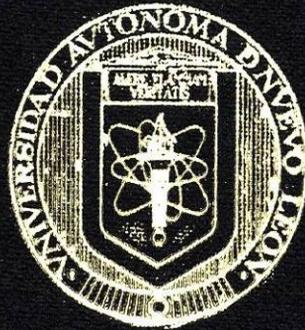


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DE VARIEDADES DE SORGO  
[Sorghum bicolor (L.) Moench] DE ADAPTACION  
TROPICAL, MARIN, N. L. 1986"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

SUSANA GARCIA DIAZ

MARIN, N. L.

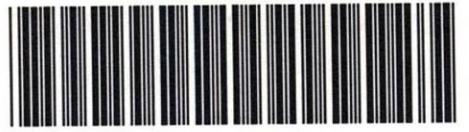
JUNIO DE 1988

T

SB235

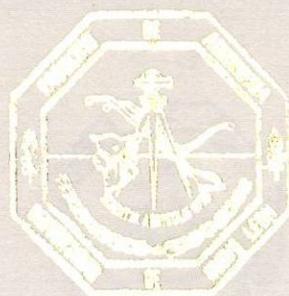
G372

c.1



1080061904

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DE VARIEDADES DE SORGO  
[*Sorghum bicolor* (L.) Moench] DE ADAPTACION  
TROPICAL, MARIN, N. L. 1986"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

SUSANA GARCIA DIAZ

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1988

07869

T  
SB235  
9372



040.633  
FA10  
1977  
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



"Evaluación de variedades de sorgo [Sorghum bicolor (L.)  
Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986"

T E S I S

Que para obtener el título de:  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA:

SUSANA GARCIA DIAZ

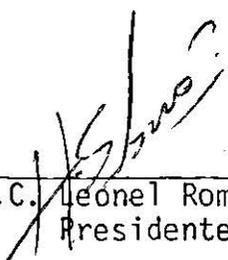
MARIN, N.L.

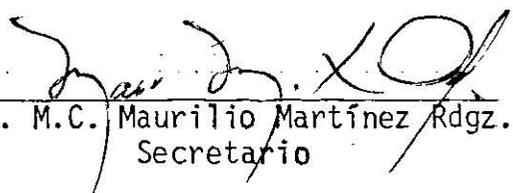
JUNIO DE 1988.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Esta tesis fue realizada en el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo (PMMFyS) del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CIA-FAUANL); habiendo sido aprobada por el Comité Supervisor como requisito parcial para optar por el título de INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA presenta SUSANA GARCIA DIAZ.

COMITE SUPERVISOR

  
Ing. M.C. Leonel Romero Herrera  
Presidente

  
Ing. M.C. Mauricio Martínez Rdz.  
Secretario

  
Ing. M.C. Nahúm Espinoza Moreno  
Vocal

## DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Carlos García Badillo

Sra. Mercedes Díaz López

Especialmente a mi madre, con amor y cariño

A la memoria del Sr. José Marcos Díaz López , quien fue como mi padre, a su esposa Sra. Hortencia Torres de Díaz, por el inmenso cariño que le tengo.

A mis hermanos:

Carlos Hilario

Victor Manuel

Roberto

Nancy Aracely

José de Jesús

Eric

A toda la familia Díaz, por el apoyo que me brindaron en los momentos difíciles.

A mi prima Yolanda Díaz T., por la ayuda desinteresada, apoyo y hospitalidad que me brindó durante la realización de mis estudios.

A Gustavo, con cariño por darme todo su apoyo y consejos para que lograra una de mis metas, por su infinita paciencia hacia mí y por el cariño que me brindó en el tiempo que pasamos juntos,

gracias Gustavo.

A la Sra. Hilda Piñeyro de García y su esposo, por toda la ayuda y apoyo que me dieron para que pudiera terminar mi carrera profesional.

A la Srita. Alma Rosa Piñeyro, por su ayuda, hospitalidad y comprensión desinteresada, a ella gracias por todo.

A mis compañeros y amigos:

Ayala Aguirre Jesús A.

Alvarado Ramírez Gerardo

Bulnes Castillo Simón

Garza Guerra Francisco J.

Gonzalez Cantú Francisco E.

García Piñeyro Gustavo

Leos Moreno Alfredo

Robledo Torres Primitivo

Por la amistad que nos une y nos unió en el  
transcurso de la carrera y por todo el tiempo  
que pasamos juntos.

A todo el personal que labora en la  
Facultad de Agronomía.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M.C. Leonel Romero Herrera

Por la dirección y asesoría que me brindó durante la realización del presente trabajo, por su amistad.

Al Ing. Maurilio Martínez Rodríguez

Por su importante intervención en la revisión, por las oportunas correcciones, sugerencias y orientación que ayudaron a la elaboración del presente escrito.

Al Ing. Nahúm Espinoza Moreno

Por su desinteresada colaboración en la realización de este trabajo.

Al Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo. Así como a su personal técnico y de campo, cuya participación hizo posible la realización de este trabajo. Especialmente a Saúl P., José Ibarra, Marco A. Jacinto, Rogelio, Emilio, José B. Paz, Bane, Alejo, Isidro, Servando y Molina, por su amistad.

A TODOS GRACIAS.

## INDICE

	Página
INTRODUCCION. . . . .	1
LITERATURA REVISADA. . . . .	3
La introducción como método de mejora.. . . .	3
Condiciones climáticas para el desarrollo de los sorgos. .	6
Temperatura. . . . .	7
Unidades calor. . . . .	9
Humedad. . . . .	10
Altitud. . . . .	11
Latitud. . . . .	11
Luz. . . . .	12
Suelos. . . . .	13
Sorgos de doble propósito. . . . .	15
MATERIALES Y METODOS. . . . .	17
Localidad de prueba. . . . .	17
Materiales. . . . .	17
Material genético. . . . .	17
Métodos. . . . .	18
Desarrollo del experimento. . . . .	18
Diseño experimental. . . . .	18
Toma de datos y observaciones. . . . .	21

	Página
RESULTADOS. . . . .	23
DISCUSION. . . . .	27
CONCLUSIONES. . . . .	29
RECOMENDACIONES. . . . .	30
RESUMEN. . . . .	31
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	33
APENDICE. . . . .	37

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<u>Cuadros del Texto</u>	Página
1 Datos climatológicos registrados durante el experimento. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.	19
2 Resumen de los análisis de varianza para las variables agronómicas estudiadas. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical Marín, N.L. 1986. . . . .	24
 <u>Cuadros del Apéndice</u>	
1A Comparación estadística de medias de rendimiento económico (corregido por covarianza). Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . . .	38
2A Comparación estadística de medias de rendimiento de esquilmo seco. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . . .	39
3A Comparación estadística de medias de rendimiento de esquilmo verde. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . . .	40
4A Comparación estadística de medias de rendimiento biológico. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. .	41

5A	Comparación estadística de medias de longitud de <u>exer</u> <u>sión</u> . Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bico</u> <u>lor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . . .	42
6A	Comparación estadística de medias de longitud de pano ja. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.	43
7A	Comparación estadística de medias de días a floración. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . .	44
8A	Comparación estadística de medias de días a madurez fi siológica. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum</u> <u>bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . . .	45
9A	Comparación estadística de medias de altura de planta. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . .	46
10A	Análisis de varianza para rendimiento económico. Eva luación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . .	47
11A	Análisis de varianza para rendimiento de esquilmo seco. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . .	47
12A	Análisis de varianza para rendimiento de esquilmo verde. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . .	48

Cuadro		Página
13A	Análisis de varianza para rendimiento biológico. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. ..	48
14A	Análisis de varianza para longitud de excursión (cm) Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.	49
15A	Análisis de varianza para longitud de panoja (cm). Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.	49
16A	Análisis de varianza para días a floración. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. ..	50
17A	Análisis de varianza para días a madurez fisiológica Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.	50
18A	Análisis de varianza para altura de planta (cm). Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. ...	51
19A	Análisis de varianza para índice de cosecha. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. ..	51
20A	Caraterización de diez genotipos evaluados durante el ciclo Marzo-Junio 1986. Marín, N.L. . . . . .	52

Figura

Página

1	Croquis del experimento. Evaluación de variedades de sorgo [ <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986. . . . .	20
---	--	----

## INTRODUCCION

El cultivo del sorgo está considerado dentro de los cultivos principales a nivel mundial, ya que ocupa el quinto lugar en superficie sembrada después del trigo, arroz, maíz y cebada (Martín, 1975). La superficie mundial sembrada con sorgo aumentó de 38.5 a 43.9 millones de hectáreas de 1961 a 1976. En cuanto a los rendimientos promedio de sorgo en el mundo, éstos aumentaron durante el mismo período de 918 a 1179 kg/ha, mientras que la producción total aumento de 35.3 a 51.8 millones de toneladas métricas (House, 1982).

