados, en lo que respecta a enfermedades, se muestran en el Cuadro 9 del apéndice.

En el Cuadro 4 se muestran las calificaciones para enfermedades obtenidas por las 10 mejores variedades en cuanto a la reacción a las mismas.

Cuadro 4. Comportamiento de las 10 mejores variedades en cuanto a reacción frente a enfermedades, del Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas. Ocotlán, Jal. 1981 T.

No. Var.	tizón foliar roya		tizón de la panoja	mildiú (%)	acame
1	2.5	2.0	1.5	0.00	1.0
3	2.5	2.0	1.5	0.62	2.5
4	2.5	2.0	1.5	0.00	2.0
8	2.0	1.5	1.5	0.00	1.0
15	2.5	2.5	1.5	0.00	2.5
17	2.5	2.5	1.0	0.73	1.5
20	2.5	2.5	1.5	0.00	3.0
21	2.5	2.0	1.5	0.00	2.0
23	2.5	2.0	1.5	0.47	2.0
27	2.5	2.0	2.0	2.18	1.5
Testigo	3.0	2.5	3.0	1.58	2.5

Puede observarse que el comportamiento de las variedades fué bastante similar en cuanto a tizón foliar, roya y tizón de la panoja.

Para el mildiú las calificaciones fueron muy bajas en las pocas variedades que lo presentaron; lo anterior evidencia como intrascendente el daño del mildiú para las variedades incluidas en el ensayo.

Calidad de grano.

Los resultados arrojados al comparar las muestras de los materiales introducidos con las muestras testigo (curva de comparación) se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Calificación de calidad de grano en la prueba de Khan y Rooney (1980) de las 10 mejores variedades de sorgo detectadas con la prueba de comparación de medias de Duncan. Ocotlán, Jal. 1981.

No. Var.	Genealogía	Calificación de calidad <u>2/</u>
2	(IS12611xSC108-3)-1-2-1	2.0
3	(IS12611xSC108-3)-4-4-8	2.0
4	(IS12611xSC108-3)-7-2-1	2.5
5	(TAM 428xE35-1)-2-1	2.0
9	(2Kx17-1)(SC108xCS3541)-3-1)-1-1	3.0
15	SEPON 80-38	2.0
18	D 71444	2.5
19	D 71448	3.0
21	M36285 (SC108xE35-1)	3.0
23	M62641 (SC108xCS3541)E-15-5	2.0
Maíz <u>3/</u>	-----	1.0

2/ 1 = Excelente.      3/ Maíz blanco Zoapila.  
6 = Muy mala.

Las calificaciones obtenidas por los sorgos sometidos a la prueba de calidad de grano propuesta por Khan y Rooney fueron todas satisfactorias; únicamente 3 variedades (9, 19 y 21) obtuvieron 3 de calificación (buena); las restantes (2, 3, 4, 15, 18 y 23) tuvieron calificaciones de 2 y 2.5 (muy buena).

#### Calificación de las tortillas.

La evaluación de las tortillas obtenidas de las 10 mejores variedades para calidad de grano se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Calidad de las tortillas obtenidas de las 10 mejores variedades de sorgo en comparación al testigo (maíz blanco). Ocotlán, Jal. 1981.

No. Var.	Genealogía	Calidad de la tortilla
2	(IS12611xSC108-3)-1-2-1	Buena
3	(IS12611xSC108-3)-4-4-8	"
4	(IS12611xSC108-3)-7-2-1	"
5	(TAM 428xE35-1)-2-1	"
9	(2Kx17-1)(SC108-3xCS3541)-3-1)-1-1	"
15	SEPON 80-38	"
18	D 71444	"
19	D 71205	"
21	M36285 (SC108xE35-1)	"
23	M62641 (SC108xCS3541)E-15-5	"
Maíz bco.	-----	Excelente

Las buenas calificaciones de las tortillas se basan en la comparación hecha contra tortillas de maíz blanco de excelente calidad y no contra tortillas comerciales de regular calidad. Se califican como buenas por su sabor y su color similares a los de las tortillas del mencionado maíz blanco Zoapila.

Puede observarse que la línea SC 108 que interviene en algunas variedades probadas, mostró una frecuencia alta para heterosis y calidad de grano; su comportamiento fué similar, en rendimiento, al del híbrido comercial INIA-Purépecha con la ventaja adicional de exhibir mayor resistencia a enfermedades, aunque también porte alto (Cuadro 11 del apéndice).

\* \* \*

## CAPITULO VI

## DISCUSION

## Análisis de varianza.

La diferencia no significativa entre variedades en la prueba de F, posiblemente se debió a que el número de tratamientos incluido en el experimento fué casi el doble que el recomendado para obtener información confiable acerca de las diferencias entre los mismos, de acuerdo a lo indicado por Steel y Torrie (44). El coeficiente de variación resultó elevado, posiblemente, por la misma razón o por la heterogeneidad del suelo, sin embargo, este último punto no es concluyente dado que se apreciaron diferencias estadísticas entre bloques. Lo anterior indica que el diseño empleado, dentro de sus limitaciones, fué efectivo.

