

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE POBLACION
OPTIMA EN DOS VARIEDADES DE SORGO PARA GRANO
[Sorghum bicolor (L.) Moench] EN MARIN, N. L. CICLO
PRIMAVERA-VERANO DE 1988

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

VICTOR HUGO LUNA LAZCANO

MARIN, N. L.

MAYO DE 1989

T

SB235

L85

c.1



1080061558

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE POBLACION
OPTIMA EN DOS VARIEDADES DE SORGO PARA GRANO
[Sorghum bicolor (L.) Moench] EN MARIN, N. L. CICLO
PRIMAVERA-VERANO DE 1988

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

VICTOR HUGO LUNA LAZCANO

MARIN, N. L.

MAYO DE 1989

10362
lm

T
SB235
L85

040.633

FA 27

1989

C.5



Biblioteca Central
Magna Solididad

ff



FONDO
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Estudio para determinar la densidad de población óptima en
dos variedades de sorgo para grano [Sorghum bicolor (L.)
Moench] en Marín, N.L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.

TESIS elaborada por VICTOR HUGO LUNA LAZCANO, aceptada y
aprobada como requisito parcial para optar por el título
de INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA.

COMITE SUPERVISOR DE TESIS

Ing. M.Sc. José Elias Treviño R.

Ing. M.C. Leonel Romero H.

Ing. M.C. Nahúm Espinosa M.

Marín, N.L.

Mayo de 1989.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Prof. Juan Luna Cepeda

Profa. María Isafías Lazcano de Luna

Con todo mi cariño, respeto y profundo agradecimiento por el esfuerzo y entrega que siempre me han brindado y porque con su ejemplo me incitan siempre a seguir adelante.

A MIS HERMANOS:

Delia Marisa.

Juan Enrique

Luis Lauro

Rosa Isela

Porque siempre han creado un ambiente de paz y cordialidad en nuestro hogar

A MI ABUELITA:

Estefana Alvarez Vda. de L.

Con mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M.Sc. José Elias Treviño Ramírez

Por fungir como asesor principal en el presente trabajo, por su ayuda incondicional y por su adecuada orientación para la realización de este trabajo.

Al Ing. M.C. Leonel Romero Herrera

Por su colaboración en la revisión del presente trabajo y por sus consejos para sacar adelante el trabajo de campo.

Al Ing. M.C. Nahum Espinosa Moreno

Por la orientación que me dió en la parte estadística y por la revisión del presente trabajo.

A los Asesores Técnicos y trabajadores del P.M.M.F. y S.

A los compañeros y amigos que me ayudaron a sacar adelante el trabajo de campo y por brindarme su amistad.

A TODOS GRACIAS.-

CONTENIDO

	Página
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS.	iv
RESUMEN.	vi
1: INTRODUCCION.	1
2. REVISION DE LITERATURA.	4
2.1. Origen.	4
2.2. Domesticación.	4
2.3. Características Botánicas.	5
2.3.1. Ciclo vegetativo.	5
2.3.2. Clasificación sexual.	5
2.3.3. Clasificación morfológica.	6
2.3.3.1. Sistema radicular.	6
2.3.3.2. Tallo.	6
2.3.3.3. Hojas.	7
2.3.3.4. Flor.	7
2.3.3.5. Fruto.	7
2.4. Requerimientos Ecológicos.	8
2.4.1. Temperatura.	8
2.4.2. Humedad.	9
2.4.3. Fotoperíodo.	10
2.4.4. Altitud.	10
2.4.5. Latitud.	10
2.4.6. Suelo.	10
2.5. Densidad de Población.	11
2.5.1. Conceptos de densidad de población.	11
2.5.2. Densidad de población óptima.	12
2.5.3. Importancia de la densidad de población.	12

	Página
2.5.4. Factores que determinan la densidad de población.	14
2.5.5. Efectos de la densidad de población.	16
2.6. Trabajos relacionados.	17
3. MATERIALES Y METODOS.	32
3.1. Localización del experimento.	32
3.2. Clima de la región.	32
3.3. Material utilizado.	33
3.4. Diseño experimental.	33
3.5. Análisis estadístico.	37
3.6. Variables analizadas.	38
3.7. Desarrollo del experimento.	41
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	46
4.1. Comportamiento general de las dos distancias entre surcos.	46
4.2. Comportamiento general de las dos variedades.	46
4.3. Comportamiento general de las tres distancias entre plantas.	47
4.4. Estadísticas y discusión de las variables analizadas.	47
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	70
6. BIBLIOGRAFIA.	73
7. APENDICE.	77

INDICE DE TABLAS

<u>Tablas del texto</u>	Página
I. Composición química del grano de sorgo.	8
II. Densidad del sistema radicular en relación a la distancia entre surcos y entre plantas. Característica observada en un experimento de sorgo, realizado en Solapur, Australia.	18
III. Producción de grano de sorgo obtenida en un experimento para determinar el efecto de 4 densidades de población Kanunurra, Australia.	20
IV. Producción de grano por planta de sorgo obtenida en un experimento realizado para determinar el efecto de diferentes espacios entre plantas sobre la producción de grano, en Queensland, Australia.	21
V. Recomendaciones de densidad de siembra, distancia entre plantas y distancia entre surcos para el cultivo de sorgo para grano en diferentes zonas productoras del País.	31
VI. Distribución de los riegos en el experimento de densidades en el cultivo de sorgo. Ciclo Primavera-Verano 1988.	43
VII. Condiciones climáticas del ciclo Primavera-Verano de 1988 en Marín, N. L.	44
<u>Tablas del Apéndice</u>	
IA. Estadísticas de las dos distancias entre surcos para las doce variables analizadas en el experimento de densidades de sorgo para grano en Marín, N. L. ciclo Primavera-Verano de 1988.	78

IIA.	Estadísticas de las dos variedades en las doce variables analizadas en el experimento de densidades de sorgo para grano en Marín, N. L. <u>Ci</u> clo Primavera-Verano de 1988.	79
III _A .	Estadísticas de las 3 distancias entre plantas para las doce variables analizadas en el experimento de densidades de sorgo para grano, en Marín, N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988. .	80
IV _A .	Resumen de los análisis de varianza de las variables estudiadas en el experimento de densidades de sorgo para grano realizado en Marín, N.L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.. . . .	81
V _A .	Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables días a floración y altura de planta y comparación de medias por la técnica DMS donde ésta procede, en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín, N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.	83
VI _A .	Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores, para las variables <u>lon</u> gitud de panoja y número de hojas. Y comparación de medias por la técnica DMS donde ésta procede, en el experimento de densidades en <u>sor</u> go para grano. Marín, N. L. Ciclo Primavera- <u>Ve</u> rano de 1988.	84
VII _A .	Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables <u>diá</u> metro del tallo y área foliar. Y comparación de medias por la técnica DMS donde ésta procede en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín, N.L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.	85

<p>VIII_A. Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables longitud de excersión y peso por panoja. Y comparación de medias por la técnica DMS donde ésta procede, en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín, N.L. Ciclo Primavera-Verano de 1988. . . .</p>	<p>86</p>
<p>IX_A. Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables semillas por panoja y peso de 100 semillas. Y comparación de medias por la técnica DMS donde ésta procede en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín, N.L., Ciclo Primavera-Verano de 1988.</p>	<p>87</p>
<p>X_A. Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables rendimiento de grano por parcela útil y rendimiento de grano por hectárea. Y comparación de medias por la técnica DMS donde ésta procede, en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín, N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.</p>	<p>88</p>

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1	Esquema del diseño parcelas subdivididas del experimento de densidades en sorgo. Marín, N.L. Ciclo PV-1988. Las parcelas principales son los espaciamientos entre surcos (A_1, A_2). Las subparcelas son las variedades (B_1, B_2) y las subsubparcelas son las distancias entre plantas (C_1, C_2, C_3). 35
2	Arreglo de tratamientos en el campo, experimento de densidades de sorgo, efectuado en Marín, N.L. Ciclo PV-1988. 36
3	Días a floración de las dos variedades en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N.L. Ciclo Primavera-Verano de 1988. 49
4	Longitud de panoja de las dos variedades en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N.L. Ciclo Primavera-Verano de 1988. 49
5	Diámetro del tallo y área foliar de la hoja bandera en cada una de las distancias entre plantas Marín, N.L. Ciclo Primavera-Verano de 1988. 56
6	Longitud de excursión de la variedad LES-88R en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N.L. Ciclo Primavera-Verano de 1988. 56

Figura		Página
7	Peso por panoja para las dos variedades en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N.L. Ciclo Primavera-Verano de 1988..	59
8	Semillas por panoja para las dos variedades en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.	59
9	Rendimiento de grano por hectárea, de los dos espacios entre surcos en cada uno de los espacios entre plantas. Marín, N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.	65
10	Rendimiento de grano por hectárea de las dos variedades en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N. L., Ciclo Primavera-Verano de 1988.	65
11	Efecto de las distancias entre plantas y entre surcos sobre el rendimiento unitario en la variedad LES-90R. Marín, N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.	66
12	Efecto de las distancias entre plantas y entre surcos sobre el rendimiento unitario en la variedad LES-88R, Marín, N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.	67

RESUMEN

El experimento se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, en el municipio de Marín, N. L. durante el ciclo Primavera-Verano de 1988.

El objetivo principal fué el determinar la densidad de población que aportará el mayor rendimiento unitario.

Se utilizaron dos variedades experimentales de sorgo para grano, las cuales presentan la característica de alta rusticidad estas son: LES-90R y LES-88R.

El diseño experimental utilizado fué el de bloques al azar con arreglo en parcelas sub-divididas con 4 repeticiones. A la parcela principal se le asignó el factor distancia entre surcos, a la subparcela se asignó el de variedades y a la sub-subparcela los espacios entre plantas. Cada unidad experimental constó de 4 surcos de 5 m de largo, de los cuales se evaluó solo la parcela útil, tomando como tal los dos surcos centrales, eliminando un metro en cada cabecera.

Las variables analizadas fueron las siguientes: Días a floración, altura de planta, longitud de panoja, número de hojas, diámetro del tallo, área foliar de la hoja bandera, longitud de excursión, peso por panoja, número de semillas por panoja, peso de 100 semillas, rendimiento de grano por parcela útil y rendimiento de grano por hectárea.

Después de analizar los resultados se concluye que la densidad de 476, 190 plantas por hectárea es la que aporta un mayor rendimiento de grano obteniéndose ésta al sembrar con un espaciamiento entre surcos de .70 m y de 3 cm entre plantas en ambas variedades, la variedad LES-90R rindió 4609.37 kg/ha y la variedad LES-88R rindió 3555.13 kg/ha.

La variedad LES-90R superó ampliamente a la variedad LES 88R en el rendimiento de grano, aunque en algunas variables como días a floración, longitud de panoja y número de hojas se vió

afectada por los espaciamientos entre plantas mientras que la va
riedad LES-88R no presentó variación.

Los espaciamientos entre plantas de 8 cm y 5 cm aporta-
ron los promedios por planta más altos en las variables más re-
lacionadas con el rendimiento (longitud de panoja, diámetro del
tallo, área foliar, peso por panoja y semilla por panoja). Sin
embargo, el espaciamiento de 3 cm aportó un mayor rendimiento u
nitario, debido seguramente a la alta densidad de población.

El espaciamiento entre surcos no tuvo efecto sobre ningu
na de las características morfológicas ni de rendimiento indivii
dual, solo tuvo efecto sobre el rendimiento unitario.

I. INTRODUCCION

El cultivo del sorgo en el mundo es la base de la alimentación de aproximadamente 700 millones de personas que habitan las regiones semiáridas del trópico (Castillo, 1984).

La amplia gama de variedades que le permiten adaptarse a condiciones de cultivo muy diversas y su utilización en alimentos para consumo humano, animal y para la preparación de bebidas, así como la amplia difusión de sus características, le han permitido extender la superficie de cultivo en el mundo (Castillo, 1984).

El sorgo se introdujo en México a fines del siglo pasado, pero solo fue sembrado en pequeñas superficies, empezó a adquirir importancia en la década de 1950 como consecuencia del desarrollo de la industria avícola y pecuaria, generándose así una demanda cada vez más grande del grano, pues es la materia prima básica en la producción de alimentos balanceados para animales (Robles, 1983).

Debido al gran impulso que se le dió a este cultivo, empezó a crecer en forma acelerada desplazando en zonas al maíz, de tal forma que de 116,000 ha que se cultivaban en 1960, pasaron a ser 2,000,000 ha en 1984, con una producción de 6,700,000 ton (Castillo, 1984). En la actualidad, el cultivo del sorgo ocupan en México el tercer lugar en superficie sembrada después del maíz y el frijol y la segunda posición en producción global, únicamente después del

maíz (SARH, 1987).

A pesar del acelerado crecimiento de este cultivo, la demanda principalmente en el área pecuaria no ha podido ser satisfecha en su totalidad por lo que es necesario importar cantidades de grano que cubran este déficit.

Con lo antes señalado, se ve la necesidad que hay de reforzar la investigación en este cultivo, buscando aumentar el rendimiento unitario y reducir la dependencia actual.

En el manejo del sorgo como en muchos cultivos, el tener una densidad de población adecuada determina los niveles de rendimiento, por lo que debe ser estudiada con el fin de incrementarlos.

Contemplando esta situación, se planteó el presente trabajo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía, ubicado en Marín, N.L., el cual consistió en evaluar dos variedades experimentales de sorgo para grano de gran rusticidad, haciendo variar el espaciamiento entre surcos y entre plantas, planteándose los siguientes objetivos:

1. Determinar la densidad de población que nos aporte un mayor rendimiento unitario.
2. Determinar cuál de las dos variedades aporta un mayor rendimiento.
3. Observar la influencia de las diferentes densidades de población en las características morfológicas y de rendimiento individual en ambas variedades.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

1. Existe diferencia en cuanto a rendimiento en las diferentes densidades de población en ambas variedades.
2. Existe diferencia en el rendimiento por efecto de los espaciamientos entre surcos.
3. Existe diferencia en el rendimiento de las dos variedades.
4. Existe diferencia en el rendimiento por el efecto de los espaciamientos entre plantas.
5. Las densidades de población establecidas influyen de diferente manera en las características morfológicas y de rendimiento individual de ambas variedades.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen

El sorgo cultivado quizá se originó en Africa Central en Etiopfa, Sudán o en sus cercanías. Se llega a esta conclusión por la gran diversidad de tipos que crecen en esta región, esa diversidad disminuye hacia el norte y sur de Africa, Asia y también hacia el oeste de Africa. Los tipos generales hallados en Europa, sur de Asia y otras partes de Africa, también aparecen en el noreste de Africa (Wall y Ross, 1975).

2.2. Domesticación

House en 1985, recopiló la opinión de varios autores acerca de la domesticación del sorgo, así, Muvdock (1959), sugirió que la gente establecida en las riberas del Río River, pudo haber iniciado la domesticación del sorgo. Dogget (1965) indicó que evidencias arqueológicas sugieren que la práctica de domesticación de los cereales fue introducida desde Etiopfa a Egipto alrededor del año 3,000 A.C. por lo que es posible que la domesticación del sorgo comenzara alrededor de este tiempo.

De Wet et al. (1970) estudiando reportes arqueológicos encontraron algo de información acerca del sorgo, ellos sugieren que el sorgo tuvo un origen diverso y probablenmen

te proviene del Sorghum verticilliflorum, S. arundinaceum que es un pasto de la selva tropical y Sorghum aethiopicum S. virgatatum que fueron encontrados en regiones desérticas. Estas regiones son aparentemente los principales habitats del sorgo y probablemente en estas zonas se inició la domesticación.

2.3. Características Botánicas

2.3.1. Ciclo vegetativo

En las diversas variedades e híbridos de sorgo, existen diferencias notables en la duración de la totalidad del ciclo vegetativo, siendo los límites entre 80 días como mínimo y 120 días y aún más como máximo, los sorgos para grano se pueden clasificar en tres ciclos vegetativos: 1) ciclo largo de 120 días o más, 2) ciclo medio de 100-110 días y 3) ciclo corto de 80 a 90 días (Ibar, 1984).

2.3.2. Clasificación sexual

El sorgo es una planta sexual, monoica, hermafrodita incompleta, perfecta.

Sexual: porque se multiplica por semilla que se da por la unión de un gameto masculino y uno femenino.

Monoica. porque existen ambos sexos en la misma planta.