El sorgo está considerado entre los cuatro cereales mejores para propósitos de alimentación, siendo un suplemento de la dieta en la raza humana, ya que muchos millones de gente en Africa y Asia dependen del sorgo como apoyo a la alimentación (Harlan, 1972).

En México, el sorgo ocupa el tercer lugar en superficie sembrada después del maíz y el frijol, y el segundo en producción después del maíz; se usa para alimentos de aves, cerdos y ganado vacuno, así como en la industria cervecera (Vega, 1984).

Todos los sorgos son de origen tropical. Su introducción y adaptación a las condiciones de día largo del Hemisferio Occidental, más particularmente de los Estados Unidos, han llevado a designar este grupo como sorgos templados. Los sorgos tropicales tradicionales son generalmente altos y tardíos y se caracterizan por rendimientos biológicos altos y rendimientos económicos bajos, comparados con los templados que maduran temprano y son de porte más bajo. El total de materia seca por planta en los sorgos tropicales es más alta y su distribución es 70:30

entre el tallo y la panoja (Rao, et al., 1982),

En México, la mayoría de los sorgos que se utilizan son de origen templado; sin embargo, existen sorgos tropicales que prosperan bien en algunas regiones del país.

El presente trabajo se realizó dentro del Programa de Sorgo del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, persiguiéndose los objetivos siguientes:

1. Determinar el potencial de las variedades con adaptación tropical en cuanto a su rendimiento económico y otras variables agronómicas.
2. Evaluar a las variedades con adaptación tropical en cuanto a su potencial de producción de forraje a partir de su esquilmo.

Las hipótesis experimentales planteadas fueron:

1. Existen diferencias significativas entre las variedades evaluadas y las variedades comerciales utilizadas en Nuevo León.
2. Las variedades con adaptación tropical tienen utilidad forrajera al aprovechar su esquilmo.

## LITERATURA REVISADA

### La introducción como método de mejora

A lo largo de los siglos, las posibilidades de mejoramiento de los cultivos y de los pastos por la introducción de plantas nuevas no se han agotado aún en modo alguno y de hecho, es una necesidad creciente y apremiante de introducción de nuevos materiales vegetales para hacer frente a las demandas de una población mundial, tanto humana como animal que no cesa de crecer (Whyte, 1958).

En general, la mejora de plantas puede lograrse por la introducción de variedades nuevas en el país o comarca de que se trate, haciendo una selección de dicho material para adaptarlo al medio (Harrington, 1984).

Allard (1980) señala que la adquisición de variedades superiores importadas de otras zonas, cumple la misma finalidad que la obtención de variedades superiores en programas de mejora, por esto, la introducción de plantas se puede considerar como un método de mejora.

Brauer (1969) considera a la introducción de plantas como un método de mejoramiento, el cual consiste en introducir en una localidad germoplasma que ha sido desarrollado en otras regiones, de ahí que una variedad pueda ser considerada como introducida si su progenitor es una variedad introducida.

En la actualidad, la introducción de plantas es útil como primer paso de algunos sistemas de mejoramiento genético, ya que es necesaria abundante variabilidad genética para encontrar fuentes de adaptación a

muchas zonas que son problemáticas para el establecimiento de cultivos (Romero, 1984).

La introducción ha servido para crear casi todas las variedades mejoradas de sorgo que se cultivan comercialmente en los Estados Unidos; éstas se han derivado de 20 introducciones de sorgos dulces y de ocho o nueve introducciones de sorgo para grano (Poehlman, 1976).

La introducción de plantas en forma general, se realiza con el fin de obtener una productividad superior para obtener plantas resistentes a plagas y enfermedades o bien que tengan características superiores que se puedan transferir a variedades adaptadas (Martin, et al., 1975).

El trabajo de introducción es vital para aportar la variabilidad que puede ser combinada y recombinada en variedades adecuadas (Paul, 1985).

El progreso del mejoramiento depende de la variabilidad, recombinación y selección, con introducciones de origen excelente o mutaciones (Maunder, 1970).

Ochse, et al. (1980) citan algunos ejemplos de introducción de plantas, mencionando algunos de ellos enseguida. Las variedades de mejor calidad de naranja dulce fueron introducidas de la India y lejano oriente a fines del Siglo XV y principios del XVI. La cidra fue introducida a la región mediterránea más o menos unos 300 años A.C. y en China unos 300 años D.C. El té, originario de China, fue introducido a Europa en el Siglo XVII por los holandeses. El aguacate fue introducido a Jamaica más o menos en 1650 a Cuba en el Siglo XVII o a principios del XVIII y a Hawai poco después de 1800. Los misioneros franciscanos introdujeron el olivo de México a California en el Siglo XVIII.

La caña de azúcar se introdujo a Madeira y los Azores en 1420; Colón en 1493 llevó caña de azúcar al Nuevo Mundo y poco después fue llevada a Cuba, Puerto Rico y algo más tarde a México, Perú y Brasil. La piña se introdujo en Hawai en 1809.

Jiménez (1978) señala que el INIA en 1960 hizo introducciones de avena, de las cuales se originaron básicamente cinco grupos de progenitores por hibridación y selección. Estos grupos son la base del programa de cruzamientos que se lleva tanto en Chapingo, México, como en El Bajío de Guanajuato. Algunas introducciones han significado para el programa de mejoramiento avances tan importantes como la obtención de resistencia a la roya del tallo.

Esparza (1978) señala que en el Programa de Mejoramiento de Cebada del INIA, se introdujeron 163 variedades de origen ruso, las cuales fueron observadas bajo condiciones de campo e invernadero.

A México, se introdujeron las variedades de arroz CICA-4 y CICA-6 del Centro Internacional de Agricultura Tropical, las cuales han respondido bien en las zonas temporaleras del sureste del país (Hernández, 1978).

De 1966 a 1972, los trigos mexicanos se introdujeron a la India y a Pakistán; estos trigos también se difundieron al medio oriente, África del Norte, África Oriental y Sudamérica (CIMMYT, 1973).

House (1982) señala que los sorgos de la raza durra en la actualidad se extienden en forma continua desde Etiopía y a lo largo del Río Nilo hacia el cercano oriente; y a través de la India hacia Tailandia. Los durras se introdujeron probablemente a Arabia desde el tiempo del

imperio Sabeo (1000 a 800 años A.C.) y se dispersaron después hacia el Cercano Oriente a lo largo de las rutas de comercio. Las rutas de comercio (por tierra y mar, alrededor del Mar Arábigo y el área del Mediterráneo Este, tan lejanas como China) datan de tiempos muy antiguos. El sorgo llegó a la India probablemente por ambas rutas, terrestres y marítimas.

El mismo autor indica que la distribución del cultivo sugiere que el Sorghum bicolor se introdujo a China probablemente desde la India, alrededor del tercer siglo D.C. La presencia de los tipos durra en Corea y las provincias chinas cercanas, sugiere que pudieron haber sido introducidas en esas regiones a través de las antiguas rutas de seda del Asia Menor.

El primer sorgo introducido en los Estados Unidos fue en 1853 con el tipo Black Amber como caña de azúcar de China. En 1857 se introdujeron otras variedades desde Africa, en Georgia y Carolina del Sur. El sorgo milo llegó a Carolina del Sur en 1879 y el Kafir en 1880. El Feterita, Hegari y el pasto de Sudán fueron introducidos desde la región del Sudán de Africa en 1906, 1908 y 1909, respectivamente (Hughes, et al., 1976).

#### Condiciones climáticas para el desarrollo de los sorgos

La característica fundamental de las exigencias climáticas del sorgo se puede resumir en necesidades bastante notables de calor y una buena resistencia a la falta de humedad; esta adaptación al calor y a la sequedad, hace que sea una planta ideal para sabanas y estepas africanas.