La prueba de Duncan, empleada para la comparación de medias de rendimiento, indicó que hubo significancia entre variedades y fué así posible delimitar el grupo superior en cuanto a ese carácter se refiere (Cuadro 8 del apéndice).

Puede observarse que el rango de diferencias en los rendimientos fué muy reducido; es decir, un gran número de variedades se comportó similarmente dado que dentro de su germoplasma hubo líneas comunes (Cuadro 10 del apéndice). Lo dicho puede explicar también el porqué de la no diferencia entre tratamientos en la prueba de F.

En trabajos de esta índole es conveniente utilizar el diseño en látice simple duplicado, cuando el número de tratamientos es mayor de 20, para lograr una mayor precisión estadística.

## Rendimiento de grano.

Los rendimientos obtenidos con las variedades probadas fueron muy aceptables si se toma en consideración que los materiales son de polinización libre. Una razón importante del uso de semillas de híbridos F1 en cultivos comerciales de sorgo es la explotación de la heterosis que se obtiene al cruzar 2 o más líneas, y que se refleja (en los incrementos del rendimiento, tamaño de planta, mejor adaptación, resistencia a enfermedades y plagas, etc.) en la progenie, en comparación con sus progenitores o el promedio de los mismos.

En el caso del presente estudio el nivel de rendimiento observado en las variedades fué similar al del testigo (híbrido), y superior, en algunos casos al mismo (Cuadro 10 del apéndice); la explicación sobre lo anterior puede basarse en que los materiales que intervienen en la formación de las variedades probadas son considerados como élite, de amplia adaptación y seleccionados en

áreas similares a la localidad de prueba 1/; por otra parte, el promedio general de rendimiento de las variedades ofrece amplias posibilidades para su cultivo en otras áreas climáticamente similares a la región de Ocotlán, Jal., donde la media de rendimiento oscila alrededor de 4 ton/ha 2/.

El uso de variedades, además, facilita al agricultor la reproducción de su propia semilla.

Fué evidente que las variedades más rendideras mostraron ciclos vegetativos más largos y alturas superiores que las variedades de menor rendimiento (Cuadro 11 del apéndice), lo que confirma lo indicado por Poehlman (34) en el sentido de que las variedades tardías tienen períodos de tiempo más largos para acumular mayor cantidad de productos de la fotosíntesis en el grano; sin embargo, en áreas como la de Ocotlán (véase descripción del área de estudio, página 10), se necesitan materiales de ciclo intermedio y por consiguiente resulta deseable seleccionar materiales del tipo intermedio-precoc, por lo irregular que se presentan las condiciones climáticas.

#### Reacción a enfermedades.

El comportamiento de las variedades probadas, frente a las enfermedades que en ellas incidieron, fué muy similar, sin embargo, en aquellas variedades en las cuales la incidencia combinada de enfermedades fué menor, los rendimientos fueron muy superiores a los de las variedades con calificaciones más altas, en conjunto, para las diferentes enfermedades (Cuadro 9 del apéndice); la excepción en este aspecto radica en el híbrido adaptado INIA-Purépecha, dado que, a pesar de que en general fué el tratamiento con mayor incidencia de enfermedades, ocupó el segundo lugar en lo que a rendimiento se refiere, lo anterior sugiere la tolerancia del híbrido a las enfermedades y la explotación probable de la heterosis, como lo indica Allard (1).

Frederiksen (16) reporta que P. purpúrea, cuando se encuentra presente significativamente, puede ser un factor predisponente para el desarrollo de otros hongos como F. moniliforme.

En este estudio se observó que a los distintos niveles en que incidió la roya en las diferentes variedades, el grado de incidencia de F. moniliforme fué muy bajo y uniforme. Por otra parte, la roya se presentó mucho más tarde en el experimento que en los híbridos comerciales susceptibles y, por consiguiente, puede inferirse que su baja presencia estuvo correlacionada con los bajos

---

1/ Betancourt. Comunicación personal.

2/ Comité Técnico Asesor Cuenca Lerma - Chapala - Santiago.

niveles de F. moniliforme.

Con respecto a lo anterior puede afirmarse que los sorgos con plantas de color verde claro, como los incluidos en el experimento, muestran una asociación muy estrecha con resistencia a las enfermedades foliares más importantes de este cultivo (Cuadro 9 del apéndice) donde, de acuerdo a la escala 1-5, la reacción de la mayoría de los tratamientos fué inferior a 3 con respecto a E. turcicum y P. purpúrea, lo que a su vez determinó la escasa presencia de F. moniliforme, evidenciando la concordancia con lo reportado por Frederiksen (16).