Hermafrodita: porque tiene androceo y gineceo en la misma flor.

Incompleta: porque carece de una estructura del perianto.

Perfecta: por encontrarse flores que tienen los dos órganos sexuales en la misma flor (Robles, 1983).

2.3.3. Clasificación morfológica

2.3.3.1. Sistema radicular. Las raíces principales, muy abundantes se encuentran reunidas en un fascículo, este sistema radicular está reforzado por un conjunto de raíces adventicias, que nacen de los dos o tres primeros nudos del tallo. Todas las raíces son fibrosas, recias y alcanzan un notable desarrollo profundizando en el suelo pocas semanas de 30 a 60 cm, llegando a alcanzar hasta 1 m a 1.5 m al final del ciclo (Ibar, 1984).

2.3.3.2. Tallo. Normalmente el sorgo tiene un solo tallo procedente de la semilla, pero algunas variedades poseen rizomas que producen otros tallos adventicios, los cuales provistos de sus raíces correspondientes en los dos primeros nudos pueden tener una vida independiente de la planta madre (Ibar, 1984).

Los tallos según la variedad tienen una altura comprendida entre los .60 a 3.50 m. En su base, el diámetro puede ser de menos de un centímetro hasta 5 cm en ciertas variedades tropicales. Los nudos suelen ser gruesos y la longitud de los entrenudos varía también según la variedad (Wall y Ross, 1975).

2.3.3.3. Hojas. La cantidad total de hojas por tallo puede ser de 5 a 24, éstas hojas están provistas de una vaina más larga que los entrenudos a los que cubre y rodea completamente, la vaina termina en una corta lígula membranosa y el limbo de la hoja es de forma lanceolada-acintada y de una longitud comprendida entre 30-100 cm, las hojas aparecen al ternas sobre el tallo y en variedades enanas se encuentran superpuestas. Las hojas del sorgo se doblan durante periodos de sequía, característica que al reducir la transpiración contribuye a tan peculiar resistencia de la especie a la sequía (Ibar, 1984).

2.3.3.4. Flor. Están reunidas en espiguillas y éstas en espigas, a su vez las espigas forman una inflorescencia en pa nícula o panoja constituida por un eje principal con las co rrespondientes ramificaciones secundarias y terciarias en cuyo extremo están situadas las espigas. Las panojas tienen una longitud comprendida entre los 20 a 40 cm cuyo eje o pe dúnculo central será, según su consistencia: erguido, dobla do o arqueado. Asimismo, la forma de las panículas es varia ble, pueden ser ovaladas, cilíndricas, redondeadas, etc. (House, 1985).

2.3.3.5. Fruto. Es una cariósida de forma redondeada, los granos se clasifican en pequeños (8-10 mg), medianos (12-24 mg) y grandes (25-35 mg), según las distintas variedades su forma es ovoide, elipsoide o esférica. En su madurez el grano alcanza diferentes tonalidades y coloraciones a par-

tir de los colores básicos, blanco, amarillo, gris, rojo y azul. La composición química del grano se presenta en la siguiente tabla (Ibar, 1984).

Tabla 1. Composición química del grano de sorgo.

Composición química	Cantidad (%)
Proteína	12.7
Extracto etereo (grasa)	3.7
Fibra celulósica	2.8
Cenizas	2.3
Carbohidratos	78.6
Energía disponible en kg cal/kg es de	3450.

FUENTE: Ibar, 1984.

2.4. Requerimientos Ecológicos

2.4.1. Temperatura

Se considera como temperatura media óptima para su crecimiento 26.7°C, y como mínima 16°C. Temperaturas medias de 16°C ya 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 a que puede desarrollarse el sorgo es de 37.5°C (Robles, 1983).

2.4.2. Humedad

El sorgo es muy resistente a la sequía, las causas de esta buena propiedad, se deben a que tiene buenos órganos de absorción del agua, pues las raíces alcanzan buena profundidad y están sumamente ramificadas. Por otra parte, también tiene muy poca transpiración de agua solo un 55%, esto debido a la poca cantidad de hojas y a estar estas provistas en su cara superior de unas células motoras que facilitan su rápido enrollado, las cuales al escasear el agua y al mismo tiempo que cierran sus estomas, forman una cámara de aire húmedo que equilibra la humedad del interior de la planta, evitando nuvas pérdidas.

Otro factor que evita la pérdida de humedad, es el de que los tallos estén cubiertos de una sustancia cerosa que los impermeabiliza.

A pesar de estas características que hacen del sorgo una planta con buena resistencia a la sequía, necesita un mínimo de humedad para que pueda rendir satisfactoriamente. Para tener buenas cosechas, se considera óptima una precipitación de 550-600 mm en todo el ciclo, desde la siembra hasta la formación de semilla, en cambio, la cosecha es bastante reducida si solo se dispone de 400 mm y se obtienen rendimientos superiores al maíz, si se dispone de 650 mm convenientemente distribuidos (Ibar, 1984).

2.4.3. Fotoperíodo

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 es largo, o sea, que precisa de un período de luz inferior a 14 horas para asegurar su floración. Un aumento de la duración del día comporta un alargamiento del período vegetativo y una mayor tardanza en la floración y, en consecuencia en la producción del grano (Robles, 1983).

2.4.4. Altitud

Por sus altas exigencias de temperatura, raramente se le cultiva más allá de los 1,800 m de altura, se cultiva favorablemente de 0 a 1000 msnm, salvo algunas excepciones como en algunos lugares de México, donde se le ha cultivado con éxito a 2200 msnm (Robles, 1983).

2.4.5. Latitud

El sorgo se puede cultivar desde los 45°LN a los 35° LS, en el área comprendida entre estas latitudes en donde se puede cultivar el sorgo con mayores rendimientos, debido a que más al norte o más al sur las temperaturas son más bajas y no se obtendrían buenos rendimientos (Robles, 1983).

2.4.6. Suelo

El sorgo se adapta bien a muchos tipos de suelo, desde los arcillosos a los arenosos; sin embargo, los mejores y en los que se obtienen mayores rendimiento son los suelos

francos y sus afines los franco-arenosos y los franco-arcillosos. (Mela, 1971).

Dada la gran longitud de las raíces del sorgo, los suelos deben ser profundos de 1.5 m como mínimo y bien drenados ya que los encharcamientos de agua son perjudiciales a la planta. (Mela, 1971).

Por otra parte, el sorgo se adapta a una amplia gama de reacciones del suelo, desde los suelos ácidos de pH 5.5 a los francamente alcalinos de pH de 8.5. El sorgo se considera planta de alta tolerancia a la salinidad del suelo, por lo que puede desarrollarse en suelos que contengan hasta un tres por mil de cloruro sódico (Ibar, 1984).

2.5. Densidad de Población

2.5.1. Conceptos de densidad de población

La densidad de población es la magnitud de ésta en relación con alguna unidad de espacio, se suele verificar y expresar como el número de individuos, o la biomasa de la población por unidad de superficie o de volumen (Odum, 1972).

Nava (1979) menciona que la densidad poblacional puede ser definida como la proporción entre el número de organismos y la superficie o volumen que ocupan.

En conceptos relacionados directamente con plant

cultivadas, se menciona que la densidad poblacional es el número de plantas por unidad de superficie (Anónimo, 1987).

2.5.2. Densidad de población óptima

Diehl y Box (1973) definen la densidad óptima como el número de plantas por unidad de superficie que utilizan completamente la capacidad productiva del suelo.

Carballo (1966) la define como aquella en la cual se obtienen los rendimientos más altos.

Carmona (1965) define la densidad óptima como el número de plantas por unidad de superficie que produce los máximos rendimientos de grano.

Gamboa (1980) define la densidad óptima como aquella que permite a la planta expresar todo su potencial genético.

Ibar (1984) dice que para determinar la densidad óptima y en consecuencia el marco de plantación, deberá saberse previamente la cantidad de plantas que pueden desarrollarse por unidad de superficie según la cantidad de agua de que puede disponerse de lluvia o de riego.

2.5.3. Importancia de la densidad de población

Una densidad de población adecuada es importante en el aprovechamiento eficiente de: la humedad del suelo, de los nutrimentos, del bióxido de carbono de la atmósfera y de la energía radiante (Lepiz, 1983).

Los rendimientos de muchos cultivos están relacionados con la densidad o número de plantas por hectárea, generalmente al aumentar la densidad, el rendimiento se incrementa. Al mismo tiempo se aumenta la eficacia de empleo del agua, pues el suelo está bien explorado por las raíces (Chapman y Carter, 1976).

El número de plantas por hectárea es un punto fundamental para la obtención de buenos rendimientos dependiendo de las condiciones, principalmente de la humedad bajo las cuales vaya a establecerse el cultivo (Robles, 1983).

El empleo del número adecuado de plantas por unidad de área, su distribución en el terreno, así como la dosis indicada de fertilizantes que deberá emplearse en determinadas circunstancias, figuran entre los factores más importantes para obtener los máximos rendimientos unitarios (Black, 1975).

Para obtener la densidad de población que hemos determinado como óptima, debemos de saber qué cantidad de semilla en kg vamos a sembrar, es decir, determinar la densidad de siembra. Esta depende de: a) la variedad que se use, b) del objetivo para el cual se cultive el sorgo, c) del tamaño de la semilla, d) de la cantidad de agua disponible en el suelo y e) del porcentaje de germinación de la semilla (Delorit y Ahlgren, 1970).

2.5.4. Factores que determinan la densidad de población

Son tres los factores que determinan la densidad de población:

a). La variedad que se siembra.

La densidad varía con el tamaño de la planta, según la variedad, aumenta con variedades precoces de porte pequeño y disminuye con las variedades tardías de porte mayor (Delorit y Ahlgren, 1970).

b). Humedad disponible

Las reservas de agua del suelo constituyen uno de los factores esenciales de la densidad de población, puede preverse un aumento en esta densidad cuando el aprovechamiento de agua es satisfactorio (Diehl y Box, 1973).

Este es uno de los factores más importantes que influyen en la cantidad de plantas por hectárea, si la tierra es de secano se utiliza una densidad moderada, pero si ésta cuenta con riego se aumenta considerablemente la población (Robles, 1983).

Wally Ross (1975) citan que en las tierras de secano de las grandes llanuras de Estados Unidos se utilizan densidades de 37,000 a 125,000 plantas por hectárea, en las regiones del oeste con escasa precipitación se utilizan densidades menores, pero si se practica el riego se utilizan altas densidades de 250,000 a 300,000 plantas/ha.

Según Ibar (1984) en España las cantidades de plantas por hectárea utilizadas son: para los secanos más áridos de 20,000 a 30,000 plantas, en los secanos más frescos entre 40,000 y 60,000 y para los regadíos, se calculan entre 100,000 pudiéndose llegar hasta las 150,000 plantas.

c). La fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo condiciona, a priori la densidad de población. Para las plantas de escarda será necesario aumentar los espaciamientos en suelos de mediana a reducida fertilidad con objeto de dejar a cada individuo un volumen más importante del suelo (Diehl y Box, 1973).

Chapman y Carter (1976) mencionan que en suelos con un nivel de fertilidad alto y con un adecuado suministro de agua, es recomendable establecer cultivos a altas densidades de población como medio para incrementar el rendimiento.

Aviles (1981) al estudiar los efectos del N, P y densidades de población sobre el rendimiento en maíz, encontró que a un mismo nivel de fertilizante la población de 45 mil plantas/ha fue diferente estadísticamente a la densidad de 60 mil plantas/ha, siendo ésta última con la que se obtuvo el más alto rendimiento.

Ogunlela (1980) en Australia, observó la respuesta de tres variedades de sorgo a la aplicación de N y densidades de población. Los resultados indican que la producción de

grano y otras características de la planta se ven influenciadas por el N y las densidades de población, obteniéndose la mayor producción con la dosis de N más alta y la densidad de población mayor. En el tratamiento de mayor densidad de población sin aplicación de N se obtuvieron bajos rendimientos.

2.5.5. Efectos de la densidad de población

El sorgo no crece de la misma forma en poblaciones de alta o baja densidad. Cuando es alta, las plantas son más elevadas y producen panojas más pequeñas en tallos más finos. Como las panojas son pequeñas, aunque numerosas y hay pocos macollos, el cultivo tiende a madurar en forma pareja, con lo cual se facilita la cosecha (Wall y Ross, 1975). El sorgo muy espaciado puede producir panojas más grandes en tallos más fuertes, pero las panojas de los macollos tardíos con frecuencia aumentan el contenido de humedad del grano cosechado a máquina (Wall y Ross, 1975).

Delorit y Ahlgren (1970) dicen que la reducción en diámetro y en peso de los tallos, al aumentar la densidad de población se le considera, al menos en parte, responsable de la susceptibilidad al acame en el cultivo del frijol.

Diehl y Box (1973) afirman que las siembras demasiado densas, sobre todo si se hacen al voleo, reducen la insolaación de la base de las plantas y favorecen el ahilamiento con graves repercusiones, como la posibilidad del encamado y el mal del pie de los cereales.

Fretog citado por Lepiz (1983) afirma que el efecto de un exceso de plantas se nota en la formación de tallos delgados y débiles que se acaman fácilmente.

Faugenbaum citado por Lepiz (1983), señala que cuando la densidad es baja los rendimientos por planta son mayores que cuando se tiene una densidad alta; sin embargo, estos rendimientos en muchos casos no alcanzan a compensar la capacidad productiva de densidades mayores.

Umrani, Kale y Narkhede (1987), trabajando en Australia desarrollaron un experimento para determinar la influencia de la distancia entre plantas y entre surcos sobre la proliferación del sistema radicular.

Con los datos obtenidos, concluyen que las distancias entre plantas y entre surcos sí influyen en la proliferación del sistema radicular. De tal forma que a medida que la densidad de población aumenta, la proliferación de la raíz disminuye. Los resultados se presentan en la Tabla II.

2.6. Trabajos relacionados

Ficher y Wilson (1975) citados por Huda (1980) trabajaron en Queensland Australia, con diferentes densidades de población en sorgo reportaron que la máxima producción de grano fue obtenida de la densidad más alta, siendo ésta de 64.5 plantas por m².

Tabla II. Densidad del sistema radicular, en relación a la distancia entre surcos y entre plantas. Característica observada en un experimento de sorgo realizado en Solapur, Australia.

Tratamiento	Capa de Suelo	Densidad de Raíz (mg/cm ³)		
		0-30 cm	30-60 cm	Total
Distancia entre plantas (plantas por m ²)	5	3.256	0.143	3.399
	10	2.263	0.116	2.379
	15	1.493	0.086	1.579
Distancia entre Surcos	45	2.706	0.123	2.829
	90	2.296	0.120	2.416
	135	2.010	0.103	2.113

Freyman y Venkateswarlu (1977) citados por Huda (1980), encontraron que bajo condiciones de riego en suelos alfisoles en la India, la máxima producción de grano de sorgo fue obtenida de la densidad de plantas más altas, la cual fue de 22 plantas por m².

Balasubramanian et al. (1978) citados por Huda (1980) observaron en un estudio bajo condiciones secas en Hyderabad India que la producción de grano de sorgo aumentó de 3.9 a 4.2 ton/ha con incremento en la densidad de plantas de 7.5 a 12.5 plantas/m², pero decreció con densidades demasiado altas (3.8 ton/ha con 17.5 plantas/m² a 3.5 ton/ha con 22.5 plantas/m²).

Desai, Kukadia y Bharodia (1978) observaron el efecto del espacio entre plantas en la producción de sorgo para grano y otros componentes. Este experimento fue realizado

en la Sorghum Research Station, Surat Australia durante 1978 fueron utilizadas cuatro variedades y dos distancias entre plantas, la normal (30 cm) y 10-20 cm entre plantas. Se evaluaron cuatro variables: longitud de panoja, número de espiguillas por panoja, producción de grano por panoja y peso de 1000 semillas. La variable longitud de panoja resultó no significativa en las densidades y variedades.

En las otras tres variables hubo diferencia altamente significativa para las densidades y las variedades, obteniéndose los promedios por planta mayores en las densidades más bajas con la variedad Sona-108.