Sin embargo, el sorgo requiere de un mínimo de calor para desarrollarse, no haciéndolo bien cuando las temperaturas son inferiores; a un mínimo determinado y preciso para desarrollar sus fases de nacencia, desarrollo, floración y producción de semillas (Ibar, 1984).

### Temperatura

Robles (1974) reporta para el sorgo una temperatura óptima de 26.7 °C y una mínima de 16°C para su crecimiento, temperaturas medias de 16°C no son convenientes, pues el ciclo se alarga y bajan los rendimientos; sin embargo, se han desarrollado variedades para climas templados con temperaturas medias de 15°C; la temperatura media máxima en la que se puede desarrollar el sorgo es de 37.5°C.

Ibar (1984) señala que el sorgo, al ser originario de países cálidos, se desarrolla bien a temperaturas altas, siendo la temperatura óptima media de 26°C durante todo el ciclo, pues a temperaturas inferiores de 15.5 °C las plantas no se desarrollan bien y cesan su crecimiento a los 0°C y a temperaturas superiores a los 35°C disminuyen su rendimiento. Para la germinación se necesitan temperaturas mayores de 16°C y para la floración temperaturas mayores de 18°C, asimismo, puede decirse que entre los 28 y 30°C de temperatura media, el sorgo puede cultivarse.

La temperatura promedio más favorable para el desarrollo del sorgo es de 26°C. La mínima para el desarrollo y germinación es aproximadamente de 15°C; por lo tanto, solo se dispone de la parte del año libre de heladas. Los sorgos resisten el calor extremo mejor que muchos cultivos, pero las temperaturas excesivamente altas de 38 a 46°C durando

te el desarrollo floral o al completarse ésta, reducen los rendimientos de grano (Hubbel, 1969 citado por Ortíz, 1981).

El sorgo exige que la temperatura no sea demasiado baja. Se tiene un crecimiento continuo con temperaturas que van de los 25 a 35°C. La germinación puede tener lugar a partir de temperaturas ambientales superiores de 7°C; sin embargo, se recomienda sembrar hasta que las temperaturas alcancen los 20°C para obtener una germinación segura (Jusca, 1979 citado por Jaramillo, 1985).

Guerrero (1981) considera que las temperaturas de 12 a 13°C son necesarias para germinar. El crecimiento de las plantas, no es verdaderamente activo hasta que sobrepasa los 15°C, situándose el óptimo hacia los 32°C.

El sorgo se cultiva a diferentes temperaturas en algunas regiones del sur de Asia, en la India donde la temperatura media diaria excede de 17.5°C, en Rajasthany Pakistán las temperaturas medias exceden de 28°C, en Rajasthan la temperatura media máxima tiene un rango de 35 a 45°C y en Pakistán esta temperatura media máxima se alarga arriba de los 45°C, en Burma la temperatura media máxima excede de 32.5°C (Sivakumar, et al., 1982).

Las temperaturas nocturnas altas aceleran el desarrollo del sorgo, mientras que las temperaturas nocturnas bajas lo retardan y causan un peso seco mayor de la planta y un rendimiento mayor de grano (Paul, 1985).

Las temperaturas diurnas óptimas para obtener tasas altas de acumulación de materia seca (40 a 60 g/m/día) son de 30 a 35°C. La tempe

ratura media diaria óptima para el sorgo es de 25 a 28°C (Villalpando, 1984).

### Unidades calor

La teoría de las unidades calor establece que es necesaria una cantidad fija de calor para que una planta alcance un estado de desarrollo particular; fue propuesta por Reamur desde 1735, su cálculo se basa en la relación que existe entre la temperatura y la tasa de desarrollo de la planta (Arnold, 1971 citado por Livera, 1979).

Para medir los requerimientos de calor se acumulan las unidades calor desde la siembra hasta que la planta alcanza un estado fenológico particular. Las unidades calor diarias se calculan restando de la temperatura media diaria una temperatura base, abajo de la cual se considera que el crecimiento prácticamente cesa (Livera, 1979).

Paul (1985) indica que el concepto de días de grado de crecimiento (DGC) o unidades calor, expresa el efecto de la temperatura promedio diaria del aire sobre el crecimiento del sorgo y es un índice de requerimientos de calor de la planta. Los DGC son calculados usando 10°C como la temperatura base para su crecimiento y se calcula con la fórmula:

$$DGC = \frac{(\text{Temperatura máx. diaria } ^\circ\text{C} + \text{Temperatura diaria } ^\circ\text{C}) - 10^\circ\text{C}}{2}$$

Neild y Seeley (1977) citados por Paul (1985) realizaron un experimento con el híbrido RS671 en relación con la fecha de siembra y los DGC acumulados sobre varios estados fenológicos de la planta, teniendo como resultado que el total de DGC acumulados durante el desarrollo de la planta fue de 2741.

Ibar (1984) considera que la integral térmica del sorgo la comprende la suma de temperaturas medias diarias durante el ciclo vegetativo que es entre 2000°C y 3000°C.

El sorgo requiere de un régimen alto de radiación solar (cercano o mayor de 1.0 cal/cm/min), ya que es una planta con patrón de tipo C<sub>4</sub> (Villalpando, 1984).

#### Humedad

Ibar (1984) señala que para tener cosechas buenas se considera óptima una precipitación de 550 a 600 mm en todo el ciclo, desde la siembra hasta la formación de la semilla.

Los sorgos se cultivan ampliamente en las zonas tropicales y templadas, pueden desarrollarse en regiones muy áridas; la capacidad de tolerar la sequía y las sales hace de los sorgos un grupo valioso en las zonas marginales, el sorgo se puede cultivar en zonas donde la distribución de la precipitación media anual sea de 400 a 600 mm (Robles, 1974).

El sorgo es idealmente adecuado para las zonas de lluvia moderada. El límite más bajo es de 300 mm de lluvia desde la siembra hasta la cosecha y 1000 mm el límite superior. La humedad excesiva del suelo en cualquier duración y la sequía prolongada son ambas perjudiciales para el cultivo. El sorgo se cultiva principalmente de temporal, pero también en la temporada lluviosa.

En muchas partes se siembra bajo riego en zonas áridas, lo mismo que en la estación de verano para obtener grano y forraje (Hubbel, 1969, citado por Ortíz, 1981).

El sorgo posee una eficiencia alta en el uso del agua (150-300 kg de agua por kg de materia seca) (Villalpando, 1984).

### Altitud

Los sorgos se siembran desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1500 m en los trópicos (Ochse, et al., 1980).

Robles (1974) señala que el sorgo rara vez se cultiva más allá de los 1800 m de altura, se cultiva favorablemente de 0 a 1000 msnm. En México, se han cultivado con éxito a 2200 msnm en el Valle de Toluca que tiene una altitud de 2600 msnm.

Generalmente, el sorgo disminuye su rendimiento con la altitud, pero de manera irregular ya que está influenciado por la proximidad del mar y por el régimen de los vientos. Así, en España a más de 300 m no se obtienen rendimientos favorables con variedades no híbridas. Mientras que en el norte de América y en condiciones más adecuadas se han obtenido buenas cosechas a más de 1500 m de altitud (Ibar, 1984).

### Latitud

Al respecto, Robles (1974) menciona que se puede cultivar desde los 45° Latitud Norte a los 35° Latitud Sur; el área comprendida entre estas latitudes es donde se obtienen los rendimientos mayores.

El sorgo puede cultivarse en la zona tropical de hasta 30° Latitud Norte y Sur en el cual se distinguen dos estaciones: una seca invernal en los meses más secos y otra lluviosa estival en los meses más cálidos, este período es más largo al aumentar la distancia al Ecuador, disminuyendo en el mismo sentido las precipitaciones anuales totales (Ibar, 1984).

El sorgo fue originalmente planta tropical, pero en la actualidad se cultiva casi en cualquier parte de las zonas tropicales y templadas. La mayor parte de la superficie queda entre los 40 y 45° Latitud Norte y Latitud Sur (Ochse, et al., 1980).

## Luz

El fotoperiodismo es la respuesta del crecimiento a la longitud de los períodos de la luz y oscuridad. La duración de la oscuridad, más bien, el período de luz es el factor crítico, ya que interrumpiendo el período de oscuridad con luz se invierte el efecto de una noche larga, mientras que el interrumpir el período de luz con oscuridad no se tiene efecto alguno (Paul, 1985).