Calidad de grano y tortillas.

Las bajas calificaciones en la escala, obtenidas por los sorgos sometidos a la prueba de calidad de grano propuesta por Khan y Rooney (Cuadro 5) denotan la ausencia de testa en ellos.

Los granos de color blanco son de alta calidad, pero también son más propensos, que los sorgos de color oscuro, al enmohecimiento y a otros problemas, por lo que su cultivo se limita a áreas con baja humedad ambiental en los períodos de maduración y cosecha.

Las características presentadas por las tortillas preparadas 100 por ciento con los sorgos probados confirman lo señalado por Khan et al (22) al aseverar que el color del grano está altamente correlacionado con el color de las tortillas hechas a partir de él (Cuadro 6).

El proceso para la obtención de las tortillas, así como su sabor fueron muy semejantes a los del maíz, lo que coincide con lo consignado por Pitner et al (35) al señalar: "La masa de sorgo se obtiene mediante el mismo procedimiento que se sigue para obtener la de maíz; presenta las mismas características en ambos cereales (sorgo y maíz); y se ha determinado que las tortillas de sorgo tienen un sabor casi idéntico a las hechas de maíz".

\* \* \*

## CAPITULO VII

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos del presente estudio se puede concluir lo siguiente:

Las variedades de sorgo incluídas en el Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas poseen alto grado de rendimiento y resistencia a las enfermedades que inciden en este cultivo en el municipio de Ocotlán, Jal.; sobresaliendo las variedades que en el experimento tuvieron los números de orden 4, 29, 3, 9 y 19 con rendimientos de 8.5, 8.2, 8.1, 7.9 y 7.8 ton/ha, respectivamente.

Al comparar las variedades introducidas con el híbrido comercial se encontró que poseen capacidad de rendimiento, resistencia a enfermedades y características agronómicas similares; con la ventaja de que con las variedades el agricultor puede multiplicar su propia semilla.

La aptitud de los sorgos para su utilización en la elaboración de tortillas de buena calidad puede predecirse acertadamente mediante el empleo de la prueba de calidad de grano propuesta por Khan y Rooney. Efectuando esta prueba se encontró que, en cuanto a calidad de grano, las mejores variedades fueron las que en el experimento tuvieron los números de orden 2, 3, 4, 5, 9, 15, 18, 19, 21 y 23.

El grano de las variedades probadas puede emplearse en la elaboración de tortillas de buena calidad, dado que se comportaron similarmente a las tortillas obtenidas de maíz de excelente calidad (testigo).

La conjunción en algunas variedades, como la 3 y la 4, probadas en este estudio, de: calidad de grano, resistencia a enfermedades y buena adaptación, sugiere la explotación (en lugares con características climáticas similares a las que prevalecen en la región de Ocotlán, Jal.) del sorgo como un cultivo que puede complementar el suministro de grano para la producción de tortillas; considerando además, que el sorgo no ha necesitado de estímulos a sus productores por parte de dependencias gubernamentales para que incrementen su cultivo en la región donde se realizó la investigación que nos ocupa.

\* \* \*

## CAPITULO VIII

## RECOMENDACIONES

Continuar con la prueba de los materiales a fin de obtener resultados que, a través de años y localidades, muestren consistencia en cuanto a rendimiento de grano y resistencia a enfermedades, poniendo énfasis en porte alto y ciclo vegetativo intermedio.

Proseguir con las evaluaciones de resistencia a enfermedades, ampliando el número de localidades, sobre todo en aquellas donde existen problemas de mohos o intemperismo, como son Santiago Ixcuintla, Nay. y Río Bravo, Tams., para detectar fuentes de resistencia.

Emplear la prueba de calidad de grano en otros sorgos que presenten pericarpio de color claro para determinar su potencial utilización en la elaboración de tortillas con buena calidad, usando como criterio de selección el color verde claro de la planta.

Efectuar estudios acerca de otros productos que el sorgo pueda aportar a la dieta humana.

\* \* \*

## RESUMEN

En el municipio de Ocotlán, Jalisco se llevó al cabo un experimento para probar variedades de sorgo de grano blanco, con los siguientes objetivos: 1) determinar su comportamiento por rendimiento, resistencia y/o tolerancia a las enfermedades prevalentes en el área de Ocotlán, Jalisco; 2) compararlas con un híbrido comercial y determinar sus ventajas; 3) determinar su probable utilización, mediante una prueba de laboratorio, en la elaboración de tortillas. Se empleó la distribución en bloques al azar con 29 tratamientos y 3 repeticiones.

Se utilizó una densidad de siembra de 21 kg/ha; la siembra se efectuó a mano. La fertilización se llevó al cabo en 2 etapas; a la siembra se aplicaron un tercio del nitrógeno y todo el fósforo; en la segunda escarda se aplicaron los dos tercios restantes de nitrógeno. Para combatir las malezas se aplicó un herbicida preemergente al cultivo y a las malezas; además, se dieron 2 escardas.