Patil, Deshamane y Chavan (1982) investigadores agrícolas en Australia, trabajaron en un experimento de Geometría y densidades de población en el cultivo de sorgo para grano. Este experimento fue conducido en la Agricultural Research Station, Mohol (Solapur) durante 1978-1979. Las variedades utilizadas son: CSH-8R, SPV-265, SPV-86 y M.35-1, con espacios entre surcos de 45 y 90 cm y densidades de población de 45,000; 90,000; 135,000 y 180,000 plantas/ha. Se encontró diferencia altamente significativa de los efectos de la distancia entre surcos, siendo la producción mayor en los surcos separados a 45 cm. La interacción de las variedades con la densidad de población fue también altamente significativa, obteniéndose la mayor producción en la población de 90,000 plantas/ha para las variedades SPV-86 y M.35-1 y en las otras dos variedades el rendimiento er con la po

blación de 180,000 plantas/ha. La interacción de variedades con el espaciamento entre surcos fue no significativa.

Foale y Coates (1985) en el poblado de Kanunurra en Australia, estudiaron el efecto de cuatro densidades de población en dos variedades de sorgo para grano. El experimento se realizó en 1979, en el cual dos cultivares NK300F y T610R fueron producidos en cuatro densidades de población (100,000; 267,000; 433,000 y 600,000 a un espaciamento entre surcos de 75 cm). Al sembrar se pusieron tres semillas por punto y luego se raleo. Se aplicó Nitrógeno a una dosis de 200 kg/ha en tres aplicaciones. El riego se aplicó a medida que lo necesitaba la planta sin castigarla. Se presentó una marcada respuesta a la densidad de población, como se muestra en la Tabla III.

Tabla III. Producción de grano de sorgo obtenida en un experimento para determinar el efecto de cuatro densidades de población. Kanunurra, Australia.

Variedad	Población de Plantas (miles/ha)			
	100	267	433	600
NK300F	9.74*	10.33	10.16	10.04
T610R	9.02	9.84	9.72	9.57

(*). Rendimiento en kg/ha

Wade y Douglas (1984) en Queensland, Australia estudiaron el efecto de diferentes espacios entre plantas sobre la producción de grano de sorgo. Se examinó un método para

terminar la reducción en producción de grano a diferentes espacios entre plantas por considerar el acercamiento entre plantas inverso a la producción de grano por planta. Se probaron diferentes números de plantas por metro cuadrado, éstos fueron: 2.5; 5.0; 7.5; 10 y 12 plantas por m². A continuación se presentan los resultados obtenidos.

Tabla IV. Producción de grano por planta de sorgo obtenida en un experimento realizado para determinar el efecto de diferentes espacios entre plantas sobre la producción de grano en Queensland, Australia.

Densidad ₂ (plantas/m ²)	Producción de Grano por planta (g)
2.5	44.5
5.0	41.0
7.5	37.5
10.0	34.0
12.5	30.5

Jaubertie y Cateland (1987) trabajaron con sorgo en Francia. Durante tres años estuvieron investigando algunos híbridos de sorgo de grano en dos espacios entre surcos; .19 m y .40 m seis variedades fueron producidas bajo condiciones de riego en experimentos planeados en cuatro lugares, éstos representan en buen rango el cultivo de sorgo en Francia.

Se observó el efecto del espacio entre surcos y entre

plantas:

1. Sobre precocidad. Con distancias entre surcos de .19 m las variedades son más precoces (2 a 4 días) que cuando se siembran a .40 m.
2. Sobre altura. Las plantas son más altas sembradas a bajas distancias entre surcos que cuando se siembran a distancias mayores.

Para estas características agronómicas y estas condiciones climáticas, estos autores sugirieron que el sorgo para grano debe ser plantado a un espacio entre surcos de 0.19 metros y una densidad de población de 550 a 600 mil granos por hectárea, teniendo condiciones de riego se pueden tener producciones de 8 a 9 ton/ha.

Stickler y Younis (1966) realizaron tres experimentos los cuales fueron conducidos en Manhattan, Kansas de 1962 a 1964 para determinar el grado en que la altura de planta es afectada por el espaciamiento de surcos y la densidad de plantas en tres variedades de sorgo de grano. Las variedades usadas fueron Martin, Plainsman y Redlan. Fueron usados los genotipos altos revertibles (DW_3) y cortos (dw_3) de las tres variedades en surcos de 20 y 40" a densidades de siembra de 120, 240 y 360 pulgadas cuadradas por planta (52,300; 26,150 y 17,400 plantas por acre, respectivamente). Encontraron que la altura de plantas (en la madurez) de tipos altos y cortos promediaron 53 y 37 pulgadas respectivamente. Ni la anchura

de surcos, ni la densidad de plantas afectaron significativamente la altura de plantas. Los rendimientos promedio, en surcos de 20 pulgadas, excedieron significativamente a los alcanzados en surcos de 40 pulgadas en promedio de 502 libras.

El rendimiento de grano de los genotipos altos y cortos a bajas densidades (360 pulgadas cuadradas por planta), fueron 4920 y 4570 libras por acre, respectivamente, comparado con densidades altas (120 pulgadas cuadradas por planta) que fueron de 4875 y 5075 libras por acre, esto pudo haber sido por la transpiración incrementada de los genotipos altos (DW_3) porque sus hojas fueron más expuestas a la radiación solar, por lo que se hace evidente que los genotipos cortos se mostraron mejor en densidades altas y los genotipos altos en densidades bajas.

Karchi y Rudich (1966) evaluaron el efecto de anchura de surcos y espaciamiento entre plantas sobre el rendimiento y sus componentes en sorgo de grano en condiciones de secano se realizaron dos experimentos conducidos en Israel en 1960 y 1961, en ambos experimentos se usó el híbrido RS-610. Los espaciamientos de surcos fueron de 1 y 2 m, los espaciamientos de plantas fueron de 2.5; 5. 10 y 20 cm. Encontraron que el número de panojas por metro se incrementó como un resultado de las densidades de siembra altas a pesar de los espaciamientos de surcos.

El peso promedio de panojas se incrementó en proporción a lo ancho del surco y espaciamiento de plantas. Variaciones en peso por panoja causadas ya sea por anchura de surcos o espaciamiento de plantas fue principalmente asociado con cambios en el número de granos por panoja. Las diferencias entre rendimiento promedio de plantas resultaron de la variación en espaciamiento de plantas en surcos de 1 y 2 m, fueron 330 y 420% respectivamente, comparado al 64% de incremento en espaciamiento de surcos. La interacción de espaciamiento de surcos y espaciamiento de plantas fue altamente significativa indicando la ventaja por rendimiento de planta del área más grande por planta proveída en surcos de 2 m. El rendimiento por parcela muestra que los rendimientos de grano fueron más altos con los surcos angostos que con anchos, principalmente como resultado del incremento del número de panojas por unidad de área. (Karchi y Rudich, 1966).

Welch, Burnett y Eck (1966) realizaron un experimento para evaluar el efecto del espaciamiento de surcos, población de plantas y fertilización nitrogenada sobre la producción de sorgo de secano en Big Spring, Texas en 1960 y 1961. Se establecieron poblaciones de plantas de 10, 20, 30 y 60 mil plantas por acre en surcos de 20 " y 40 mil plantas por acre en surcos de 40", la dosis de nitrógeno fueron de 0, 50 y 100 libras por acre, se usó el híbrido RS-610. Encontraron que los rendimientos de grano tuvieron un marcado efecto de interacción de nitrógeno x población en el rendi

miento. Sin fertilizante nitrogenado la población de 10 mil plantas fue suficiente para dar rendimiento en 1961, pero no en 1960. Sin embargo, con fertilizante nitrogenado el rendimiento aumentó con el incremento de la población de plantas y en poblaciones altas de plantas, la respuesta del nitrógeno fue marcada. En ambas estaciones, a la dosis de 100 libras de nitrógeno, la población de 60 mil plantas produjo significativamente más rendimiento que las otras poblaciones. La población de 40 mil plantas en surcos de 40" produjo una población como en los surcos de 40" en 1960; sin embargo, la tendencia hacia un alto rendimiento en surcos de 20" no fue significativamente estable en 1961.

Maciel y Moreno (1970) realizaron un experimento de sorgo para grano en Río Bravo, Tamaulipas, donde los tratamientos fueron aplicar cuatro calendarios de riego consistentes en hacer un riego de presiembra uniforme a todos los tratamientos y 0, 1, 2, 3 riegos de auxilio a 0, 40, 40-60 y 30-50-65 días de nacidas las plantas, se sembró al voleo y en surcos con una separación de 50 y 80 cm con densidades de 200,000; 350,000 y 500,000 plantas/ha, ellos concluyeron lo siguiente:

- 1.- Es posible producir de 1.0 a 1.5 ton/ha más, sembrando en surcos con una separación de 50 cm que en surcos espaciados a 80 cm.

2.- No hubo diferencia significativa en el rendimiento unitario de grano por efecto de sembrar 200,000; 350,000 y 500,000 plantas/ha para la variedad utilizada.

Porter, Jensen y Sletten citados por Maciel y Moreno (1970) informaron que en estudios realizados en Bushland Texas en 1956, se obtuvieron incrementos significativos en los rendimientos de grano de sorgo, al reducir la separación entre los surcos, pues al establecer poblaciones de plantas entre 150,000 a 370,000 por hectárea en surcos separados de 30 a 50 cm entre sí, se obtuvieron rendimientos de grano mayores que los producidos en surcos con separación de 76 a 100 cm.

Maciel y Moreno (1970) citan a Grimes y Musik, quienes en varios experimentos conducidos en Garden, Kansas de 1952 a 1958 se tuvieron resultados semejantes, los mejores rendimientos de grano (7.1 ton/ha) se obtuvieron sembrando 277,000 plantas/ha en surcos separados de 18 a 35 cm entre sí, en comparación con las 6.35 ton/ha producidas cuando la separación fue de 53 ó 71 cm.

En trabajos efectuados en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste, no resultó ser muy interesante la prueba de distancias entre surcos, pues se probaron distancias de 60, 75 y 92 cm y no hubo diferencia significativa en los rendimientos (Muñoz y Rochie, 1957).

Acevedo (1970) en su trabajo sobre el efecto de seis densidades de siembra sobre el rendimiento en grano del híbrido de sorgo Amak-R-12, probó las siguientes densidades: 7, 9, 11, 13, 15 y 17 kg/ha. El concluye que hubo diferencia altamente significativa para altura de planta, longitud de panoja, diámetro del tallo y rendimiento del grano, recomendando como densidad de siembra 15 kg de semilla/ha.

Gallegos (1984) en su trabajo sobre fertilización ni trogenada y densidad de población de sorgo para grano, utilizó cuatro dosis de nitrógeno (0, 50, 100 y 150 kg/ha) y cuatro densidades de población (150,000; 190,000; 230,000 y 270,000 plantas/ha), concluye que para las variables rendimiento de grano, altura de planta, altura a la hoja bandera, altura a la excersión, diámetro de la parte media del tallo, longitud de panoja, longitud de excersión, área foliar, no hubo diferencia significativa debido al nitrógeno y a la den sidad de población.

Martínez (1988) evaluó la habilidad competitiva intra poblacional de cuatro líneas y un híbrido de sorgo. El experimento se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL. Los genotipos utilizados fueron las líneas LES-88R, LES 47R, LES-99R y LES-42R y el híbrido comercial RB-3030, el cual fue utilizado como tes tigo. El diseño experimental utilizado fue un factorial con arreglo en parcelas divididas, donde a la parcela grande se

le asignó el espaciamiento entre surcos (70, 90 y 100 cm éste último a doble hilera) y a la parcela chica se le asignó la combinación de los tres espaciamientos entre plantas (5, 10 y 20 cm) con los cinco genotipos.

Para la evaluación de la habilidad competitiva de los genotipos, Martínez (1988) tomó los siguientes datos de tipo cuantitativo: rendimiento por hectárea, rendimiento por planta, rendimiento por unidad de área foliar, índice de cosecha, área foliar de la planta, altura de planta, longitud de excursión, longitud de panoja, longitud de hoja bandera, ancho de hoja bandera, área foliar de la hoja bandera, días a floración, días a madurez fisiológica, período de llenado de grano y densidad de grano.

El rendimiento por hectárea aumentó linealmente al incrementar la densidad de población, pero en densidades altas el incremento decreció notablemente. El máximo rendimiento por hectárea fue obtenido en la densidad de 400,000 plantas por hectárea, pero no fue muy superior al rendimiento obtenido en la densidad de 285,714 plantas por hectárea. Los genotipos LES-42R y RB-3030 obtuvieron los mayores rendimientos por unidad de superficie (Martínez, 1988).

El incremento del espaciamiento entre surcos y entre plantas redujeron considerablemente el rendimiento por hectárea y aumentaron los rendimientos por planta.

Martínez (1988) observó que la longitud de panoja y el ancho de la hoja bandera variaron exclusivamente debido al espaciamiento entre plantas y genotipos, aumentando al incrementarse el espaciamiento entre plantas de 5 a 20 cm en la mayoría de los genotipos. Por el contrario, en las variables altura de planta y longitud de excursión aumentaron al decrecer el espaciamiento entre plantas y la variable área foliar de la planta, largo de la hoja bandera y área foliar de la hoja bandera presentaron una tendencia a aumentar al incrementarse el espaciamiento entre surcos y plantas este comportamiento se manifestó más claro en los genotipos LES-42R y LES-99R. En la variable densidad de grano no cambió el peso ni el volumen del grano al variar los espaciamientos entre surcos y plantas.

El genotipos LES-47R produjo los rendimientos más bajos, pero fue altamente tolerante a la competencia entre plantas, le siguieron los genotipos LES-88R, RB-3030 y LES-42R, y el genotipos LES-99R fue muy susceptible a la competencia entre plantas (Martínez, 1988).

Mann citado por Martínez (1988), evaluó el efecto de la densidad de siembra y anchura de surcos en sorgo de grano en condiciones de secano en Springfield, Colorado durante un periodo de tres años (1960-1962). Las variedades prevadas fueron Early Hegari, RS-610 y Martin, a dosis de siembra de 2, 4 y 6 libras/acre en surcos de 21 y 42" de espaciamiento. Reporta que el rendimiento del híbrido RS-610 fue significa

tivamente más alto que los rendimientos de las otras variedades en todas las dosis de siembra, el porcentaje de rendimiento más alto fue obtenido en dosis de siembra de dos libras. Los resultados sugieren que sería un desperdicio de semilla el sembrar más de cuatro libras por acre bajo condiciones de sequía. No hubo diferencias significativas en el rendimiento en surcos de 21 y 42". Sin embargo, surcos de 21" mostraron más ventajas que surcos de 42" en competencia con malezas, así como prevención de erosión eólica.

En trabajos efectuados en diferentes zonas productoras de sorgo en el país durante varios años, para determinar la densidad óptima de población se han obtenido resultados distintos para cada zona y se han establecido diferentes densidades de siembra, distancia entre surcos y distancia entre plantas. Estos resultados se presentan en la Tabla V.

Tabla V. Recomendaciones de densidad de siembra, distancia entre plantas, distancia entre surcos para el cultivo de sorgo para grano en diferentes zonas productoras del país.*

Z o n a s	Densidad de siembra (kg/ha)	Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)
Las Adjuntas (1976)	10 a 12	75	4 a 5
Valle de Culiacan (1976)	20	70	4 a 5
Río Bravo (1976)	10 a 12	75 a 80	4 a 5
Costa de Hermosillo (1977)	12 a 15	60	5
Pabellón (1977)	10 a 12	92	5
Valle de Apatzingan (1977)	10 a 14	60	3
Calera (1977)	10 a 14	76	4 a 5
Bajío (1977)	15 a 20	76	chorrillo
Valles Fuerte y Carrizo (1978)	15 a 18	70	3 a 5
Valle de México (1981)	12 a 15	62	chorrillo
Valle de Mexicali (1984)	11 a 13	75	4 a 5

FUENTE: Guías para la Asistencia Técnica Agrícola, SARH-INIA (para cada zona).

(*) Recomendaciones dadas para variedades precoces en zonas de riego.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del experimento

El trabajo se realizó durante el ciclo primavera-verano de 1988 en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León; su ubicación geográfica corresponde a 25°53' latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, teniendo una altitud de 367 msnm.

3.2. Clima de la región

Según García (1973), el clima es $BS_1(h')hx'(e')$ de tipo semiárido con temperaturas medias anuales de 22°C, en los meses más fríos (diciembre y enero) las temperaturas son menores de 18°C, pudiendo ser extremosas, pues la oscilación entre el día y la noche es mayor de 14°C, mientras que las temperaturas más altas (julio y agosto) son menores de 28°C. Las heladas tempranas se establecen en el mes de noviembre y las tardías hasta marzo. Las más severas (3 ó 4 en promedio) se registran normalmente en el mes de enero. (Martínez, 1988).