El sorgo es considerado como planta de día corto, es decir, la yema vegetativa permanece en desarrollo hasta que la longitud del día se vuelve suficientemente corta para que se desarrolle la yema floral (House, 1982).

El sorgo se caracteriza por ser de un fotoperíodo corto, lo cual quiere decir que la maduración de la planta se adelanta cuando el período luminoso es corto y el oscuro largo. Sin embargo, existen diferencias en cuanto a la sensibilidad de la longitud del fotoperíodo, siendo éstas de origen genético y tienen como resultado la diferencia en la madurez que son comunes entre diversas variedades de sorgo. Puede haber casos en que existe la insensibilidad al fotoperíodo, en los cuales se debe a la influencia de ciertas condiciones de temperatura. De aquí se desprende que el período de crecimiento del sorgo es influenciado por la temperatura como también por el fotoperíodo (Robles, 1974).

El sorgo necesita un período diario de luz inferior a 14 horas para asegurar la floración, un aumento del día provoca un alargamiento del período vegetativo y una tardanza mayor en la floración y en consecuencia, en la producción de grano (Ibar, 1984).

### Suelos

El sorgo se adapta bien a muchos tipos de suelos, como los compacto arcillosos, en las regiones áridas se desarrolla bien en los suelos arenosos debido a la característica de la tolerancia a la sequía que éste presenta. En los suelos francos (franco-arcillosos y franco-arenosos) es donde se obtienen producciones mayores.

Debido a la gran longitud de las raíces del sorgo los suelos deben ser profundos de 1 m a 1.5 m mínimo y bien drenados. Se ha encontrado que este cultivo da buen resultado en terrenos con ciertas proporciones de sal solubles que limita la producción de otros cultivos. El sorgo se adapta a suelos ácidos con pH = 5.5 a los francamente alcalinos de pH = 8.5 (Robles, 1974; Guerrero, 1981; Ibar, 1984) (Carballo, 1975, citados por Ortiz, 1981) (Matz, 1969; Gámez, 1972; Parodi, 1971; Leal, 1973, citados por Jaramillo, 1985).

Las principales áreas productoras de sorgo en México presentan suelos de diversos tipos, pero sólo tres de ellos son los que sustentan la mayor parte de este cultivo y son las siguientes:

Vertisoles. Son los suelos arcillosos, profundos, generalmente ricos en minerales ferromagnesianos y con frecuencia muestran contenidos apreciables de Carbonato de Calcio y Magnesio. Son suelos fértiles, ligeramente alcalinos, con algunas deficiencias en su drenaje interno.

Este grupo de suelos se distribuye ampliamente por las zonas subhúmedas del país, en particular en las llanuras costeras del Golfo de México y del Pacífico y en extensiones amplias de la zona meridional del Altiplano, fundamentalmente en el Bajío Guanajuatense y muchas de las llanuras Michoacanas y Jaliscienses, en los Valles Altos de Morelos, Guerrero, a lo largo de la cuenca del Río Balsas y algunas partes de la Península de Yucatán.

Aridisoles. Este es otro grupo de suelos dedicados ampliamente al cultivo del sorgo en México. Estos suelos son típicos de zonas secas y muy secas.

En su mayoría son suelos profundos, se caracterizan por contenidos relativamente bajos de materia orgánica, el contenido de sales es más soluble debido a la precipitación escasa y topografía en que se presentan, poseen texturas arcillosas o arcillo-limosas. Estos suelos se distribuyen en la Mesa Central, Altiplanos Septentrionales, en el Desierto Sonorense y la Península de Yucatán.

Entisoles. Estos suelos presentan gran diversidad de texturas y mineralogía, la mayoría de éstos suelos no son pedregosos, gravosos o inundables, no presentan problemas para su manejo y, ya sea bajo temporal o bajo riego, resultan muy adecuados para el cultivo del sorgo. Se distribuyen en llanuras del Golfo y del Pacífico, así como en valles y llanuras aluviales del centro del país, relacionados a la presencia de corrientes fluviales, en los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Guanajuato, Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Querétaro, Hidalgo, Colima y Aguascalientes, principalmente (Bayona y Caballero, 1984).

### Sorgos de doble propósito

Poehlman (1976) menciona a los sorgos de doble propósito como sorgos forrajeros, sorgos para grano, sorgos para miel y sorgos para propósitos especiales.

Flores (1980) indica que existen tres tipos de sorgos: sorgos para grano, sorgos para forraje y sorgos de doble propósito, o sea, aquellos sorgos que producen grandes cantidades de grano como forraje de gran poder nutritivo y de buen sabor.

Wall y Ross (1975) consideran que los sorgos de doble propósito tienen tallos jugosos, regular cantidad de grano y alcanzan alturas de 1.5 a 2.4 m.

Hughes, et al. (1976) señalan que el sorgo forrajero comprende los sorgos de doble propósito, grano y forraje. Los primeros sorgos de doble propósito se clasifican como sorgos para grano en los tiempos en que se hacía la recolección a mano, pero también se sembraban para forraje. Algunos híbridos, debido a su altura intermedia, se consideran como tipos de doble propósito.

Lodhi, et al. (1983) efectuaron trabajos para la formación de algunas líneas de sorgo de doble propósito en Haryana Agricultural University Hissar y para este trabajo se usaron 30 genotipos desarrollados por hibridación entre tipos de sorgo forrajero y grano, después se siguió el método de pedigrí, se probó tanto para forraje como para rendimiento de grano, se utilizaron seis variedades testigo y durante el ciclo Kharif 1982 se realizó el trabajo y como resultado se obtuvo que los genotipos probados fueron superiores a los testigos en rendimiento de forraje como de grano. Con estos resultados se puede mejorar la pro

ducción de forraje como para una producción excelente de semilla.

Rana, et al. (1979) realizaron un estudio en el análisis de caracteres genéticos para sorgos de doble propósito. El estudio empezó con una cruce dialélica 6 x 6 comprendida por los padres y  $F_1$ , entre dos líneas cada una mejorada, sólo para los tipos de forraje y sólo para los tipos de grano y tipos de forraje combinados con grano, se realizó en tres ambientes durante la estación Kharif 1978, estimando las respuestas correlacionadas por la posibilidad en una estructura óptima que requieran los tipos de doble propósito. Las líneas estudiadas para este propósito son para tipos de forraje (P.C.-1 y P.C.-6), tipos de grano (C.S.V. y C.S.V.-4) y tipos de forraje combinado con grano (B.P.-53 y SPV-98).

Los datos fueron obtenidos en base a diferentes cualidades agronómicas y componentes de la calidad de forraje y el rendimiento de la semilla fue tan bueno como los componentes de la panícula.

Los resultados indican una aptitud combinatoria general alta de P.C.-1, P.C.-6 y B.P.-53 con tipos de grano.

Parodi y Scantamburlo (1979) desarrollaron trabajos de investigación para la formación de un híbrido de doble propósito y una variedad de doble propósito en Manfredi AES (Cordoba) como parte del plan de mejoramiento de sorgo.

El resultado de este trabajo fue la formación del híbrido "Corracor INTA" que proviene de la cruce de 1609-IA INTA con androesterilidad citoplasmática, y R978 INTA restaurador de la fertilidad y la variedad "Cucha INTA" es el resultado de una serie de selecciones individuales.

## MATERIALES Y METODOS

### Localidad de prueba

El presente trabajo se realizó en Marín, Nuevo León, en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL durante el ciclo de Otoño-Invierno, 1986.

La situación geográfica es de 25°53' Latitud Norte y de 100°03' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, su altitud sobre el nivel del mar es de 367.3 m.

El clima de esta localidad, según la clasificación climática de Köppen, modificado por García (1973), es del tipo  $BS_1(h')h x'(e')$ , lo cual indica que es un clima seco o árido con régimen de lluvias en verano, de temperatura anual sobre 22°C y bajo 18°C en el mes más frío, tiene una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales mayor de 18°C, siendo dicha variación la más extrema.

Los suelos predominantes en la región de Marín, Nuevo León según el CETENAL (1977) son del tipo feozem calcárico y regosol calcárico, siendo su fase física gravoso.