Se tomaron calificaciones para enfermedades de acuerdo a es calas determinadas para cada tipo de enfermedades. En el cultivo solo se presentó significativamente una plaga: el gusano cogollero, que se controló eficazmente con insecticida granulado aplicado al cogollo. La cosecha se llevó al cabo en forma manual.

Se efectuó, además del análisis de varianza, la prueba de comparación de medias de Duncan; la selección de sorgos aptos para la elaboración de tortillas se hizo en base a los resultados obtenidos de la prueba propuesta por Khan y Rooney.

Al realizar la prueba de F no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, pero hubo diferencias altamente significativas entre bloques; al proceder a efectuar la prueba de comparación de medias de Duncan, los tratamientos 4, 29, 3 y 19 se mostraron significativamente superiores a los demás. Al seleccionar las variedades por su calidad de grano, su comportamiento frente a enfermedades y su adaptación se escogieron como las mejores aquellas que en el experimento ocuparon los números 4, 3, 21, 15 y 23, en este orden; estas variedades mostraron un comportamiento similar al del híbrido comercial utilizado como testigo.

El grano de las variedades anteriormente mencionadas dió origen a tortillas de muy buena calidad, superior a la que poseen aquellas elaboradas con la mayoría de los maíces tortilleros comerciales.

Las variedades de sorgo probadas en el Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas mostraron alto grado de resistencia y/o tolerancia a las enfermedades que inciden en el área del municipio de Ocotlán, Jalisco, siendo éstas principalmente las fungosas. En todas las variedades probadas se observaron muy buenos rendimientos, algunos de los cuales superaron al del híbrido comercial adaptado (testigo).

El grano de algunas variedades de sorgo puede emplearse para elaborar tortillas de buena calidad, pudiendo predecirse la aptitud del grano para tal fin mediante una simplificada prueba de laboratorio.

\* \* \*

## B I B L I O G R A F I A

1. ALLARD, R. W. 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Cuarta Edición. Ediciones Omega. Barcelona. p. 102-112, 373-382.
2. ANONIMO. 1980. Análisis Geoeconómico. Ocotlán. Instituto de Geografía y Estadística. U. de G., Guadalajara, Jal. p. 7-12, 28 y 29.
3. ANONIMO. 1976. Manual del Agricultor Sorguero. Dekalb. Guadalajara, Jal.
4. ANONIMO. 1973. Sorghum Recipes. Home Economics Department. University of Nairobi.
5. BETANCOURT, V. A. 1978. Sorghum Diseases in México. En Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT. Patancheru, A. P., India. p. 22-28.
6. BETANCOURT, V. A. 1980. Sorgo. En Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Estado de Jalisco. INIA. Tepatitlán, Jal. p. 25-30.
7. BRUEHL, G. H. and J. G. DICKSON. 1950. Anthracnose of Cereals and Grains, U. S. Department of Agriculture. Technical Bulletin 1005.
8. BURNS, R. E. 1971. Method of Estimation of Tannin in Grain Sorghum. Agron. J. 63:511-512.
9. CEJUDO, G. H. 1978. Estudio de Metodologías Físicas, Determinación de Taninos y Actividad de la Enzima Catecoloxidasa en Granos de Sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Utilizado para Alimentación. Tesis de M. C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
10. CHENA, G. R. 1960. El Cultivo del Sorgo y su Futuro en México. Tesis Profesional. Chapingo, México.
11. DANGE, S. R. and R. J. WILLIAMS. 1978. The ICRISAT Sorghum Downy Mildew Program. En Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT: Patancheru, A. P., India. p. 209.
12. EDMUNDS, L. K. and N. ZUMMO. 1975. Sorghum Diseases in the United States and their Control. U. S. D. A. Agriculture Handbook 468. U. S. Department of Agriculture. Washington. D. C., U. S. A. p. 47.