La precipitación pluvial es de 500 mm anuales, con una máxima de 600 mm y una mínima de 200 mm. La mayor parte de éstas se distribuyen de agosto a octubre; la otra porción son lluvias eventuales que caen en los meses restantes. Los

días nublados van de 90-110, correspondientes al período de los meses húmedos o lluviosos. En lo referente al granizo, la intensidad anual media es de un día, manifestándose durante el período de lluvias. El fenómeno de las nevadas, casi nunca se presenta en la planicie de esta zona. Los vientos son masas de aire marítimo tropical provenientes del noreste y del norte, cuyas intensidades son de alrededor de 20 km/hr.

3.3. Material utilizado

a). Material genético

Se utilizaron dos variedades experimentales producidas por el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo (PMMFyS) de la Facultad de Agronomía, LES-90R y LES-88R.

b). Material no genético

Se utilizó tractor con los diferentes implementos (arado, rastra, sembradora, cultivadora, surcador, bordeador) azadón, pala, machete, hoz, estacas, etiquetas, grapadoras, regla, vernier, mochila aspersora, insecticidas, máquina trilladora, bolsas, talladores, báscula, determinador de humedad, etc., todos estos materiales del PMMFyS.

3.4. Diseño experimental

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con arreglo factorial con confusión total en parcelas subdivididas. Se evaluaron 12 tratamientos en cuatro repeticiones, dando un

total de 48 unidades experimentales. El croquis del experimento se presenta en la Figura 1.

Los tratamientos que se evaluaron son los siguientes:

Trat.	Distancia entre surcos	Variedad	Distancia entre plantas	Densidad de población
1	80 cm	LES-90R	3 cm	416,666 pl/ha
2	80	LES-90R	5	250,000 "
3	80	LES-90R	8	156,250 "
4	70	LES-90R	3	476,190 "
5	70	LES-90R	5	285,714 "
6	70	LES-90R	8	178,571 "
7	80	LES-88R	3	416,666 "
8	80	LES-88R	5	250,000 "
9	80	LES-88R	8	156,250 "
10	70	LES-88R	3	476,190 "
11	70	LES-88R	5	285,714 "
12	70	LES-88R	8	178,571 "

La distribución de los tratamientos en el campo se presenta en la Figura 2.

El diseño de parcelas subdivididas consta de tres tipos de parcelas: parcela principal, subparcela y sub-subparcela. En este experimento se asignó el factor de distancia entre surcos (FA) a la parcela principal, las variedades (FB) se asignaron a la subparcela y la distancia entre plantas (FC) a las sub-subparcelas.

Las parcelas principales se dividen en subparcelas según el número de niveles que éstas tengan. A su vez, las subparcelas se dividen en sub-subparcelas.

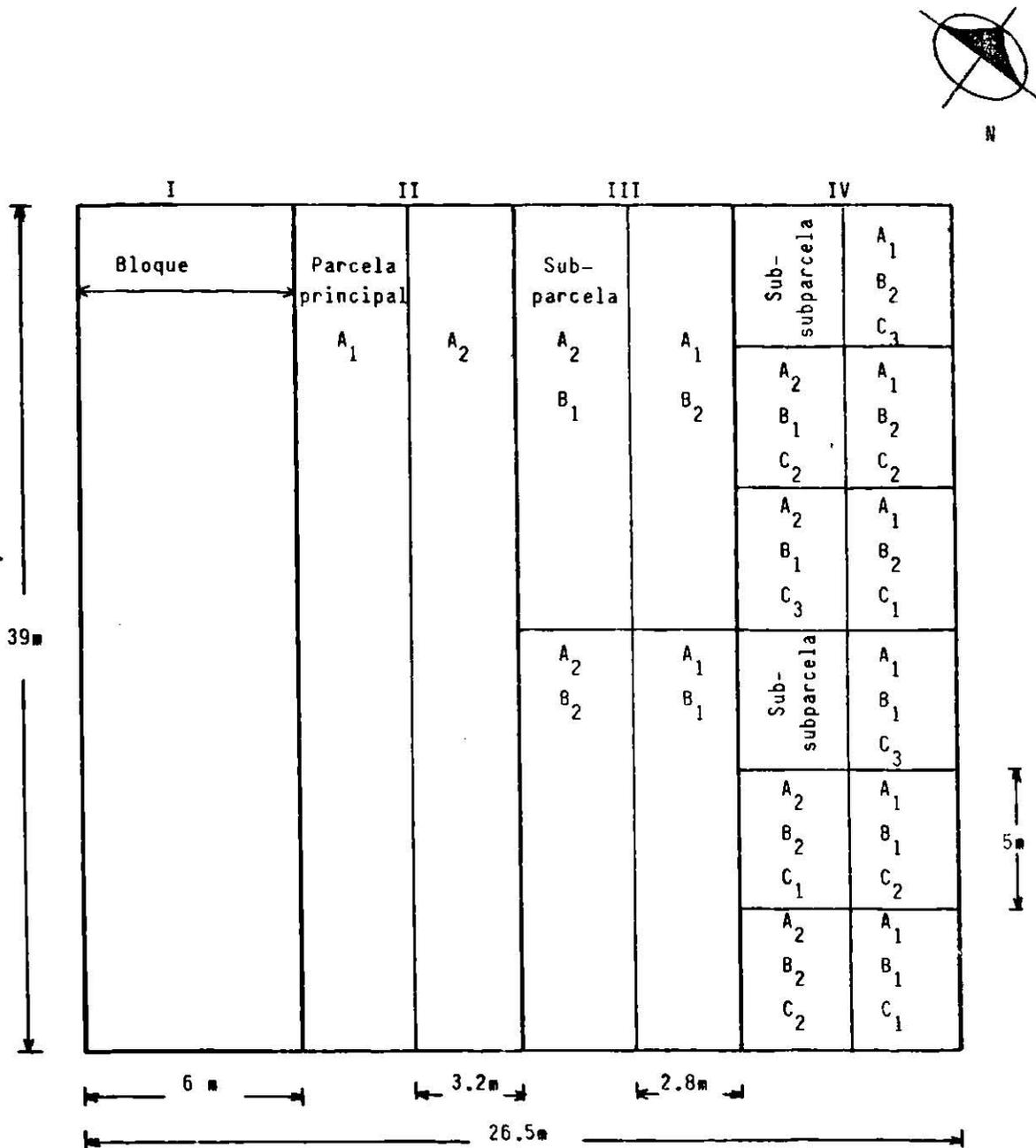


Figura 1. Esquema del diseño parcelas subdivididas del experimento de densidades en sorgo. Marín, N. L. Ciclo PV-1988. Las parcelas principales son los espaciamentos entre surcos (A₁, A₂). Las subparcelas son las variedades (B₁, B₂) y las sub-subparcelas son las distancias entre plantas (C₁, C₂, C₃).

FUENTE: Little y Hills (1976).

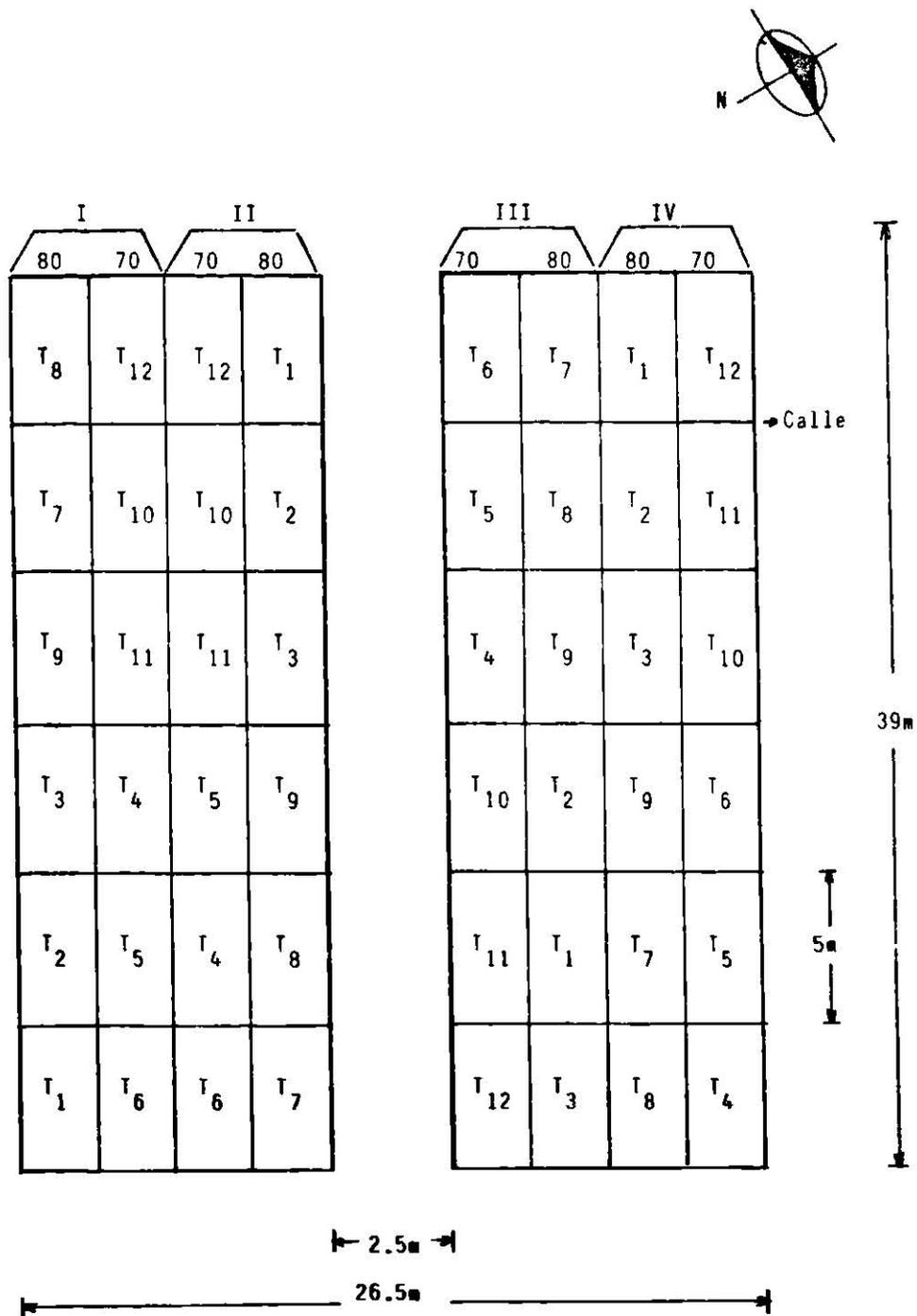


Figura 2. Arreglo de tratamientos en el Campo, experimento de densidades en sorgo, efectuado en Marín, N. L. Ciclo PV-1988.

Dimensiones del experimento

Superficie total del experimento:	1,033.5 m ²
Superficie de parcela principal:	.80 m : 124.8 m ²
	.70 m : 109.2 m ²
Superficie de subparcela:	.80 m : 54.4 m ²
	.70 m : 47.6 m ²
Superficie de sub-subparcela:	.80 m : 16 m ²
	.70 m : 14 m ²
Superficie de la parcela útil:	.80 m : 4.8 m ²
	.70 m : 4.2 m ²

3.5. Análisis estadístico

El modelo estadístico del diseño utilizado en este trabajo fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = U + R_l + A_i + E_{ai} + B_j + AB_{ij} + E_{bj} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + E_{c}$$

$$i = 1, \dots, A = 2 \qquad j = 1, \dots, B = 2$$

$$k = 1, \dots, C = 3 \qquad l = 1, \dots, R = 4$$

Donde:

Y_{ijkl} = Efecto del ijk -ésimo tratamiento en el l -ésimo bloque

U = Media general

R_l = Efecto del l -ésimo bloque

A_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor A

E_{ai} = Error experimental asociado al i -ésimo nivel del factor A en el l -ésimo bloque.

- B_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor B
- AB_{ij} = Efecto de la interacción entre el i -ésimo nivel del factor A y el j -ésimo nivel del factor B.
- E_b = Error experimental asociado al j -ésimo nivel del factor B en el i -ésimo nivel del factor A.
- C_k = Efecto del k -ésimo nivel del factor C
- AC_{ik} = Efecto de la interacción entre el i -ésimo nivel del factor A con el k -ésimo nivel del factor C.
- BC_{jk} = Efecto de la interacción entre el j -ésimo nivel del factor B con el k -ésimo nivel del factor C.
- ABC_{ijk} = Efecto de la interacción entre el i -ésimo nivel del factor A con el j -ésimo nivel del factor B y con el k -ésimo nivel del factor C.
- E_c = Error experimental asociado al k -ésimo nivel del factor C en el j -ésimo nivel del factor B.

FUENTE: Reyes (1980).

3.6. Variables analizadas

Para determinar el efecto de la densidad de población sobre el cultivo del sorgo, se analizaron algunas variables, para esto se tomó un tamaño de muestra de 10 plantas con competencia completa elegidas al azar dentro de la parcela útil. Posteriormente se obtuvo el promedio de las diez mediciones. La mayoría de las mediciones se hicieron en madurez fisiológica del grano.

Días a floración

Se determinó cuando el 50% de las plantas en la parcela se habían florecido con un 50% de la panoja en anthesis y se consideró los días a partir de la fecha del riego de siem

bra.

Altura de planta

Se determinó después de la floración, midiendo de la base del tallo hasta la punta de la panoja.

Longitud de panoja

Se determinó considerando como tal a la distancia que existe desde la base (inicio de las ramificaciones) hasta el ápice de la panoja.

Longitud de excursión

Se determinó tomando la longitud que hay de la base de la hoja bandera a la base de la panoja.

Número de hojas

Se tomaron en cuenta todas las hojas del tallo, desde su base (hojas secas) hasta la hoja bandera.

Diámetro del tallo

Esta variable se midió en el segundo entrenudo del tallo, tomando el promedio del diámetro mayor y el menor con ayuda de un vernier.

Area foliar de la hoja bandera

Se determinó primero el largo y ancho de la hoja, para determinar el largo, se tomó la distancia que hay de la unión de la hoja con el tallo hasta la punta de la misma, para el ancho se midió en la parte más ancha de la hoja. Con estos datos se calculó el área foliar, multiplicando largo por ancho

de la hoja bandera por .75, que es un factor de corrección.

Peso del grano por panoja

Se trilló cada una de las panojas de las plantas seleccionadas y se determinó el peso del grano por panoja, posteriormente se sacó el promedio.

Peso de 100 semillas

De las panojas de las plantas seleccionadas por parcela, se tomaron tres muestras, en cada una se contaron 100 semillas y se pesaron, después se promediaron para sacar el peso de las 100 semillas por parcelas.

Número de semillas por panoja

Con los datos de peso del grano por panoja y peso de 100 semillas se estimó el número de semillas por panoja.

Rendimiento por parcela útil

Se cosecharon los dos surcos centrales de cada sub-sub parcela, eliminando un metro en cada cabecera, se trillaron en la máquina, se limpió el grano con los talladores y se determinó el peso. Posteriormente se le agregó el peso del grano de las 10 plantas seleccionadas.

Debido a que en muchas parcelas no se tenía el 100% de la población, se ajustó el rendimiento por superficie cosechada. Lo que se hizo fue medir la longitud del surco en la que se cosecharon las plantas con competencia completa y una vez multiplicada esta distancia por el ancho del surco,

se obtuvo la superficie cosechada en m^2 . Posteriormente se calculó el rendimiento para el área de cada parcela útil que fue de 4.8 y 4.2 m^2 ; ya que se obtuvo el rendimiento de campo, se ajustó al 12% de humedad (g/parcela), con la siguiente expresión.

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

Donde:

Rc = Rendimiento de grano ajustado al 12% de humedad

Pgh = Peso del grano húmedo o peso de campo

Ph = Porcentaje de humedad del grano al pesar.

Rendimiento del grano por hectárea

Se calculó con el dato de rendimiento por parcela útil ajustado al 12% de humedad, por medio de una regla de tres simple.

3.7. Desarrollo del Experimento

Preparación del terreno

Quince días antes de la siembra se dió un paso de arado y dos pasos de rastra; posteriormente se surcó el terreno y se trazaron las regaderas (una en cada lado del experimento).