### Materiales

#### Material genético

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron siete variedades de adaptación tropical proporcionados por el Programa de Sorgo ICRISAT-CIMMYT y una línea experimental del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la UANL, más tres híbridos recomendados para Nuevo León. (Cuadro 20A).

Enseguida se enlistan dichos materiales.

ISIAP DORADO

M62641

SPV-475

M90975

M90378

M90362

M35585

BJ-83

RB-3030

LES-88R

RB-3006

## Métodos

### Desarrollo del experimento

La fecha de siembra fue el 31 de Julio de 1986, correspondiendo al ciclo otoño 86.

El material genético se sembró en forma manual, en húmedo depositando la semilla a chorrillo en el fondo del surco.

El cultivo se condujo bajo riego, dándose tres riegos después de la siembra, además de la precipitación que se presentó durante el ciclo (Cuadro 1).

### Diseño experimental

El experimento para su evaluación se estableció bajo el diseño de bloques completamente al azar, con 11 tratamientos en cuatro repeticio

nes. El tamaño de la unidad experimental fue de cuatro surcos de 5 m de largo, la distancia entre surcos fue de 0.8 m y entre plantas de 0.15 m, la parcela útil fueron los dos surcos centrales cosechándose los 3 m intermedios, seleccionando 10 plantas de la parcela útil con competencia completa a las que se les tomó las variables de interés. El croquis del experimento se muestra en la Figura 1.

El modelo utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable bajo estudio

$\mu$  = efecto de la media verdadera general

$T_i$  = efecto verdadero del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque

$E_{ij}$  = error aleatorio asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental

(Reyes, 1980).

Cuadro 1. Datos climatológicos registrados durante el experimento. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

Mes	Precipitación mensual total (mm)	Temperatura media mensual (°C)	Humedad relativa media mensual (%)
Julio	37.5	29.0	67.0
Agosto	12.1	31.3	65.0
Septiembre	189.7	27.5	71.0
Octubre	89.0	22.0	77.0
Noviembre	24.6	15.4	78.0
Diciembre	77.0	12.5	85.6

Datos proporcionados por la Estación Meteorológica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

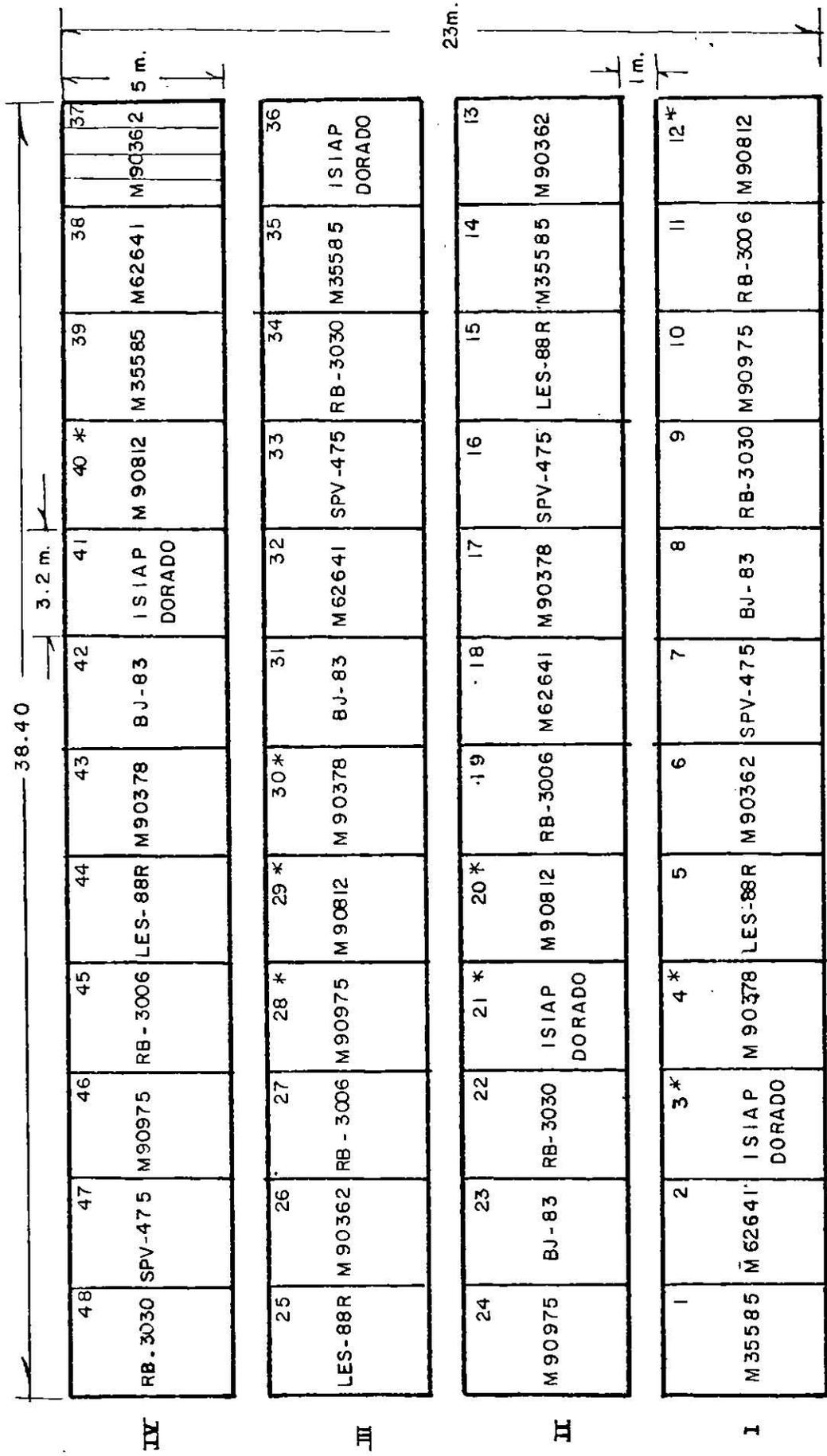


Figura 1. Croquis del experimento. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

## Toma de datos y observaciones

Las variables consideradas para cumplir con los objetivos de este trabajo fueron:

Días a floración (DF). Días desde la siembra hasta la fecha en que la mitad de las plantas de la parcela presentaron antesis en un 50% de la panoja.

Días a madurez fisiológica (DMF). Se consideró el período de duración en días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela mostraron el 50% de su panoja a madurez fisiológica (punto negro en la base del grano).

Altura de planta (AP). Distancia en centímetros desde el suelo hasta el ápice de la panoja tomadas después de la floración.

Longitud de excursión (EXC.). Distancia entre la lígula de la hoja bandera y la base de la panoja en centímetros.

Longitud de panoja (LP). Distancia en centímetros entre la base de la panoja y el ápice de la misma.

Rendimiento biológico (RB). Es el peso seco de 10 plantas por parcela en gramos.

Rendimiento económico (RE). Peso del grano seco de 10 plantas por parcela en gramos.

Índice de cosecha (IC). Cociente del rendimiento económico sobre el rendimiento biológico.

Esquileo verde (EV). Follaje fresco excluyendo los 40 cm superiores de la planta en gramos.

Esquileo seco (ES). Follaje seco excluyendo los 40 cm superiores de la planta en gramos.

## RESULTADOS

De los análisis de varianza se obtuvo una diferencia altamente significativa para todas las variables, con excepción del índice de cosecha (Cuadro 2).

Para rendimiento económico, la variedad SPV-475 obtuvo el más alto rendimiento con 5.10 ton/ha, la siguió la variedad M90975 con 3.70 ton/ha, estas mismas variedades presentaron los valores más altos de esquilmo seco, la M90975 con 10.25 ton/ha y la SPV-475 con 10.19 ton/ha (Cuadro 1A y Cuadro 2A, respectivamente).

Para esquilmo verde, la variedad M90975 obtuvo un rendimiento por hectárea de 34.16 ton/ha y la SPV-475 con 26.71 ton/ha, pero entre estas dos estuvo la M90362 con 30.14 ton/ha (Cuadro 3A).

Para la variable rendimiento biológico, las variedades SPV-475 M90975 y M90362 obtuvieron los rendimientos más altos que fueron: 19.96; 16.49 y 14.33 ton/ha, respectivamente (Cuadro 4A).