13. FREDERIKSEN, R. A. 1980. Sorghum Downy Mildew in the United States: Overview and Outlook. Plant Diseases. 64: 903-907.
14. FREDERIKSEN, R. A. 1978. Sorghum Leaf Blight. En Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT. Patancheru, A. P., India. p. 243-246.
15. FREDERIKSEN, R. A. and D. T. ROSENOW. 1980. Breeding for Disease Resistance to Arthropods and Pathogens in Agricultural Plants. Editado por M. K. Harris. Texas A and M University. College Station, Texas. p. 156-162.
16. FREDERIKSEN, R. A. 1978. Sorghum Rust. En Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT. Patancheru, A. P., India. p. 240-241.
17. HOSSINI, M. C. DES ROSIERS. 1979. Development and Evaluation Corn Cooking Procedures for the Production of Tortilla. M. S. Thesis. Texas A and M University. College Station. Texas. p. 14-16.
18. JOHNSON, B. A., L. W. ROONEY and M. N. KHAN. 1979. Tortilla Making Characteristics of Micronized Sorghum and Flours. Presentado en 39th Annual Meeting of the Institute of Food Technologists. June 10-13. St. Louis, Mo.
19. KARPER, R. E. 1947. Sorghum It's Production, Utilization and Breeding. Econ. Botany. p. 335-371.
20. KARPER, R. E, J. R. QUINBY and N. W. KRAMER. 1951. New Varieties of Sorghum. Texas Agricultural Experimental Station Progress. Report 1367..
21. KARPER, R. E. 1946. Possibilities for Industrial Uses of Grain Sorghum. Chemurgic Reprint Series 40 (from the Chemurgic Digest. February, 1946).
22. KHAN, M. N., L. W. ROONEY, D. T. ROSENOW and F. R. MILLER. 1980. Sorghums with Improved Tortilla Making Characteristics. J. Food. Sci. 45: 720-722; 725.
23. LITTLE, T. M. and F. JACKSON. 1979. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Editorial Trillas. p. 59-77.
24. LUCKE, H.H. and D. T. SECHLER. 1963. Rye Anthracnose. Plant Disease Reporter 47:936-957.
25. MARTIN, J. H. and J. C. STEPHENS. The Culture and Use of Sorghum for Forage. U. S. Department of Agriculture Farmers. Bulletin 1844.

26. MARTIN, J. H., J. S. COLE and A. T. SEMPLE. 1936. Growing and Feeding Grain Sorghums. U. S. Dept. Agr. Farmers Bul. 1764.
27. MAXSON, E. D. and L. W. ROONEY. 1972. Evaluation of Methods for Tannin Analysis in Sorghum Grain. Cereal Chem. 5:719-729.
28. MONTES, R. A. 1979. Estudio de Adaptación y Producción de 14 Híbridos de Sorgo Forrajero Bajo Condiciones de Temporal en el Municipio de Amatitán, Jal. Tesis Profesional. U. de G., Guadalajara, Jal.
29. MOYA, C. F. 1977. Ensayo de Rendimiento de Diez Variedades de Sorgo para Grano, en Zapotitlán de Hidalgo, Municipio de Jocotepec, Jal. Tesis Profesional. U. de G., Guadalajara, Jal.
30. OROZCO, R. R. 1976. Ensayo Comparativo de 50 Variedades de Sorgo para Grano, en Tesistán, Municipio de Zapopan, Jal. Tesis Profesional. U. de G., Guadalajara, Jal.
31. ORTIZ, V. B. 1977. Edafología. Ediciones Patena A. C. Chapingo, México. p. 61-65.
32. PASTOR, C. M. A. and R. A. FREDERIKSEN. 1978. Sorghum Anthracnose. En Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT. Patancheru, A.P., India. p. 289-292.
33. PARODI, R. A., R. D. GAMBA and J. L. SCATAMBURO. 1977. A Grain Sorghum Cultivar Resistant to Sorghum Midge. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Córdoba, Argentina. Información Técnica. No. 54.
34. POEHLMAN, J. M. 1979. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Sexta Reimpresión. Editorial Limusa. México. p. 112, 301-327.
35. PITNER, J. B., J. L. LAZO DE LA VEGA y N. SANCHEZ. 1955. El Cultivo del Sorgo. S. A. G. México, D. F. Folleto No. 15.
36. PITNER, J. B., D. N. SANCHEZ y F. J. PUERTAS. 1950. Sorgo para Grano. Folleto de Divulgación No. 11. Oficina de Estudios Especiales. S.A.G. México, D. F. p. 5.
37. PRAKASH, A. L. 1975. Resistance to Five Leaf Spotting Fungi in Forage and Grain Sorghums in India. Plant Disease Reporter. 59:179-183.