Siembra

El día 26 de febrero se realizó la siembra en seco,

depositando la semilla en el fondo del surco a chorrillo, utilizando rayador para abrir el suelo y azadón para tapar la semilla. El día 1° de marzo se aplicó el riego de siembra para favorecer la germinación y emergencia de la semilla.

Aclareo

Se realizó cuando las plantas tenían unos 15 cm de altura, utilizando regla para determinar la separación entre plantas según el tratamiento. Se arrancaron las plantas teniendo cuidado de no trozarlas, ya que en esta etapa el sorgo tiene la capacidad de volver a brotar.

Labores de cultivo

Principalmente para controlar malezas. El primer control se hizo en forma manual en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

El día 20 de marzo se dió el primer cultivo con el tractor para el control de las malezas.

El día 8 de abril se llevó a cabo el aporque con el tractor para darles sostén a las plantas y abrir el bórdo para facilitar el riego y captar más humedad.

El 5 de mayo se hizo otro control de malezas para mantener limpios los bordos y la poca hierba que había salido en las parcelas.

Control de plagas

Se hizo una aplicación en las primeras etapas de desarrollo del cultivo contra pulgón (Hysteroneura setariae) con Diazinón emulsionable al 25% en una dosis de 1 lt/ha en 200 litros de agua. Al iniciar la floración se hicieron dos aplicaciones preventivas contra Contarinia sorghicola (Coquilet) con un intervalo de siete días, utilizando Diazinón emulsionable al 25% con una dosis de 1 lt/ha.

Riegos

Son presentados en la Tabla VI.

Tabla VI. Distribución de los riegos en el experimento de densidades en el cultivo del sorgo. Ciclo primavera-verano, 1988.

Riegos	Fecha	Intervalo	Días Acumulados
Riego de siembra	01/3/88	0	0
Riego de aux. 1	12/3/88	21	21
2	14/4/88	24	45
3	10/5/88	26	71

El número de riegos estuvo ligado principalmente a las condiciones climáticas del ciclo de cultivo y a los requerimientos de las altas densidades de sorgo. Las condiciones climáticas pueden observarse en la Tabla VII.

Tabla VII. Condiciones climáticas del ciclo primavera-verano de 1988 en Marín, N.L.

	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Temperatura (°C):				
Media máxima	28	28	36	35
Media mínima	10	15	19	19
Media mensual	19	23	28	27
Extrema media	37(11)	42(22)	42(8)	45(9)
Extrema mínima	2(10)	7(11,12,13)	16(1, 15)	17(5)
Humedad relativa				
Promedio diario (%)	50	64	62	63
Evaporación total				
(mm)	202	205.71	207.71	214.2
Evaporación promedio diaria				
(mm)	6.85	6.85	6.7	7.14
Precipitación máxima				
(mm)	0	13(11)	23.6(12)	33.2(14)
Precipitación total				
(mm)	0	22.7	30.50	48.90
Días de precipitación				
	0	(5,6,11)	(12,26,31)	(1,13,14,20,21)
Insolación total mensual				
(horas)	205.8	203.50	219.14	190.5
Promedio diario de insolación				
(horas)	6.37	6.7	7.1	6.3

Los números dentro de los paréntesis indican el día

Toma de datos

Se seleccionaron 10 plantas al azar por parcela útil

y se marcaron con etiquetas, después en la etapa de madurez fisiológica, se inició la toma de datos de las variables ya mencionadas.

Cosecha

El día 20 de junio de 1988 se realizó la cosecha en forma manual con la hoz, cosechando primero las diez plantas seleccionadas y después toda la parcela útil. Se colocaron en bolsas y se llevaron al almacén del PMMFyS.

Trilla

El 22 de junio se realizó la trilla con la máquina; sin embargo, el grano no quedó completamente limpio, por lo que los días 23, 24, 27 y 28 se limpió el grano con los talladores.

El día 29 de junio se determinó el peso e inmediatamente después el porcentaje de humedad del grano de las dos variedades.

LES-90R = 11.91% y LES-88R = 10.79%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Comportamiento general de las dos distancias entre surcos

En general, al estudiar el efecto de las dos distancias entre surcos (80 y 70 cm) sobre las 12 variables analizadas, se observa que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, para todas las variables, a excepción de la variable rendimiento de grano/ha, que presentó diferencia altamente significativa, siendo superior la distancia de 70 cm con una media de 3436.56 kg/ha a la distancia de 80 cm con una media de 2927.47 kg/ha. Las estadísticas de las dos distancias entre surcos para las 12 variables se encuentran en la Tabla IA del Apéndice.

4.2. Comportamiento general de las dos Variedades

Según los valores medios de las dos variedades en las diferentes variables, la variedad LES-90R fue superior en la mayoría de éstas, solo fue superada por la LES-88R en las variables: peso de 100 semillas, longitud de panoja y longitud de excursión. La altura de planta fue no significativa. Las estadísticas de las dos variedades se encuentran en la Tabla IIA del Apéndice.

4.3. Comportamiento general de las tres distancias entre plantas

Al estudiar el efecto de las tres distancias entre plantas (3, 5 y 8 cm) se observa que la distancia de 8 cm fue superior en las variables de: longitud de panoja, diámetro del tallo, área foliar, peso por panoja, semillas por panoja.

La distancia de 3 cm fue superior en las variables de altura de planta, longitud de excursión, rendimiento de grano por parcela útil y rendimiento por hectárea.

La distancia de 5 cm presentó valores intermedios en todas las variables analizadas. Las variables de días a floración, número de hojas y peso de 100 semillas fueron no significativas. Las estadísticas de las tres distancias entre plantas se encuentran en la Tabla IIIA del Apéndice.

4.4. Estadísticas y discusión de las variables analizadas

Los resultados de los análisis de varianza para cada una de las variables se presentan en la Tabla IVA del Apéndice.

Días a floración y altura de planta

Las medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para estas variables, así como la comparación de medias por la técnica de Diferencia Mínima Significativa (DMS) donde ésta procede, se muestran en la Tabla

VA del Apéndice.

El análisis estadístico muestra que en la variable días a floración se presentó diferencia altamente significativa para las variedades y la interacción variedad-distancia entre plantas. En la altura de planta solo hubo diferencia altamente significativa en las distancias entre plantas.

Días a floración

Variedades: La variedad LES-90R fue superior estadísticamente con una media de 55.20 días a la variedad LES-88R con una media de 46 días.

Variedad-Distancia entre plantas

Los resultados de la comparación de medias se expresan por medio de pares ordenados (ab..., ab...) en donde el primer elemento se refiere al efecto de las tres distancias entre plantas en una variedad y el segundo elemento se refiere al efecto de las dos variedades dentro de una distancia entre plantas determinada.

Distancia entre plantas en una variedad determinada

En la variedad LES-90R la distancia entre plantas de 8 cm presentó una media de 56 días, seguido por la distancia 5 cm con 55.25 días y por la distancia de 3 cm con 54.375 días. Diferentes las tres estadísticamente.

En la variedad LES-88R no hubo diferencia significativa en las distancias entre plantas (Figura 3).

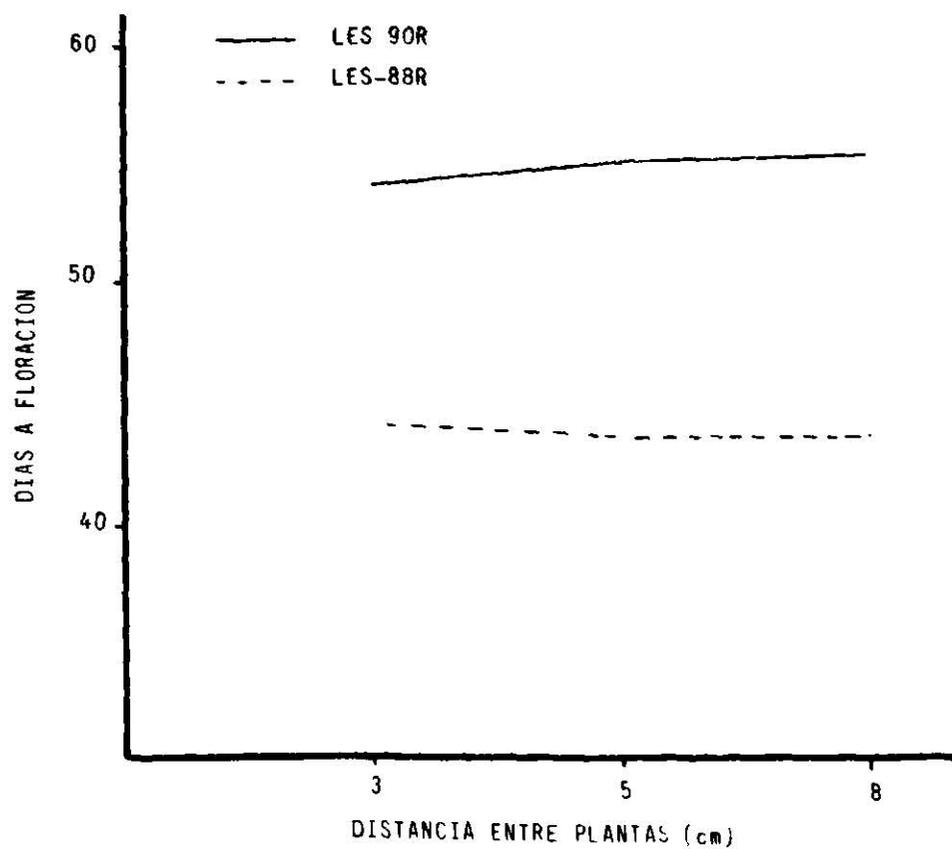


Figura 3. Días a floración de las 2 variedades en cada una de las distancias entre plantas. Ciclo PV-1988.

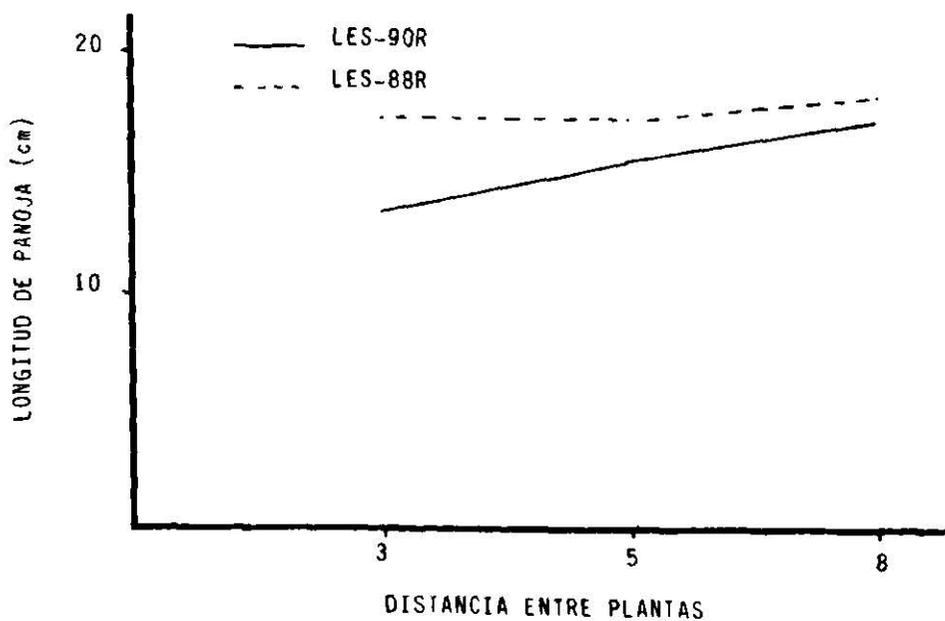


Figura 4. Longitud de Panoja de las dos variedades en cada una de las distancias entre plantas. Marfn, N. L. Ciclo PV-1988.

Variedades en distancia entre plantas determinada

En la distancia de 3 cm el promedio mayor lo presentó la variedad LES-90R con 54.375 días por 46.25 días de la variedad LES-88R.

En la distancia de 5 cm fue superior la variedad LES-90R con 55.25 días a la LES-88R con 46 días.

En la distancia de 8 cm fue también superior la variedad LES-90R con 56 días a la variedad LES-88R con 45.75 días.

Altura de planta

Distancia entre plantas. La distancia entre plantas de 3 cm fue superior estadísticamente con una media de 77.18 cm a la distancia de 5 cm con 67.09 cm y a la distancia de 8 cm con 66.35 cm. Estas dos últimas iguales estadísticamente.

En los resultados obtenidos en la variable días a floración se puede observar como el espaciamento entre plantas no afecta igual a las dos variedades, pues solo la variedad LES-90R presenta diferencia estadística por efecto del espaciamento entre plantas, esto se debe posiblemente a que la variedad LES-88R es más tolerante a las altas densidades. En trabajos realizados en Francia por Jaubertie y Cateland (1987) y por Martínez (1988) en México, se han obtenido resultados similares, ellos concluyen que al aumentar la densidad de población, las variedades son más precoces.

Los resultados obtenidos en la variable altura de planta concuerda con la opinión de varios autores, como Wall y Ross (1975), Jauvertie y Cateland (1987). Acevedo (1970) y Martínez (1988), los cuales opinan que al aumentar la densidad de población la altura se incrementa, debido a que al aumentar la población las plantas se sombrean entre sí y tratan de incrementar su altura para captar mejor la luz.

Longitud de panoja y número de hojas

Las medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para estas dos variables, así como la comparación de medias donde ésta procede, se encuentran en la Tabla VIA del Apéndice.

El análisis de varianza muestra que hubo diferencia altamente significativa para variedades y la interacción variedad-distancia entre plantas para las dos variables y diferencia altamente significativa en las distancias entre plantas para longitud de panoja.

Longitud de panoja

Variedades. La variedad LES-88R fue superior estadísticamente con una media de 17.855 cm a la variedad LES-90R con una media de 15.564 cm.

Distancia entre plantas. La distancia de 8 cm fue superior estadísticamente con una media de 17.93 cm seguida por la distancia de 5 cm con 16.55 cm y por la distancia de 3 cm

con 15.635 cm, éstas dos últimas iguales estadísticamente.

Distancia entre plantas con una variedad determinada. En la variedad LES-90R la mejor distancia entre plantas fue la de 8 cm con una media de 17.33 cm, seguida por la distancia de 5 cm con 15.60 cm y por la distancia de 3 cm con 13.75 cm. diferentes las tres estadísticamente.

En la variedad LES-88R no se presentó diferencia significativa en las distancias entre plantas (Figura 4).

Variedades con distancia entre plantas fija. En la distancia de 3 cm la variedad LES-88R fue superior con 17.515 cm, por 13.755 cm de la LES-90R.

En la distancia de 5 cm fue superior estadísticamente la variedad LES-88R con una media de 17.512 cm por 15.601 cm de la variedad LES-90R.

En la distancia de 8 cm la variedad LES-88R también fue superior con una media de 18.537 cm a la variedad LES-90R con 17.33 cm.

Número de hojas

Variedades. La variedad LES-90R fue superior estadísticamente con una media de 8.349 hojas a la variedad LES-88R con 7.542 hojas.

Distancia entre plantas con variedad fija. En la variedad LES-90R la distancia de 8 cm fue superior estadísticamente con una media de 8.741 hojas a la distancia de 5 cm con 8.23 hojas y a la de 3 cm con 8.16 hojas. Estas dos iguales estadísticamente.

En la variedad LES-88R no hubo diferencias significativas en el número de hojas en las distancias entre plantas.

Variedades con distancia entre plantas fija. En la distancia de 3 cm el número de hojas fue superior estadísticamente en la variedad LES-90R con 8.160 hojas que en la LES-88R con 7.441 hojas.

En la distancia de 5 cm la variedad LES-90R fue superior con una media de 8.23 hojas a la variedad LES-88R con 7.725 hojas.

En la distancia de 8 cm la variedad LES-90R fue superior con 8.7412 hojas a la variedad LES-88R con 7.441 hojas.

En los resultados obtenidos en la variable longitud de panoja, se puede observar que el espaciamiento entre planta no afecta de igual manera a las dos variedades, pues solo la variedad LES-90R presenta variación de la longitud de panoja por efecto de los espaciamientos entre plantas. En la variedad LES-90R se observa como la longitud de panoja disminuye a medida que disminuye la distancia entre plantas, estos resultados son similares a los obtenidos por Acevedo (1970) y Martínez (1988) los

cuales opinan que la longitud de panoja se ve afectada exclusivamente por la distancia entre plantas y las variedades. Wall y Ross (1975) también opinan que cuando la densidad es alta, la longitud de panoja disminuye.