Las variedades M90975 y SPV-475 presentaron buena excerción y longitud de panoja, mientras que la variedad M90362 resultó ser la más tardía con 91 días a floración y a madurez fisiológica 126 días; la SPV-475 presentó la antesis a los 85 días y la madurez fisiológica a los 115 días, mientras la M90975 con 81 días a floración y 123 días para alcanzar la madurez fisiológica (Cuadros 5A, 6A, 7A y 8A, respectivamente).

Como se puede observar, de estas tres variedades la M90362 y M90975 fueron las más tardías para madurez fisiológica entre todos los tratamientos.

Cuadro 2. Resumen de los análisis de varianza para las variables agronómicas estudiadas. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

F.V.	Cuadrados Medios										
	G.L.	DF	MF	AP	EXC	LP	RB	RE	IC	ES	EV
Bloques	3	0.79	6.93	562.17	12.79	8.59	343.95	95.73	0.012	14902.07	216420.57
Tratamientos	10	437.47**	138.10**	1522.25**	43.65**	30.60**	1547.80**	191.30**	ns	84367.65**	607772.93**
Error	25	1.33	3.04	67.35	3.90	3.67	342.51	34.49	0.004	12598.85	119595.70
Total	38	116.36	39.36	494.80	15.52	11.10	664.43	80.12	0.004	32138.15	256062.89
C.V. (%)		1.53	1.53	6.60	45.83	8.28	16.71	20.79	24.32	19.41	18.43

n.s. = No significativo

\*\* = Altamente significativo

Respecto a la altura de planta, la SPV-475 con 155.80 cm y la M90975 con 152.47 cm fueron las que presentaron la mayor altura entre todas las variedades, éstas se pueden considerar como sorgos de doble propósito según Wall y Ross (1975), ya que el rango de altura de éstos es de 150 a 240 cm y estas variedades están dentro de ese rango (Cuadro 9A).

Las variedades M90378, M62641, M35585 e ISIAP DORADO obtuvieron rendimientos por hectárea intermedios de esquilmo verde y esquilmo seco, con respecto a todos los tratamientos (Cuadros 3A y 4A). La variedad M35585 obtuvo mayor rendimiento económico y biológico que las otras tres variedades, para llegar a la floración el rango de días de estas variedades fluctuó de 79 a 89 días, siendo la más tardía la variedad ISIAP DORADO (Cuadro 7A); para alcanzar la madurez fisiológica el rango de estas variedades fue de 111 a 117 días; respecto a lo que se refiere a altura de planta, la que obtuvo la mayor altura de estas variedades fue la M62641 con 141.15 cm, siguiendo la M90378, M35585 e ISIAP DORADO con 127, 124.75 y 112.35 cm, respectivamente. (Cuadro 9A).

La longitud de excursión para estas variedades fluctuó de 0 a 11.20 cm, estando en este rango las variedades de mayor y menor excursión de todos los tratamientos, las cuales son la variedad M90378 e ISIAP DORADO, respectivamente (Cuadro 5A).

La longitud de panoja de estas variedades fue de 18.83 a 21.63 cm, como se puede observar en el Cuadro 6A.

Por lo que se refiere a los testigos, la línea experimental 88R sobresalió en su rendimiento económico sobre los híbridos (Cuadro 1A).

Los híbridos RB-3030, BJ-83 igualaron su rendimiento económico con la variedad M90378, el cual fue de 2.87 ton/ha (Cuadro 1A).

Los testigos obtuvieron los rendimientos por hectárea más bajos para esquilmo verde, esquilmo seco y rendimiento biológico (Cuadros 3A, 2A y 4A, respectivamente).

El rango establecido por los testigos para días a floración fue de 62 a 64 días y para alcanzar la madurez fisiológica fue de 108 a 109 días, mientras en las variedades para días a floración su rango fue de 79 a 91 días y para madurez fisiológica 111 a 126 días (Cuadros 7A y 8A). Como se puede observar, la diferencia para madurez fisiológica entre los testigos y las variedades no es considerable.

Con lo que respecta a altura de planta, los testigos obtuvieron portes menores a las variedades, con excepción del ISIAP DORADO que obtuvo una altura menor a los híbridos BJ-83 y RB-3006 (Cuadro 9A); en lo que respecta a la longitud de excersión fluctuó de 0 a 8 cm, de lo cual la línea experimental 88R fue la de mayor excersión de ellos (Cuadro 5A); en lo que se refiere a la longitud de panoja los híbridos fueron superiores a todas las variedades y la línea experimental 88R fue superior a todas las variedades, con excepción de la SPV-475 (Cuadro 6A).

En forma general, se puede observar que las variedades superaron los testigos y compitieron con ellos, obteniendo mejores resultados éstas, o también se puede decir que las variedades tuvieron una buena adaptación a las condiciones del área de influencia donde se encuentra el Campo Agrícola Experimental.

## DISCUSION

En general, la variedad SPV-475 presentó una superioridad agronómica respecto a todos los tratamientos, ya que en la producción de grano los superó en un 60% y en la producción de esquilmo seco en un 54%, lo cual demuestra su alto potencial de producción; esta variedad presenta una excersión suficiente para ser adecuada a los equipos y sistemas de cosecha; además, presentó la altura de planta mayor por lo que se puede considerar sorgo para doble propósito, además de una buena adaptación a las condiciones de la región.

Las variedades M90975 y M90362 también presentaron superioridad agronómica en cuanto a producción de grano y forraje a partir de su esquilmo; la variedad M90975 presentó buena altura de planta, una excersión aceptable para la cosecha; en cambio, la altura de la variedad M90362 no es considerable para sorgos de doble propósito, además presentó una excersión no recomendable para los equipos de recolección mecánica.

En general, todas las variedades de adaptación tropical fueron superiores a los genotipos comerciales que se utilizan en los sistemas de producción de sorgo de grano en Nuevo León, sólo que las variedades tardan más en alcanzar la antesis y la madurez fisiológica, pero la diferencia entre éstas y los materiales comerciales no es considerable (18 días), desde el punto de vista que se va a aprovechar tanto el grano como el forraje.

Las variedades de adaptación tropical mostraron un potencial alto de producción de grano y forraje a partir de su esquilmo, superando a los materiales comerciales hasta en un 60%, como en el caso de la va-

riedad SPV-475.

Otro inconveniente de las variedades es que algunas no presentaron la longitud de excersión suficiente para adecuarla a los equipos de cosecha, ya que presentaron una excersión de 0 a 4 cm.

En general, las variedades de adaptación tropical respondieron bien a las condiciones ambientales que se presentaron durante el ciclo en que fueron evaluadas. En el Cuadro 1 se puede observar que cuando estas variedades presentaron la antesis (Cuadro 7A), hubo buena precipitación y las temperaturas que se tuvieron fueron apropiadas para el desarrollo del sorgo, lo cual tuvo como resultado que dichas variedades expresaran un potencial alto de producción de grano y forraje.

## CONCLUSIONES

1. Las variedades evaluadas mostraron diferencia significativa a todas las variables observadas, con excepción del índice de cosecha.
2. Las variedades de adaptación tropical superaron a las variedades híbridas comerciales recomendadas para Nuevo León.
3. Las variedades SPV-475, M90975 y M90362 fueron las más sobresalientes en la producción de grano y de forraje a partir de esquilmos.
4. El esquilmo de las variedades de adaptación tropical ofrece la opción de aprovechamiento de forraje.

## RECOMENDACIONES

1. Continuar con las evaluaciones del material genético en años y localidades para observar su comportamiento con respecto al ambiente.
2. Hacer un análisis de calidad del forraje proveniente del esquimo.
3. Hacer un estudio económico sobre las ventajas del sorgo de doble propósito.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló durante el ciclo Otoño 86 en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, que se localiza en el municipio de Marín, Nuevo León.

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar el potencial de producción de las variedades de sorgo con adaptación tropical en cuanto a su rendimiento económico y producción de forraje y otras variables agronómicas.

El diseño utilizado para este estudio fue el de bloques completamente al azar con 11 tratamientos en cuatro repeticiones. El tamaño de la unidad experimental constó de cuatro surcos de 5 m de largo, con distancia entre surcos de 0.8 m y entre plantas de 0.15 m, la parcela útil fueron los dos surcos centrales cosechándose los 3 m intermedios, seleccionando 10 plantas de la parcela útil con competencia completa a las que se les tomó las variables de interés.