38. PRICE, M. L. and L. G. BUTLER. 1977. Rapid Visual Estimation and Spectrophotometric Determination of Tannin Contents of Sorghum Grain. J. Agric. Food. Chem. 25: 1268-1273.
39. QUINBY, J. R. and J. H. MARTIN. 1954. Sorghum Improvement. In Advances in Agronomy. A. G. Normal Ed. VI. p. 305-359.
40. ROBERT, A. L. and W. R. FINDLEY. 1952. Diseased Corn Leaves As a Source of Infection in Artificial and Natural Epidemics of Helminthosporium turcicum.
41. ROMO, C. E. y CARBALLO C. A. 1981. Características de 3 Variedades de Sorgo para Valles Altos, México. INIA - CAEJAL. Folleto Informativo. p. 24-28.
42. SHURTHEFF, M. C. 1973. A Compendium of Corn Diseases. The American Phytopathological Society. p. 64.
43. SPRAGUE, R. 1950. Diseases of the Cereals and Grasses in North America. New York.
44. STEEL, R. G. D. and J. H. TORRIE. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Kogakusha, Ltd. Segunda Edición. p. 173-193, 584, 585.
45. TARR, S. A. J. 1962. Diseases of Sorghum, Sudan Grass and Broomcorn. U. K: Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England. p. 380.
46. TULEEN, D. M. 1975. Observations on Resistance to Sorghum Leaf Blight. M. S. Thesis. Texas A and M University. College Station, Texas.
47. TULEEN, D. M. and FREDERIKSEN, R. A. 1977. Characteristics of Resistance to Exserohilum (Helminthosporium) turcicum in Sorghum bicolor. Plant Diseases Reporter. 61:657-661.
48. WIESÉ, M. V. 1977. Compendium of Wheat Disease. The American Pathological Society. p. 106.
49. WILLIAMS, R. J., R. A. FREDERIKSEN y J.- C. GIRARD. 1978. Manual para la Identificación de las Enfermedades del Sorgo y Mijo. ICRISAT. Boletín Informativo No. 2. Patancheru, A. P., India. p. 25, 26.
50. YEGNA NARAYAN AIYER, A. K. 1947. Field Crops India. Superintendent at the Government Press. Bangalore, India. p. 83.

51. ZUMMO, N. and R. A. FREDERIKSEN. 1973. Head Blight of Sorghum in Mississippi. Proceedings. Seventh Biennial Grain Sorghum Research and Utilization Conference. Grain Sorghum Producers Association. Lubbock, Texas. U. S. A.
52. ZUMMO, N. 1978. Fusarium Disease Complex of Sorghum in West Africa. En Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT. Patancheru, A. P., India. p. 297-299.
53. ZUMMO, N. 1972. External Fusarium moniliforme var subglutinans associated with Right Angle Bending and Twisting of Sweet Sorghum Stalks (abstract). Phytopathology. 62:800.

\* \* \*

Cuadro 7. Análisis de varianza para rendimiento de grano en kg/ha de 29 variedades de sorgo. Ocotlán, Jal. 1981.

Fuente de variación	G.L.	S. C.	C. M.	F.C.	.01	Ft	.05
Bloques	2	16240273	8.12023	3.01**	2.25	1.757	
Tratamientos	28	88682467	3.16723	1.1777			
Error	55	147907340	2.68922				
Totales	85	252830280					

C. V. = 26.8 %

\*\* Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 8. Grupos de significancia obtenidos de la prueba de medias de Duncan para rendimiento de grano en kg/ha de 29 variedades de sorgo.

No. Var.	Genealogía	Grupo	
4	(IS12611xSC108-3)-7-2-1	A	
29	Híbrido INIA-Purépecha		
3	(IS12611xSC108-3)-4-4-8		B
9	(2Kx17-1)(SC108-3xCS3541)-3-1)-1-1		
19	D 71205		
21	M36285 (SC108xE35-1)		
5	(TAM 428xE35-1)-2-1		
18	D 71444		
2	(IS12611xSC108-3)-1-1-2-1		
15	SEPON 80-38		C
14	SEPON 80-6		
17	D 71443		
20	D 71448		
26	SEPON 78 (Bulk)		
27	SEPON 77		
22	M 50009		
7	(GPR148xE35-1)4-1xCS3541)5-1-2		
23	M62641(SC108xCS3541)E-15-5		
8	IS12611x(Bulk-YxGPR165)-4-3)8-2-4		
24	M63594(SC108xCS3541)-19		
13	2027		
28	M 90975		
25	M 50013 (S.B.)		
12	M 90608		
6	(GPR168xSC170-6-17)-1-1		
10	(CS3541xET2039)-11-2x(SC-108-3)(GPR148)-12-10) -42-1-1		
11	M 90360		
1	(IS12611xSC108-3)-1-1-2-1		
16	M 63656		