En la variable número de hojas, se observa que el espaciamiento entre plantas afecta solo a la variedad LES-90R pues la LES-88R no presentó variación, esto debido posiblemente a que esta variedad es más competitiva.

Diámetro del Tallo y Area Foliar

Las medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para estas variables, así como la comparación de medias donde ésta procede se encuentran en la Tabla VIIA del Apéndice.

El análisis de varianza muestra que hubo diferencia altamente significativa en las variedades y en las distancias entre plantas para las dos variables.

Diámetro del tallo

Variedades: La variedad LES-90R fue superior estadísticamente con una media de 1.596 cm a la variedad LES-88R con una media de 1.361cm.

Distancia entre plantas: La distancia de 8 cm presentó el diámetro mayor con una media de 1.695 cm, seguido por la distancia de 5 cm con 1.463 cm y la de 3 cm con una media de 1.278 cm

Las tres distancias fueron diferentes estadísticamente (Figura 5).

Area foliar

Variedades: La variedad LES-90R fue superior estadísticamente, con una media de 222.328 cm^2 a la variedad LES-88R con una media de 81.977 m^2 .

Distancia entre plantas: La distancia de 8 cm fue superior con una media de 177.45 cm^2 , seguida por la distancia de 5 cm con 147.45 cm^2 y por la de 3 cm con 131.01 cm^2 . Las tres diferentes estadísticamente (Figura 5).

En los resultados obtenidos en la variable diámetro del tallo, se puede observar que al disminuir la distancia entre plantas, el diámetro del tallo decrece, esto por efecto de la competencia entre plantas que se da en las altas densidades. Estos resultados concuerdan con la opinión de Wall y Ross (1975), Diehl y Box (1973), Delorit (1970) y Fretog citado por Lepiz (1983), ellos opinan que al aumentar la densidad de población, el diámetro del tallo tiende a decrecer.

En la variable área foliar de la hoja bandera, se observa el mismo efecto, ya que al aumentar la distancia entre plantas, el área foliar se incrementa, posiblemente es debido a que en espacios entre plantas mayores cada planta tiene un área mayor de suelo, por lo que no compite por agua y nu-

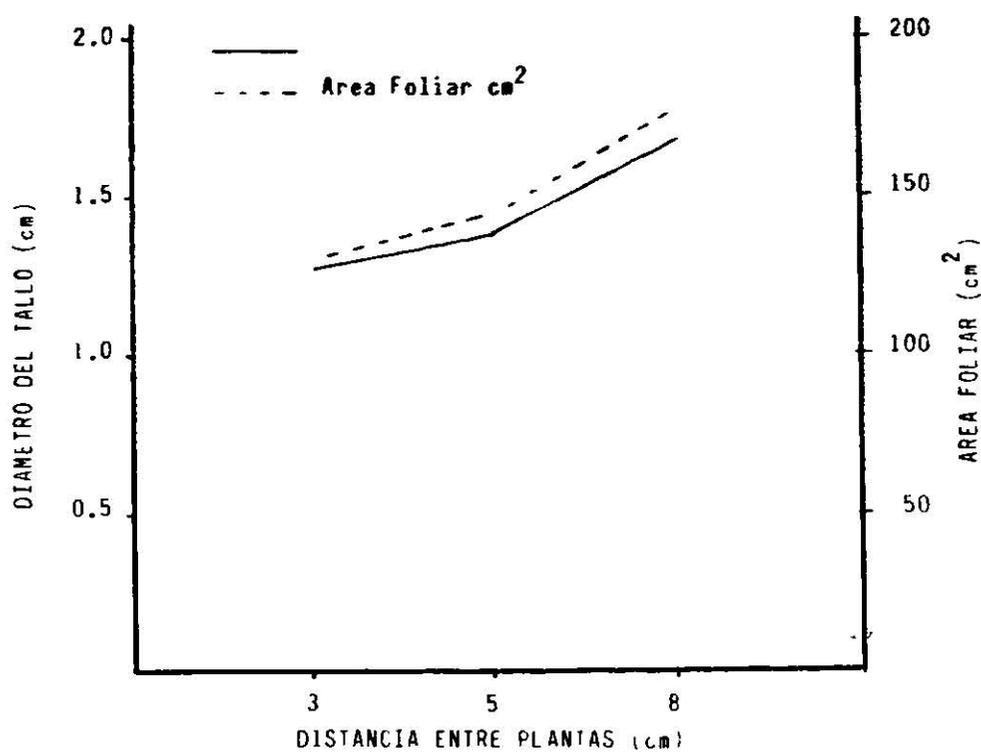


Figura 5. Diámetro del tallo y área foliar de la hoja bandera en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N.L. Ciclo PV-1988.

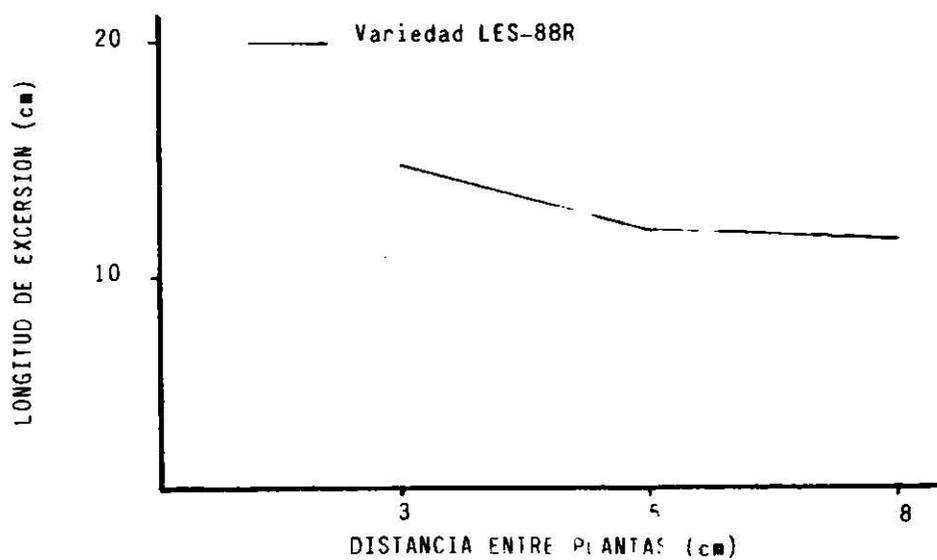


Figura 6. Longitud de excisión de la variedad LES-88R en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N. L. Ciclo PV-1988.

trientes, favoreciendo su desarrollo.

Longitud de excersión y peso de grano por panoja

Las medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para estas variables, así como la comparación de medias donde ésta procede, se encuentran en la Tabla VIII A del Apéndice.

El análisis de varianza revela que existe diferencia altamente significativa en las variedades, las distancias entre plantas y en la interacción variedad-distancia entre plantas, para las dos variables.

Longitud de excersión

Variedades: La variedad LES-88R fue superior estadísticamente con una media de 13.88 cm a la variedad LES-90R ya que ésta no presentó excersión.

Distancia entre plantas: La distancia de 3 cm fue superior estadísticamente con una media de 8.12 cm, seguida por la distancia de 5 cm con 5.92 cm y por la de 8 cm con 5.58 cm, siendo éstas dos últimas iguales estadísticamente.

Distancia entre plantas con variedad fija: En la variedad LES-88R la longitud de excersión mayor se presentó en la distancia de 3 cm con una media de 16.24 cm, seguida por la de 5 cm con una media de 11.85 cm y la de 8 cm con 11.76 cm, estas dos últimas iguales estadísticamente.

La variedad LES-90R no presentó excursión en ninguna de las distancias entre plantas (Figura 6).

Variedades con distancia entre plantas fija: Las tres distancias entre plantas fueron superiores estadísticamente en la variedad LES-88R, ya que la LES-90R no presentó excursión.

Peso de grano por panoja

Variedades: La variedad LES-90R es estadísticamente superior con una media de 28.583 g a la variedad LES-88R con una media de 17.720 g.

Distancia entre plantas: La distancia de 8 cm es superior estadísticamente con una media de 21.69 g a la distancia de 5 cm con 17.453 y a la de 3 cm con 16.948, estas dos últimas iguales estadísticamente.

Distancia entre plantas con variedad fija: En la variedad LES-90R, la distancia de 8 cm fue superior con una media de 38.417 g, seguida por la de 5 cm con 27.465 g y por la de 3 cm con 14.018g. Diferentes las tres estadísticamente.

En la variedad LES-88R la distancia de 8 cm fue superior con una media de 21.690 g, seguida por la de 5 cm con 17.453 g y la de 3 cm con 14.018 cm, diferentes las tres estadísticamente (Figura 7).

Variedades con distancia entre plantas fija: En la distancia de 3 cm la variedad LES-90R fue superior estadísticamente con

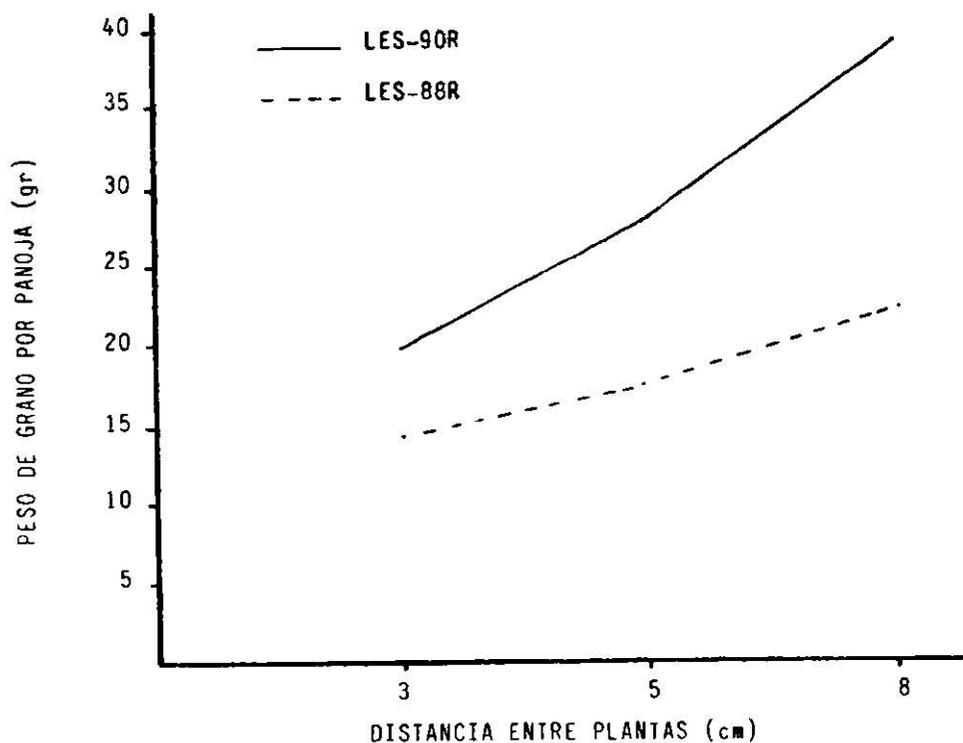


Figura 7. Peso por panoja para las dos variedades en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N. L. Ciclo PV-1988.

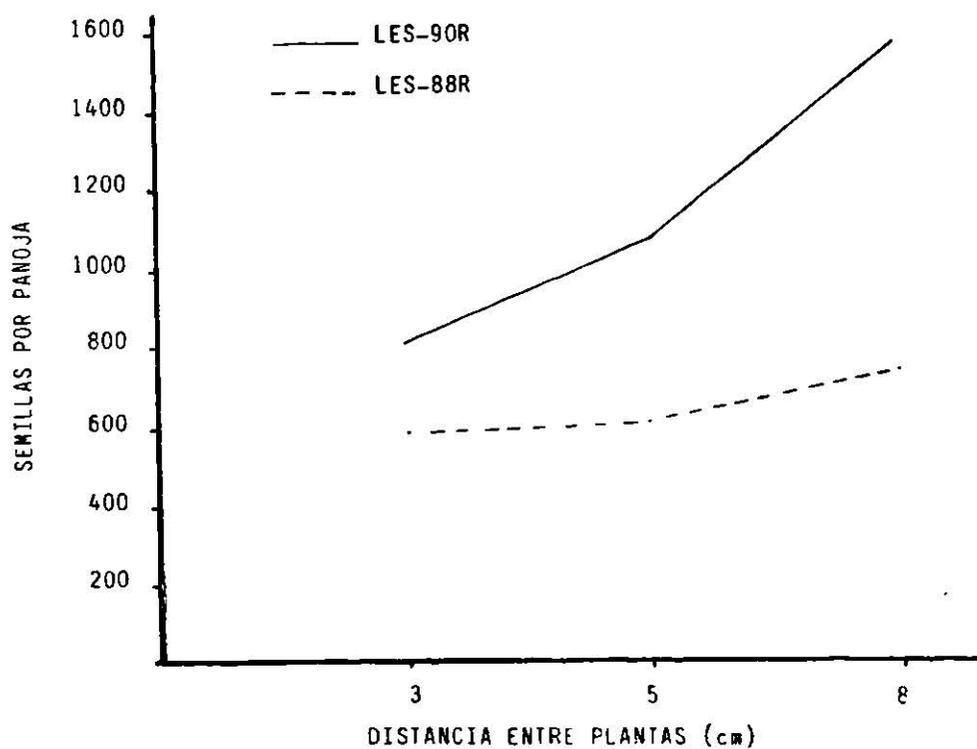


Figura 8. Semillas por panoja para las dos variedades en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N. L. Ciclo PV-1988.

una media de 19.877 g a la variedad LES-88R con una media de 14.018 g.

En la distancia de 5 cm la variedad LES-90R fue superior estadísticamente con una media de 27.456 g a la variedad LES-88R con una media de 17.453 g.

En la distancia de 8 cm la variedad LES-90R fue estadísticamente superior con una media de 38.417 a la variedad LES-88R con un promedio de 21.690 g.

En la variable longitud de excursión se puede observar que al disminuir el distanciamiento entre plantas, la longitud de excursión aumenta, estos resultados son similares a los obtenidos por Martínez (1988), el cual trabajó con varios genotipos y uno de ellos fue la variedad LES-88R, la cual presentó un incremento en la longitud de excursión al disminuir el espaciamento entre plantas.

En la variable peso por panoja, se puede observar que al aumentar el espaciamento entre plantas, el peso por panoja se incrementa, esto se debe a que al tener un espacio entre plantas mayor, el área para cada planta aumenta; de esta manera, las plantas disponen de gran cantidad de nutrientes, más humedad y una mejor distribución de la luz, logrando una mayor eficiencia en la fotosíntesis, por lo que se aumenta el rendimiento por planta.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por De-

sai, Kukadia y Bharodia (1978), Wade y Douglas (1984), Kar-chi y Rudich (1966) y Martínez (1988), todos opinan que al aumentar el área de suelo para cada planta, el rendimiento de grano se incrementa.

Wall y Ross (1975) y Faguenbaum, citado por Lepiz (1983), también opinan que al aumentar la densidad de población el rendimiento por planta disminuye.

Semillas por panoja y peso de 100 semillas

Las medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para estas variables, así como las comparaciones de medias donde éstas proceden, se encuentran en la Tabla IXA del Apéndice.

El análisis estadístico revela que en la variable semillas por panoja, existe diferencia altamente significativa en variedades, distancia entre plantas y en la interacción variedad-distancia entre plantas. En la variable peso de 100 semillas, existe diferencia altamente significativa en variedades solamente.

Semillas por panoja

Variedades: La variedad LES-90 R fue superior estadísticamente con una media de 1154.083 semillas a la variedad LES-88R con 615.83 semillas.

Distancia entre plantas: La distancia de 8 cm fue superior,

con una media de 1148.75 semillas, seguida por la distancia de 5 cm con 850.312 semillas y la de 3 cm con 655.812 semillas, diferentes las tres estadísticamente.

Distancias entre plantas con variedad fija: En la variedad LES-90R la distancia de 8 cm fue superior con una media de 1561.37 semillas, seguida por la distancia de 5 cm con 1087.25 y por la de 3 cm con 813.62 semillas. Todas diferentes estadísticamente. En la variedad LES-88R la distancia de 8 cm fue superior con una media de 736.12 semillas, seguida por la de 5 cm con 613.75 semillas y por la de 3 cm con 498 semillas. Las tres diferentes estadísticamente (Figura 8).