En los resultados de los análisis considerados se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos.

Las variables consideradas en los análisis fueron: días a floración, días a madurez fisiológica, altura de planta, longitud de panoja, longitud de excursión, esquilmo verde, esquilmo seco, rendimiento biológico, rendimiento económico e índice de cosecha.

Las variedades que resultaron mejores de acuerdo con el objetivo planteado fueron la SPV-475, M90362 y M90975.

En forma general las variedades de adaptación tropical superaron a los genotipos comerciales recomendados para Nuevo León, al obtener mayor producción de grano y forraje.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALLARD, R.W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial Omega. Barcelona, España.
- BAYONA C., A. y A. CABALLERO M. 1984. Análisis de los suelos de las zonas sorgueras y zonas potenciales para el sorgo en México. En: Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. UANL, AMEAS, CONACYT. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L.
- BRAUER H., O. 1969. Fitogenética Aplicada. Editorial LIMUSA. México.
- CETENAL. 1977. Carta edafológica. G14C16. SPP. México.
- CIMMYT. 1973. Mejoramiento genético del trigo. El Batán, México.
- ESPARZA J., M. 1978. Cebada. En: Recursos genéticos disponibles a México. Editor: T. Cervantes S. Sociedad Mexicana de Fitogenética Chapingo, México.
- FLORES M., J.A. 1980. Bromatología Animal. Editorial LIMUSA. México.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- GUERRERO G., A. 1981. Cultivos herbáceos extensivos. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España.
- HARLAN, J.R. 1972. Genetic resources. In: Sorghum in the Seventies. Proceedings of an International Symposium on Sorghum. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Andhra Pradesh, India.
- HARRINGTON, J.B. 1984. Métodos de genética cerealista. FAO. Roma, Italia.
- HERNANDEZ A., L. 1978. Arroz. En: Recursos genéticos disponibles a México. Editor. T. Cervantes. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México.
- HOUSE, L.R. 1982. El sorgo: Guía para su mejoramiento genético. Editorial Gaceta. México.

- HUGHES, H.D., M.E. HEATH, and D.S. METCALFE. 1976. Forrajes. Editorial Continental. México.
- IBAR A., L. 1984. Sorgo, cultivo y aprovechamiento. Editia Mexicana. Biblioteca Agrícola Aedos. México.
- JARAMILLO H., E. 1985. Evaluación de seis variedades de sorgo forraje ro (Sorghum vulgare Pers.) en la región de Apodaca, Nuevo León. Tesis Profesional, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, División Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Monterrey, N.L.
- JIMENEZ G., C.A. 1978. Avena. En: Recursos genéticos disponibles a México. Editor: T. Cervantes. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México.
- LIVERA M., M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench] tolerantes al frío. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- LODHI, G.P., and K.S. BANGARWA. 1983. Performance of some dual purpose sorghum lines. Sorghum Newsletter, sponsored by the Sorghum Improvement Conference of North America. Vol. 26. University of Arizona. Tucson, Arizona, USA.
- MARTIN, H.J. 1975. Historia y clasificación de los sorgos [Sorghum bicolor (L.) Moench]. En: Producción y uso del sorgo. Editor: J.S. Wall y W.M. Ross. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- MARTIN, H.J., L.H. WARREN, and D.L. STAMP. 1975. Principles of field crop production. Mac Millan Publishing Co. Inc. New York, USA.
- MAUNDER, A.H. 1970. La extensión agrícola. Manual de consulta abreviado. FAO. Roma, Italia.
- OCHSE, J.J., M.J. SOULE, M.J. DIJLEMAN y C. WEHLBURG. 1980. Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Sub-Tropicales. Volumen I. Editorial LIMUSA. México.

- ORTIZ C., A. 1981. Evaluación de 19 genotipos de sorgo para grano (Sorghum vulgare L.) en General Escobedo, N.L. Ciclo tardío 1975. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L.
- PARODI, R.A., and J.L. SCANTAMBURLO. 1979. Two new sorghum varieties. Sorghum Newsletter, sponsored by the Sorghum Improvement Conference of North America. Vol. 22. University of Arizona. Tucson, Arizona, USA.
- PAUL, L.C. 1985. La producción de sorgo. CIMMYT. El Batán, México.
- POEHLMAN, J.M. 1976. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial LIMUSA. México.
- RANA, V.K.S., and M. AHLWALIA. 1979. Genetic analysis of characters for dual purpose sorghum. Sorghum Newsletter, sponsored by the Sorghum Improvement Conference of North America. Vol. 22. University of Arizona. Tucson, Arizona, USA.
- RAO, N.G.P., and B.S. RANA. 1982. Selection in temperate-tropical crosses of sorghum. In: Sorghum in the Eighties. Proceedings of International Symposium on Sorghum. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Vol. I. Patancheru, India.
- REYES C., P. 1980. Diseños de experimentación aplicados. Editorial Trillas. México.
- ROBLES S., R. 1974. Producción de granos y forrajes. Editorial LIMUSA México.
- ROMERO H., L. 1984. Antecedentes del mejoramiento genético del sorgo en México (1892-1980). Folleto de Divulgación No. 8. CIA-FAUANL Marín, N.L.
- SIVAKUMAR, M.V.K.; A,K,S, HUDA, and S.M. VIRMANI. 1982. Physical environmental of sorghum - and millet- growing areas in South Asia. Agrometeorology of sorghum and millet in the semi-arid tropics. Proceedings of the International Symposium. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Patancheru, India.

- VEGA Z., G. 1984. Programa nacional de investigación en sorgo. En: Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. UANL-AMEAS-CONACYT. Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, N.L. México.
- VILLALPANDO F., J. 1984. Regiones climáticas potenciales para el cultivo del sorgo en México. En: Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. UANL-AMEAS-CONACYT. Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, N.L. México.
- WALL, S.J. y W.M. ROSS. 1975. Producción y usos del sorgo. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- WHYTE, O.R. 1958. Prospección, recogida e introducción de especies vegetales. FAO. Roma, Italia.

APENDICE

Cuadro 1A. Comparación estadística de medias de rendimiento económico. (corregido por covarianza). Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

No. de Trat.	Descripción	Medias ( $\bar{X}$ ) (kg/parcela*)	$\alpha = 0.05$	ton/ha
3	SPV-475	2.45	a	5.10
4	M90975	1.82	a b	3.79
7	M35535	1.69	b c	3.52
1	ISIAP DORADO	1.64	b c	3.41
6	M90362	1.53	b c	3.18
10	LES-88R	1.45	b c	3.02
5	M90378	1.38	b c	2.87
8	BJ-83	1.38	b c	2.87
11	RB-3006	1.38	b c	2.87
2	M62641	1.32	b c	2.75
9	RB-3030	0.98	c	2.04

Valor tukey (0.05) = 0.7408782

(\*) Parcela de 4.8 m<sup>2</sup>

Cuadro 2 A. Comparación estadística de medias de rendimiento de esquileo seco. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

No. de Trat.	Descripción	Medias ( $\bar{X}$ ) (g/10 plantas)	$\alpha = 0.05$	ton/ha
4	M90975	819.67	a	10.24
3	SPV-475	815.50	a b	10.19
6	M90362	721.75	a b c	9.02
2	M62641	603.00	a b c d	7.53
7	M35585	603.00	a b c d	7.53
5	M90378	590.50	a b c d	7.38
1	ISIAP DORADO	515.50	c d	6.44
11	RB-3006	459.25	c d	5.74
9	RB-3030	453.00	c d	5.66
8	BJ-83	440.50	d	5.50
10	LES-88R	371.75	d	4.64

Valor Tukey (0.05) = 280.33096

Cuadro 3A. Comparación estadística de medias de rendimiento de esquilmoverde. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

No. de Trat.	Descripción	Medias ( $\bar{X}$ ) (g/10 plantas)	$\alpha = 0.05$	ton/ha
4	M90975	2733.33	a	34.16
6	M90362	2411.25	a b	30.14
3	SPV-475	2137.50	a b c	26.71
5	M90378	2025.00	a b c	25.31
2	M62641	1925.00	a b c	24.06
7	M35585	1812.50	a b c	22.65
1	ISIAP DORADO	1737.50	a b c	21.71
9	RB-3030	1631.25	a b c	20.39
11	RB-3006	1625.00	a b c	20.31
8	BJ-83	1518.75	c	18.98
10	LES-88R	1293.75	c	16.17