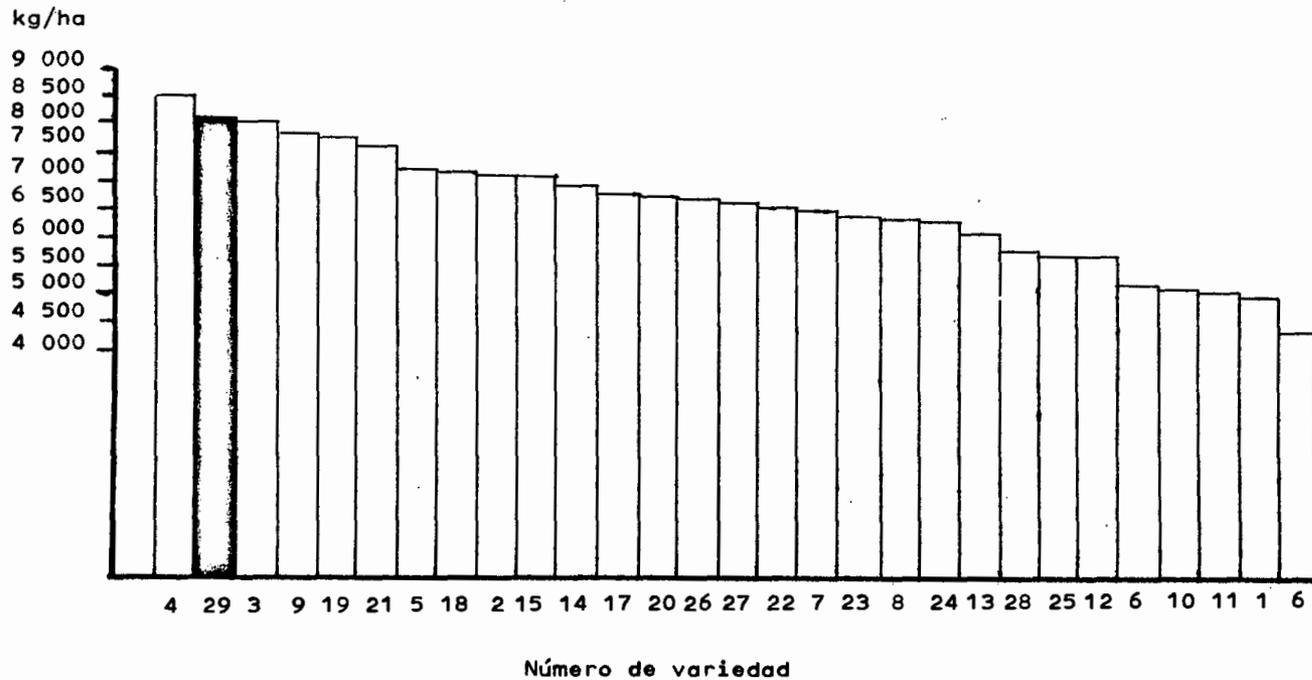
**Cuadro 9. Calificación de enfermedades y acame de los materiales del Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas. Ocotlán, Jal. 1981.**

No. Var.	tizón foliar	roya	tizón de la panoja	% mildiú	acame
1	2.5	2.0	1.5	0.00	1.0
2	3.0	2.5	1.5	0.00	2.0
3	2.5	2.0	1.5	0.62	2.5
4	2.5	2.0	1.5	0.00	2.0
5	3.0	2.5	1.5	1.24	3.5
6	3.0	2.0	1.0	0.00	2.0
7	2.5	2.0	1.0	0.66	3.5
8	2.0	1.5	1.5	0.00	1.0
9	3.0	2.5	1.5	0.46	2.0
10	3.0	2.0	1.5	2.04	2.0
11	3.0	2.5	1.5	0.00	4.0
12	3.5	3.0	1.5	0.00	2.0
13	3.5	2.5	1.5	0.00	2.5
14	2.5	2.5	1.0	1.14	2.5
15	2.5	2.0	1.5	0.00	2.5
16	3.0	3.0	1.5	0.00	3.0
17	2.5	2.5	1.0	0.73	1.5
18	3.0	3.0	1.5	0.00	2.5
19	3.0	2.9	1.0	0.00	3.0
20	2.5	2.5	1.5	0.00	3.0
21	2.5	2.0	1.5	0.00	2.0
22	3.0	3.0	1.0	0.55	2.0
23	2.5	2.0	1.5	0.47	2.0
24	2.0	3.0	1.5	0.00	3.5
25	3.0	3.0	1.5	0.00	3.5
26	2.5	2.5	1.5	1.78	3.5
27	2.5	2.0	1.5	2.18	1.5
28	2.5	2.0	1.5	0.00	3.5
29	3.0	2.5	3.0	1.58	2.0

Cuadro 10. Rendimiento de 29 variedades de sorgo. Ocotlán, Jal. 1981.

No. Var.	Genealogía	Rendimiento (kg/ha)
4	(IS12611xSC108-3)-7-2-1	8,536.67
29	Híbrido INIA-Purépecha.	8,215.33
3	(IS12611xSc108-3)-4-4-8	8,094.00
9	(2Kx17-1)(SC108-3xCS3541)-3-1)-1-1	7,892.00
19	D 71205	7,853.00
21	M36285 (SC108xE35-1)	7,680.33
5	(TAM 428xE35-1)-2-1	7,269.33
18	D 71444	7,228.67
2	(IS12611xSC108-3)-1-1-2-1	7,204.33
15	SEPON 80-38	7,187.67
14	SEPON 80-6	7,012.00
17	D 71443	6,888.33
20	D 71448	6,831.00
26	SEPON 78 (Bulk)	6,761.20
27	SEPON 77	6,754.66
22	M 50009	6,654.00
7	(GPR148xE35-1)4-1xCS3541)5-1-2	6,633.10
23	M62641(SC108xCS3541)E-15-5	6,481.00
8	IS12611x(Bulk-YxGPR165)-4-3)8-2-4	6,430.00
24	M63594(SC108xCS3541)-19	6,406.33
13	2027	6,225.00
28	M 90975	5,869.67
25	M 50013 (S.B.)	5,842.33
12	M 90608	5,804.67
6	(GPR168xSC170-o-17)-1-1	5,284.33
10	(CS3541xET2039)-11-2x(SC-108-3) (GPR149)-12-10)-42-1-1	5,248.67
11	M 90360	5,240.67
1	(IS12611xSC108-3)-1-1-2-1	5,116.67
16	M 63656	4,517.00