Variedades con distancia entre plantas fija: En la distancia de 3 cm la variedad LES-90R fue superior estadísticamente con una media de 813.62 semillas a la variedad LES-88R con una media de 498 semillas.

En la distancia de 5 cm la variedad LES-90R fue superior estadísticamente con una media de 1087.25 semillas a la variedad LES-88R con 613.75 semillas.

En la distancia de 8 cm la variedad LES-90R fue superior estadísticamente con una media de 1561.37 semillas, a la variedad LES-88R con 736.12 semillas.

Peso de 100 semillas

Variedades: La variedad LES-88R fue superior estadísticamente con una media de 2.9 g a la variedad LES-90R con una me-

media de 2.46 g.

Los resultados obtenidos en la variable semillas por panoja, dejan ver que al aumentar el espaciamiento entre plantas, el número de semillas por panoja se incrementa, esto es debido a que al haber un espaciamiento mayor aumenta la cantidad de nutrientes, agua, mejora la distribución de la luz de esta manera, la planta expresa todo su potencial genético, estos datos son semejantes a los obtenidos por Karchi y Rudich (1966), quienes opinan que los cambios en el peso por panoja causadas por el espaciamiento de plantas está asociado principalmente con cambios en el número de granos por panoja. Martines (1988) y Acevedo (1970) obtuvieron datos similares para esta variable.

Rendimiento de grano por parcela útil y rendimiento de grano por hectárea

Las medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para estas variables, así como la comparación de medias donde ésta procede se encuentran en la Tabla XA del Apéndice.

El análisis de varianza revela que hubo diferencia altamente significativa para variedades y distancia entre plantas para las dos variables y diferencia altamente significativa para distancia entre surcos en la variable rendimiento de grano por hectárea.

Rendimiento de grano por parcela útil

Variedades: La variedad LES-90R fue superior estadísticamente con una media de 1678.073 g a la variedad LES-88R con una media de 1170.473 g.

Distancia entre plantas. La distancia de 3 cm fue superior estadísticamente con una media de 1732.17 g, seguida por la distancia de 5 cm con una media de 1359.48 g y por la de 8 cm con 1181.6 g, Las tres diferentes estadísticamente.

Rendimiento de grano por hectárea

Distancia entre surcos: La distancia de 70 cm fue superior estadísticamente con una media de 3436.56 kg/ha a la distancia de .80 cm con una media de 2619.34 kg/ha (Figura 9).

Variedades: La variedad LES-90R fue superior estadísticamente con una media de 3744.691 kg/ha a la variedad LES-88R con 2619.347 kg/ha (Figura 10).

Distancia entre plantas: La distancia de 3 cm fue superior con una media de 3863.85 kg/ha, seguida por la distancia de 5 cm con 3042.12 kg/ha y por la de 8 cm con una media de 2640.07 kg/ha. Todas diferentes estadísticamente. El efecto conjunto de los tres factores en las dos variedades se puede observar en las Figuras 11 y 12.

En los resultados obtenidos en las dos variables anteriores, se puede observar que el rendimiento de grano se in-

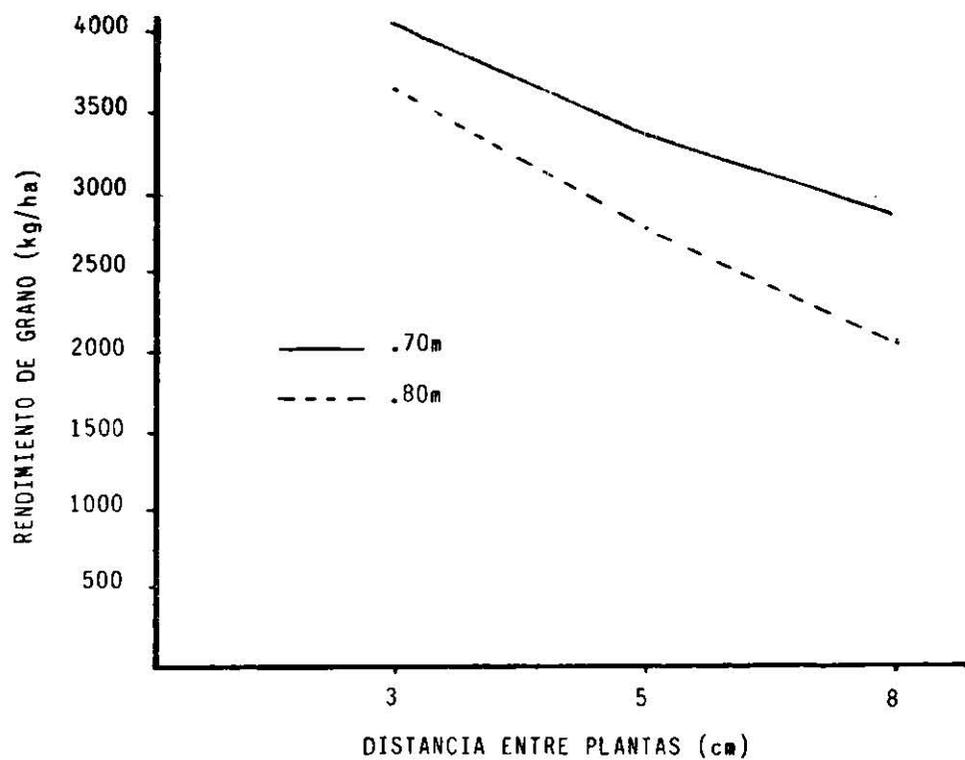


Figura 9. Rendimiento de grano/ha de los 2 espacios entre surcos en cada uno de los espacios entre plantas. Marín, N.L. Ciclo PV-1988.

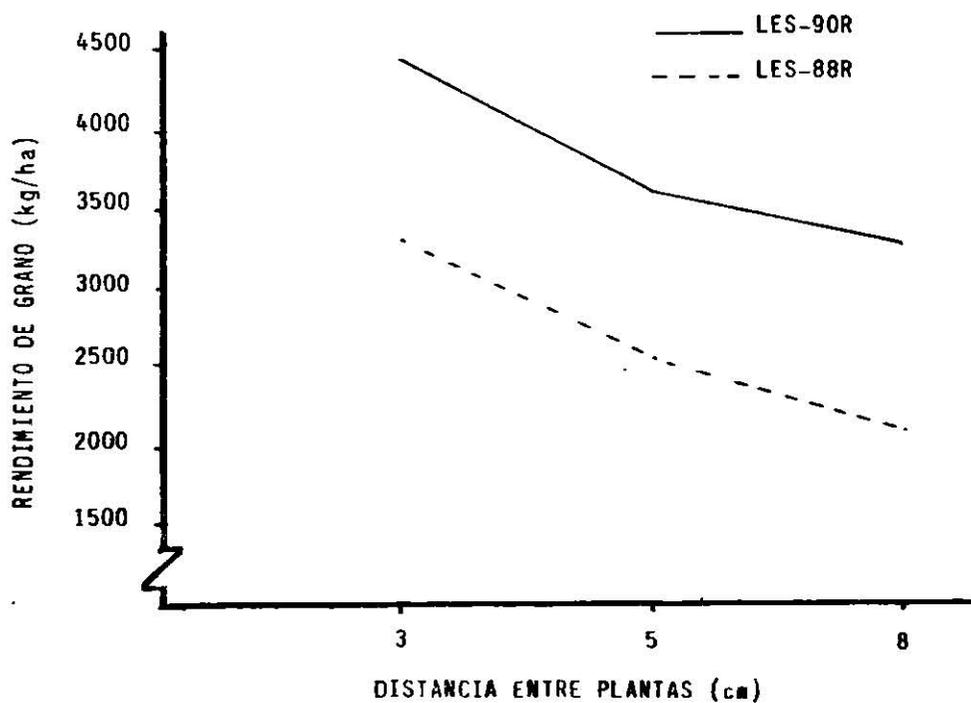


Figura 10. Rendimiento de grano/ha de las 2 variedades en cada una de las distancias entre plantas. Marín, N.L. Ciclo PV-1988.

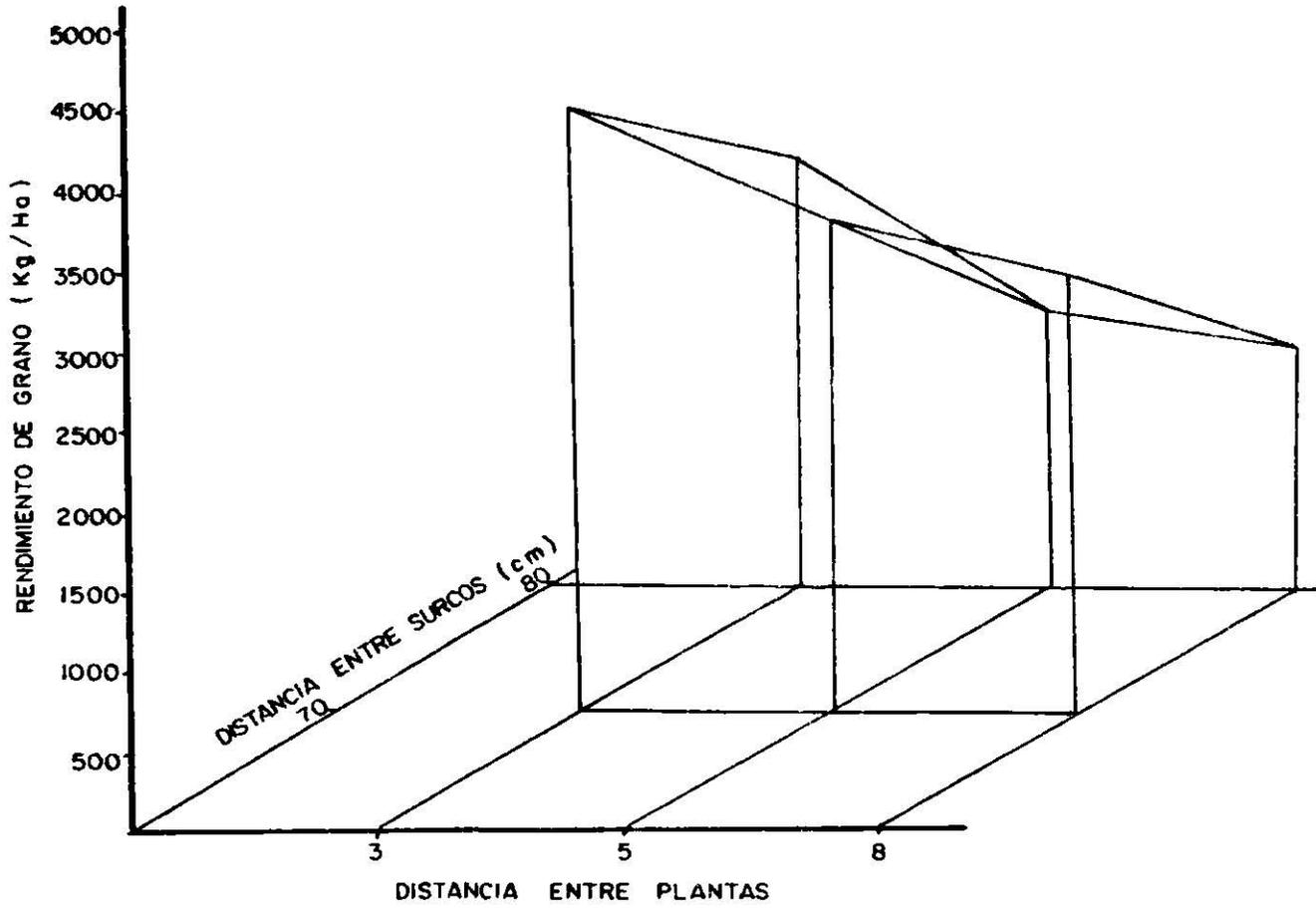


Figura 11. Efecto de las distancias entre plantas y entre surcos sobre el rendimiento unitario en la variedad LES-90R. Marín, N. L. Ciclo PV-1988.

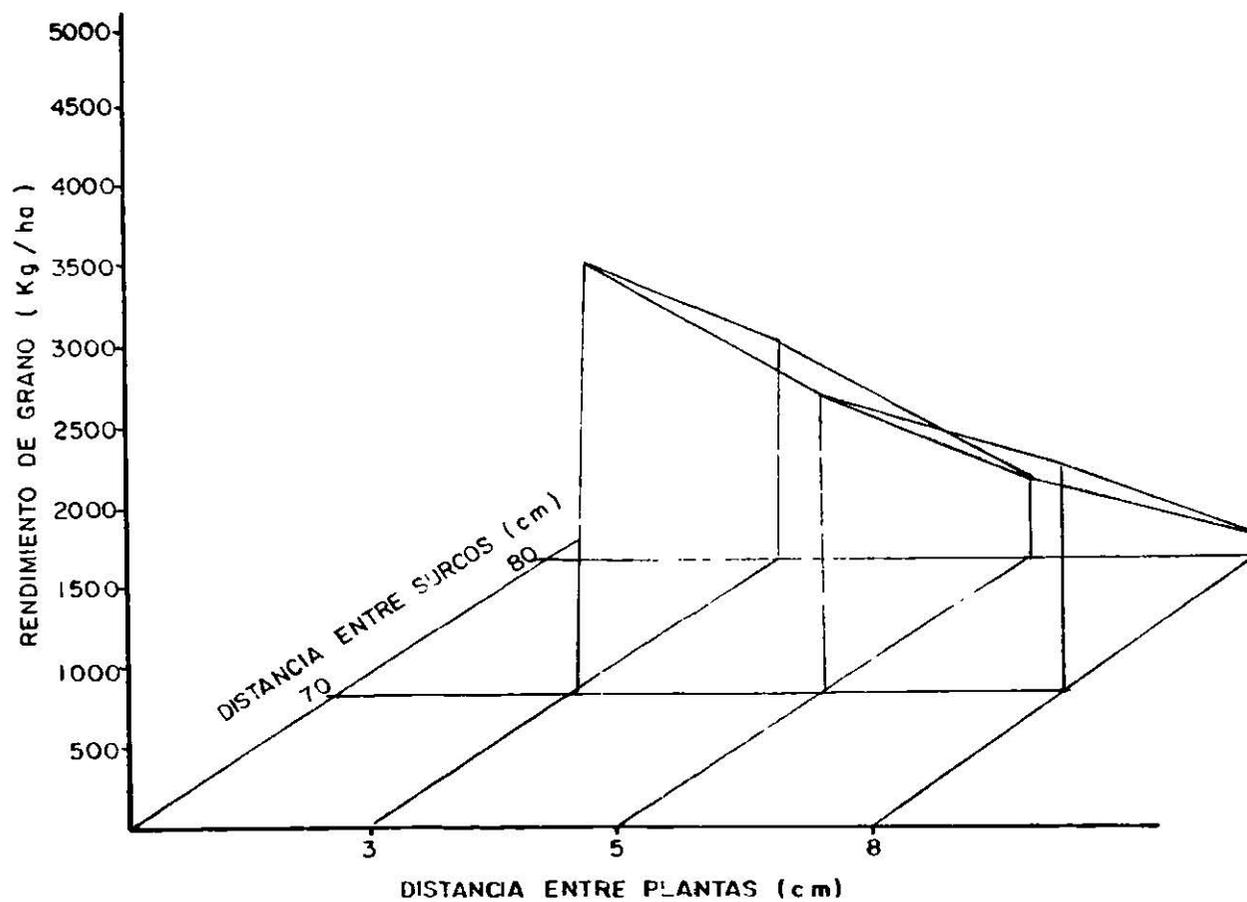


Figura 12. Efecto de las distancias entre plantas y entre surcos sobre el rendimiento unitario en la variedad LES-88R. Marín, N. L. Ciclo PV-1988.

crementa al disminuir el espacio entre plantas en las dos variedades. En el rendimiento por parcela no hay efecto de la distancia entre surcos, pero en el rendimiento por hectárea si se da, esto es debido a que aunque en surcos de .70 m de ancho las plantas no rinden más, el rendimiento unitario se ve afectado por la densidad de población mayor, que se tiene al sembrar en surcos de .70 m.