Valor Tukey (0.05) = 863.70072

Cuadro 4A. Comparación estadística de medias de rendimiento biológico. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

No. de Trat.	Descripción	Medias ( $\bar{X}$ ) (g/10 plantas)	$\alpha = 0.05$	ton/ha
3	SPV-475	159.68	a	19.96
4	M90975	131.97	a b	16.49
6	M90362	114.68	a b c	14.33
7	M35585	111.55	b c	13.94
11	RB-3006	107.80	b c	13.47
2	M62641	104.68	b c	13.08
1	ISIAP DORADO	104.05	b c	13.00
5	M90378	102.80	b c	12.85
9	RB-3030	98.43	b c	12.30
8	BJ-83	96.55	b c	12.06
10	LES-88R	84.05	c	10.50

Valor Tukey (0.05) = 46.221769

Cuadro 5A. Comparación estadística de medias de longitud de excersión. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

No. de Trat.	Descripción	Medias ( $\bar{X}$ ) (cm)	$\alpha = 0.05$
5	M90378	11.20	a
4	M90975	9.53	a b
3	SPV-475	8.08	a b c
10	LES-88R	7.41	a b c d
2	M62641	4.25	c d e
7	M35585	3.30	c d e
11	RB-3006	2.71	d e
8	BJ-83	2.53	d e
6	M90362	0.48	e
9	RB-3030	0.43	e
1	ISIAP DORADO	0.25	e

Valor Tukey (0.05) = 4.9334318

Cuadro 6A. Comparación estadística de medias de longitud de panoja. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

No. de Trat.	Descripción	Medias ( $\bar{X}$ ) (cm)	$\alpha = 0.05$
8	BJ-83	27.24	a
11	RB-3006	26.88	a b
9	RB-3030	25.34	a b c
3	SPV-475	24.55	a b c d
10	LES-88R	23.81	a b c d e
4	M90975	22.30	b c d e f
7	M35585	21.63	c d e f
1	ISIAP DORADO	20.85	c d e f
5	M90378	20.60	c d e f
6	M90362	19.85	d e f
2	M62641	18.83	f

Valor Tukey (0.05) = 4.7845217

Cuadro 7A. Comparación estadística de medias de días a floración. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

No. de Trat.	Descripción	Medias ( $\bar{X}$ )	$\alpha = 0.05$
6	M90362	91.0	a
1	ISIAP DORADO	89.0	a b
3	SPV-475	85.0	c
5	M90378	82.0	d
7	M35585	81.0	d e
4	M90975	81.0	d e
2	M62641	79.0	f
9	RB-3030	65.2	f
11	RB-3006	64.0	f g
10	LES-88R	62.5	g
8	BJ-83	62.0	g

Valor Tukey (0.05) = 2.8856664

Cuadro Comparación estadística de medias de días a madurez fisiológica. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

No. de Trat.	Descripción	Medias ( $\bar{X}$ )	$\alpha = 0.05$
6	M90362	126.50	a
4	M90975	123.33	a b
5	M90378	117.50	c
1	ISIAP DORADO	116.25	c d
3	SPV-475	115.00	c d e
7	M35585	114.25	c d e f
2	M62641	111.25	e f g
11	RB-3006	109.25	g
8	BJ-83	109.00	g
10	LES-88R	108.50	g
9	RB-3030	108.25	g

Valor Tukey (0.05) = 4.3574039

Cuadro 9A. Comparación estadística de medias de altura de planta. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

No. de Trat.	Descripción	Medias ( $\bar{X}$ ) (cm)	$\alpha = 0.05$
3	SPV-475	155.80	a
4	M90975	152.47	a b
2	M62641	141.15	a b c
6	M90362	130.32	c d
5	M90378	127.00	c d e
7	M35585	124.75	c d e
11	RB-3006	116.73	d e
8	BJ-83	113.98	d e
1	ISIAP DORADO	112.35	d e
9	RB-3030	107.78	e
10	LES-88R	86.38	f

Valor Tukey (0.05) = 20.496853

Cuadro 10A. Análisis de varianza para rendimiento económico. Evaluación de variedades de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. cal.	Sig.
Bloques	3	0.140	1.587	N.S.
Tratamientos	10	0.499	5.661	
Error	25	0.088		

C.V. = 19.26%

$\bar{X}$  = 1.54

N.S. = No significativo

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 11A. Análisis de varianza para esquilmo seco. Evaluación de variedades de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. cal.	Sig.
Bloques	3	14992.078	1.190	N.S.
Tratamientos	10	84367.656	6.692	**
Error	25	12598.857		

C.V. = 19.41%

$\bar{X}$  = 578

N.S. = No significativo

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 12A. Análisis de varianza para esquilmo verde. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. cal.	Sig.
Bloques	3	216420.578	1.810	N.S.
Tratamientos	10	607772.937	5.082	**
Error	25	119595.703		

C.V. = 18.43%

$\bar{X}$  = 1875.51

N.S. = No significativo

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 13A. Análisis de varianza para rendimiento biológico. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. cal.	Sig.
Bloques	3	313.958	1.004	N.S.
Tratamientos	10	1547.806	4.519	**
Error	25	342.517		

C.V. = 16.71%

$\bar{X}$  = 110.75

N.S. = No significativo

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 14A. Análisis de varianza para longitud de excersión (cm). Evaluación de variedades de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench] Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. cal.	Sig.
Bloques	3	12.799	3.280	N.S.
Tratamientos	10	43.650	11.185	**
Error	25	3.902		

C.V. = 45.83%

$\bar{X}$  = 4.31

N.S. = No significativo

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 15A. Análisis de varianza para longitud de panoja (cm). Evaluación de variedades de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench] Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. cal.	Sig.
Bloques	3	8.592	2.341	N.S.
Tratamientos	10	30.606	8.340	**
Error	25	3.670		

C.V. = 8.282%

$\bar{X}$  = 23.13

N.S. = No significativo

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 16A. Análisis de varianza para días a floración. Evaluación de variedades de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F.cal.	Sig.
Bloques	3	0.795	0.595	N.S.
Tratamientos	10	437.477	327.770	**
Error	25	1.335		

C.V. = 1.530%

$\bar{X}$  = 75.49

N.S. = No significativo

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 17A. Análisis de varianza para días a madurez fisiológica. Evaluación de variedades de sorgo [Sorghum bicolor (L.) de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. cal.	Sig.
Bloques	3	6.937	2.279	N.S.
Tratamientos	10	138.104	45.367	**
Error	25	3.044		

C.V. = 1.530%

$\bar{X}$  = 114

N.S. = No significativo

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 18A. Análisis de varianza para altura de planta (cm). Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F.cal.	Sig.
Bloques	3	562.175	8.347	N.S.
Tratamientos	10	1522.255	22.601	**
Error	25	67.354		

C.V. = 6.60%

$\bar{X}$  = 124.19

N.S. = No significativo

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 19A. Análisis de varianza para índice de cosecha. Evaluación de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de adaptación tropical. Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. cal.	Sig.
Bloques	3	0.012	3.108	N.S.
Tratamientos	10	0.002	0.609	N.S.
Error	25	0.004		

C.V. = 24.32%

$\bar{X}$  = 0.26

N.S. = No significativo

Cuadro 20A. Caracterización de diez genotipos evaluados durante el ciclo Marzo-Junio, 1986. Marín, N.L.

Tratamiento	RE (ton/ha)	RB (ton/ha)	EV (ton/ha)	AP (cm)	DF (días)
ISIAP DORADO	2.28	10.88	21.17	103.40	87.00
M62641	3.24	12.89	20.70	141.90	77.00
SPV-475	3.45	11.88	19.09	123.25	84.75
M90975	1.71	14.71	35.17	131.28	87.25
M90378	2.91	13.04	21.34	118.98	82.75
M90362	4.08	18.95	26.73	122.00	97.25
M35585	3.24	13.15	20.70	118.10	82.50
BJ-83	3.77	10.06	11.78	113.53	72.25
RB-3030	4.36	10.74	12.37	110.38	71.00
LES-88R	2.46	5.63	11.98	82.80	69.00