Figura 1. Rendimiento en kg de grano/ha de 29 variedades de sorgo. Ocotlán, Jal.1981.



- Testigo

Cuadro 11. Características agronómicas y adaptación de 29 variedades de sorgo. Ocotlán, Jal. 1981.

No. de variedad	días a floración	días a maduración	altura de planta (m)	excursión (cm)	longitud de panoja (cm)	tipo de panoja a	color de grano b	adaptación
1	78	145	1.68	13	22	SC	B	3.0
2	82	152	1.75	4	26	SC	B	2.5
3	85	152	2.05	8	24	C	B	2.0
4	82	152	2.09	9	22	C	B	2.0
5	81	150	2.05	7	22	SC	B	3.0
6	86	152	1.87	9	22	C	B	3.0
7	81	150	1.91	12	24	C	B	3.0
8	89	152	1.75	9	22	SC	B	2.5
9	82	150	1.94	6	24	C	B	2.5
10	83	145	1.75	11	26	C	B	2.5
11	78	145	1.88	12	22	C	B	3.0
12	82	152	1.81	5	25	SC	B	3.0
13	82	152	1.82	7	25	SC	B	3.0
14	82	152	2.10	12	22	C	B	3.0
15	88	152	1.95	8	23	C	B	3.0
16	75	145	1.73	14	22	C	B	3.0
17	81	150	1.81	4	26	C	B	2.5
18	83	152	1.93	11	25	C	B	2.5
19	84	152	2.13	10	25	SC	B	3.0
20	89	152	1.72	9	22	C	B	3.0
21	82	152	1.98	7	22	C	B	3.0
22	74	145	1.91	13	21	C	B	3.0
23	81	150	1.91	13	21	C	B	3.0
24	79	150	1.91	15	24	C	B	3.0
25	80	150	1.88	12	25	C	B	3.0
26	80	150	1.95	14	22	C	B	3.0
27	81	150	2.11	12	20	C	B	3.0
28	83	152	2.01	11	21	SC	B	3.0
29*	76	145	1.95	23	28	SC	B	3.0

a C = Compacta  
SC = Semicompacta

b B = Blanco

\* Purépecha.

## A G R A D E C I M I E N T O S

El autor hace patente su gratitud a las siguientes personas:

Ph. D. Alberto Betancourt Vallejo, director de esta tesis, por las facilidades, aportes, revisión y organización brindadas a todo lo largo del desarrollo del trabajo.

M. C. Héctor Cejudo Gómez y M. C. Fernando Martínez Bustos, por las facilidades y asesoría prestadas para realizar las pruebas de laboratorio incluídas en esta investigación.

Q. F. B. Verónica Navarro Hidalgo e Ing. Carlos Aguirre Torres por su asesoría y sugerencias para la presente investigación.

M. C. Salvador Hurtado de la Peña, por la autorización dada para la utilización en este estudio de los materiales y datos del Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas.

Ing. Austreberto Barraza Sánchez por los datos estadísticos proporcionados para la elaboración de este documento.

Ingenieros Ariel Ruiz Corral, Acela Montañó Luna, Patricia Rodríguez Rocha, Carlos Labeaga Martínez, Javier Solís Juárez; Sres. Manuel Martínez Carreón, Manuel Herrera Valencia, Arturo Larios Valencia, Sandra Martínez de Herrera, Joel Romo González, Francisco Hernández Martínez y Guillermo Frías por su invaluable ayuda a través del ciclo de cultivo, cosecha y desgrane de los materiales incluídos en el experimento.

Sra. Sandra I. Martínez de H. por la transcripción mecanográfica de esta tesis.

Agradece, además, la cooperación recibida de las instituciones que enseguida se mencionan:

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) por las facilidades dadas para el uso de materiales, laboratorios y datos, en la elaboración de esta tesis.

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y al Instituto Internacional de Investigación en Cultivos para Trópicos Semiáridos (ICRISAT) por proporcionar el Ensayo de Variedades de Sorgo para Regiones Tropicales Bajas en el cual se basó esta investigación.

A la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara y a la propia Universidad de Guadalajara, por haberme dado cabida en sus aulas.