Aunque el rendimiento por planta a un espaciamiento de 8 cm es mayor, no alcanza a compensar la capacidad productiva de las densidades mayores que se obtienen al sembrar con un espaciamiento de 3 cm entre plantas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por algunos investigadores citados por Huda (1980): Fisher y Wilson (1975) en Australia, obtuvieron los máximos rendimientos en la densidad más alta con 64.5 plantas/m², Freyman y Venkateswarlu (1977) y Balasubramaniam et al. (1982) en la India obtuvieron resultados similares. Por otra parte, Jaubertie y Cateland (1987) en Francia, Karchi y Rudich (1966) en Israel y Martínez (1988) en Marín, N.L. obtuvieron también los rendimientos máximos en las densidades más altas en sorgo.

En trabajos efectuados en diferentes zonas del país, se han obtenido resultados más o menos similares a los de este trabajo, como en el Valle de Culiacán (1976) que se recomienda sembrar el sorgo a .70 m entre surcos y 4 a 5 cm entre plantas. Costa de Hermosillo (1977) se recomienda 60 cm

entre surcos y 5 entre plantas. Valle de Apatzingan (1977) se recomienda 60 cm entre surcos y 3 cm entre plantas. Bajío (1977) 76 cm entre surcos y sembrar a chorrillo. Valle del Fuerte y Carrizo (1978) se recomienda 70 cm entre surcos y 3 a 5 cm entre plantas. Valle de México (1981) 62 cm entre surcos y sembrar a chorrillo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente experimento, se pueden deducir las siguientes conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones

1. La densidad de población que presentó el máximo rendimiento unitario fue la de 476,190 plantas/ha en ambas variedades.
2. El espaciamiento entre surcos de .70 m aportó un mayor rendimiento unitario.
3. La variedad LES-90R superó ampliamente a la LES-88R en el rendimiento de grano.
4. El espaciamiento entre plantas de 3 cm aportó el mayor rendimiento unitario.
5. El espaciamiento entre surcos no tuvo efecto sobre ninguna de las características morfológicas ni de rendimiento individual.
6. El rendimiento individual se vió afectado en las dos variedades por el espaciamiento entre plantas, de tal forma que al aumentar el espaciamiento, se incrementó el rendimiento individual.
7. La altura de planta se incrementó al disminuir el espaciamiento entre plantas.

8. El diámetro del tallo y el área foliar de la hoja bandera se incrementaron al aumentar el espaciamiento entre plantas.
9. En la variedad LES-88R la longitud de excersión se incrementó al reducirse el espaciamiento entre plantas.
10. La variable peso de 100 semillas no tuvo variación por efecto de las densidades de población.
11. En las variables días a floración, longitud de panoja y número de hojas se presentó efecto del espaciamiento entre plantas solo en la variedad LES-90R, de tal forma que al aumentarse el espaciamiento, la medida de cada variable se incrementó.
12. Al no haber diferencia en los espaciamientos entre surcos para ninguna de las características morfológicas ni de rendimiento individual se puede decir que para la parte aérea de estas dos variedades de sorgo, es suficiente una distancia entre surcos de .70 m de esta forma se aumenta la densidad de población, incrementándose así el rendimiento unitario.

Recomendaciones

1. Se aconseja repetir el experimento en varias ocasiones en el mismo ciclo de cultivo para comprobar que los resultados obtenidos en este trabajo sean los correctos y de esta forma, dar una recomendación más acertada.

2. Se recomienda hacer trabajos donde se pruebe espaciamientos entre surcos menores para ver cómo se comportan estas variedades, buscando incrementar el rendimiento con nuevos arreglos espaciales.
3. Debido a que estas variedades presentaron una alta habilidad competitiva se puede combinar en el futuro altas densidades con altas dosis de fertilización, pues en este trabajo no se involucran niveles de fertilidad.

VI. BIBLIOGRAFIA

- ACEVEDO R., R. 1970. Efecto de seis densidades de siembra sobre el rendimiento del grano del híbrido Amak-R-12 de sorgo. Tesis profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín, N.L. México.
- ANONIMO. 1987. El sorgo universal. Agricultura de las Américas. E.U.A. Vol. 36. pp. 18-20.
- AVILES V., A. 1981. Influencia del nitrógeno, fósforo y densidades sobre el rendimiento de maíz en la zona V del Plan Puebla. Tesis profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín, N.L. México.
- BLACK, C.A. 1975. Relación suelo-planta. Tomo II. Trad. Ing. Agr. M.C. Armando Rabuffetti. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- CARBALLO, C.A. 1966. El cultivo del maíz en el Bajío y zonas similares. INIA, SAG, CIAB. Circular del CIAB No. 8. México, D.F.
- CARMONA, R.G. 1965. Densidad óptima de plantas de maíz de riego para el Valle de México. Memorias del Segundo Congreso de la Sociedad Mexicana de La Ciencia del Suelo. Tomo I. pp. 113-120.
- CASTILLO R., F. 1984. Situación actual y perspectivas del cultivo del sorgo en México. Primera Reunión Nacional Sobre Sorgo. Memorias. Marín, N.L. México. pp. 37-39.
- CHAPMAN, S.R. y L.P. CARTER. 1976. Producción Agrícola, Principios y Prácticas. Edit. ACRIBIA. Zaragoza, España.
- DELORIT, J.R. y H.L. AHLGREN. 1970. Producción Agrícola. Edit. CECSA. México. pp. 215-241.
- DESAI, K.B.; M.U. KUKADIA and P.S. BHARODIA. 1978. Effect of plant spacing within the ridge on grain yield and its components in sorghum. Rev. Sorghum Newsletter. University of Arizona. Vol. 29. p. 47.
- DIEHL, R. y J.M. MATEO BOX. 1973. Fitotecnia General. Mundiprensa. Madrid, España. p. 610.
- FOALE, M.A. and D.B. COATES. 1985. Yield of two grain sorghum cultivars at four populations. Rev. Sorghum Newsletter. University of Arizona. Vol. 25. p. 46.

- GALLEGOS, V.I. 1984. Fertilización nitrogenada y densidad de población en el cultivo de sorgo para grano. Tesis profesional de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín, N.L. México.
- GAMBOA, A. 1980. Fertilización-rendimientos elevados en maíz Instituto Internacional de la Potasa. Berna, Suiza. 72 p.
- HOUSE, R.L. 1985. A guide to sorghum breeding. Segunda Ed. ICRISAT. India. pp. 1-14.
- HUDA, S.A.K. 1980. Simulating growth and yield responses of sorghum to changes in plant density. Agronomy Journal. Vol. 72. p. 523.
- IBAR, A.L. 1984. El sorgo: cultivo y aprovechamiento. Editia Mexicana. pp. 1-50.
- JAUBERTIE, J.P. and B. CATELAND. 1987. Investigations on row spacing and sowing density under irrigated conditions in sorghum. Rev. Sorghum Newsletter. University of Arizona. Vol. 29. p. 39.
- KARCHI, Z. and RUDICH. 1966. Effects of row width and seedling spacing on yield and its components in grain sorghum grown under dryland conditions. Agronomy Journal. pp. 602-604.
- LEPIZ, I.R. 1983. Frijol en el noroeste de México (tecnología de producción). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Culiacán, Sinaloa, México. p. 77.
- LITTLE, M.T. y F. JACKSON HILLS. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Edit. Trillas. México. pp. 95-100.
- MACIEL R., R. y A. MORENO R. 1970. Efecto de diferentes métodos de siembra, población de plantas por hectárea y calendario de riegos en los rendimientos de grano en el noreste de Tamaulipas. V. Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. pp. 256-261.
- MARTINEZ, G.A. 1987. Una noble tarea, producir sorgo de calidad. Agrosíntesis. México. Vol. 18. pp. 49-59.
- MARTINEZ L., H. 1988. Evaluación de la habilidad competitiva intrapoblacional de cuatro líneas y un híbrido de sorgo. Tesis profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín, N.L. México.

- MELA, M.P. 1971. Cultivos de regadío. Edit. AGROCIENCIA. Zaragoza, España. pp. 296-319.
- MUNOZ, J.M. y K.O. ROCHIE. 1957. Fertilización y espaciamento en sorgo. Rev. Agricultura Técnica en México. No. 3.
- NAVA, R.C. 1979. Ecosistema, la unidad de la naturaleza con el hombre. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.
- ODUM, P.E. 1972. Ecología. Tercera edición. Edit. INTERAMERICANA. México. p. 179.
- OGUNLELA, V.B. 1980. Response of three sorghum cultivars to nitrogen on plant density. Rev. Sorghum Newsletter. University of Arizona. Vol. 27. pp. 66.
- PATIL, R.C.; N.B., DESHAMANE y A.P. CHAVAN. 1982. Plant density for Geometry studies. Rev. Sorghum Newsletter. University of Arizona. Vol. 30. pág. 48.
- REYES C., P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. Edit. Trillas. México. pp. 78-82.
- ROBLES S., R. 1983. Producción de granos y forrajes. 4a. ed. Edit. LIMUSA. México. pp. 141-170.
- SARH-INIA. 1976. Gufa para la asistencia técnica agrícola. Centro de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa. Campo Agrícola Experimental Valle de Culiacán. Sinaloa, México. pp. 119-120.
- _____. 1977. Gufa para la asistencia técnica agrícola. Centro de Investigaciones Agrícolas del norte-centro. Centro Agrícola Experimental Pabellón, Aguascalientes, México. pp. 54-59.
- _____. 1977. Gufa para la asistencia técnica agrícola. Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío. México. pp. 21-30.
- _____. 1978. Gufa para la asistencia técnica agrícola. Centro de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa. Campo Agrícola Experimental Fuerte y Carrizo. México. pp. 101-109.
- _____. 1981. Gufa para la asistencia técnica agrícola. Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central. Campo Agrícola Experimental Valle de México. Chapingo, México. pp. 83-89.

- _____. 1984. Guía para la asistencia técnica agrícola. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. Campo Agrícola Experimental Valle de Mexicali. Baja California Norte. México. pp. 113-117.
- _____. 1987. Agenda de información estadística agropecuaria y forestal. Editada por la Sub-Secretaría de Planeación. México.
- STICKLER F.C. and M.A. YOUNIS. 1966. Plant height as a factor effecting responses of sorghum to row and density. Agronomy Journal. pp. 371-373.
- UMRANI N., K.; S.P. KALE and P.L. NARKHEDE. 1987. Root proliferation pattern of sorghum as influenced by plant density and row spacing. Rev. Sorghum Newsletter. University of Arizona. Vol. 21. p. 61.
- WADE, L.J. and A.C.L. DOUGLAS. 1984. The effect of uneven planting spacing on grain sorghum yield. Rev. Newsletter. University of Arizona. Vol. 31. p. 36.
- WALL S., J. y W.M. ROSS. 1975. Producción y usos del sorgo. Argentina. Hemisferio Sur. pp. 93-113.
- WELCH N., H.; E. BURNETT and H.V. ECK. 1966. Effects of row spacing plant population and nitrogen fertilization on dryland grain sorghum production. Agronomy Journal. pp. 160-163.

VII. APENDICE

Tabla IA. Estadísticas de las dos distancias entre surcos para las doce variables analizadas en el experimento de densidades de sorgo para grano en Marín, N. L. ciclo Primavera-Verano de 1988.

Variables	Distancia entre surcos		Significancia estadística de la diferencia.
	80 cm	70 cm	
Días a floración	50.5	50.70	N.S.
Altura de planta (cm)	69.97	70.45	N.S.
Longitud de panoja (cm)	16.70	16.71	N.S.
Número de hojas	7.94	7.94	N.S.
Diámetro del tallo (cm)	1.48	1.46	N.S.
Area Foliar (cm ²)	152.21	152.09	N.S.
Longitud de excursión (cm)	6.78	6.39	N.S.
Peso por panoja (gr)	23.02	23.28	N.S.
Semillas por panoja	887.37	882.54	N.S.
Peso de 100 semillas (gr)	2.65	2.71	N.S.
Rendimiento de grano por parcela útil (gr)	1405.19	1443.35	N.S.
Rendimiento de grano por hectárea (kg)	2927.47	3436.56	**

N.S. Diferencia no significativa

** Diferencia altamente significativa.

Tabla IIA. Estadísticas de las dos variedades en las doce variables analizadas en el experimento de densidades de sorgo para grano en Marín, N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.

Variables	Variedades		Significancia estadística de la diferencia.
	LES-90 R	LES-88 R	
Días a floración	55.20	46	**
Altura de planta (cm)	70.21	70.20	N.S.
Longitud de panoja (cm)	15.56	17.85	**
Número de hojas	8.34	7.54	**
Diámetro del tallo (cm)	1.59	1.36	**
Area Foliar (cm ²)	222.32	81.97	**
Longitud de exsersión (cm)	0	13.08	**
Peso por panoja (gr)	28.58	17.72	**
Semillas por panoja	1154.08	615.83	**
Peso de 100 semillas (gr)	2.46	2.9	*
Rendimiento de grano por parcela útil (gr)	1678.07	1170.47	**
Rendimiento de grano por hectárea (kg)	3744.69	2619.34	**

N.S. diferencia no significativa

* diferencia significativa

** diferencia altamente significativa.

Tabla IIIA. Estadísticas de las 3 distancias entre plantas para las doce variables analizadas en el experimento de densidades de sorgo para grano, en Marín, N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.

Variables	Distancias entre surcos			Significancia Estadística de la Diferencia
	3 cm	5 cm	8 cm	
Días a floración	50.31	50.62	50.87	N.S.
Altura de planta (cm)	77.18	67.09	66.35	**
Longitud de panoja (cm)	15.63	16.55	17.93	**
Número de hojas	7.84	7.88	8.10	N.S.
Diámetro del tallo (cm)	1.27	1.46	1.69	**
Area Foliar (cm ²)	131.01	147.98	177.45	**
Longitud de excursión (cm)	8.12	5.92	5.58	**
Peso por panoja (gr)	16.94	22.45	30.05	**
Semillas por panoja	655.81	850.31	1148.75	**
Peso de 100 semillas (gr)	2.67	2.69	2.68	N.S.
Rendimiento de grano por parcela útil	1732.17	1359.48	1181.16	**
Rendimiento de grano por parcela útil	3863.85	3042.12	2640.07	**

N.S. Diferencia no significativa

** Diferencia altamente significativa.

Tabla IV. Resumen de los análisis de varianza de las variables estudiadas en el experimento de densidades de sorgo para grano realizado en Marín, N.L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.

F. de V.	Días a Floración	Altura de planta (cm)	Longitud de panocha (cm)	Número de hojas	Diámetro del tallo (cm)	Area Foliar (cm ²)
Distancia entre surcos (A)	.5234 NS	2.7812 NS	.0009 NS	0 NS	.0047 NS	.25 NS
Error a	4.5755	11.6354	1.8255	.0493	.0131	253.125
Variedad (B)	101.516 **	0 NS	62.9482 **	7.7998 **	.6626 **	236263.5 **
Interacción A x B	4.6875 NS	11.1093 NS	1.0332 NS	.4631 NS	.0001 NS	4.375 NS
Error b	2.6614	39.2838	4.6305	.3472	.0221	965.333
Distancia entre plantas (C)	1.2695 NS	586.1641 **	21.4858 **	.2985 NS	.7000 **	8835.688 **
Interacción A x C	.5195 NS	32.0546 NS	.7617 NS	.0490 NS	.0023 NS	6.25 NS
Interacción B x C	4.5234 **	23.0859 NS	6.9863 *	.9027 *	.0138 NS	552.1875 NS
Interacción A x B x C	1.1875 NS	7.2343 NS	.2954 NS	.5445 NS	.0094 NS	99.5 NS
Error c	.6803	14.2519	1.8099	.1685	.0134	164.4115
CV Ea	4.227017	4.858257	8.085787	2.7970	7.749731	10.45666
CV Eb	3.223841	8.926813	12.87788	7.4155	10.061530	20.4204
CV Ec	1.629957	5.376834	8.051129	5.1632	7.840688	8.427362

Continúa Tabla IVA.-

F. de V.	Longitud de Excursión (cm)	Peso por panoja (g)	Semillas por panoja	Peso de 100 semillas (g)	Rdto. por Parcela útil (g)	Rdto. por hectárea (kg)
Distancia entre surcos (A)	2.6750 NS	.8320 NS	280. NS	.0407 NS	17.456 NS	3110048 *
Error a	3.12068	2.0104	37065.33	.1358	49304	214346.7
Variedad (B)	2055.786 **	1416.033 **	3476556 **	2.2532 *	3091872	15196640 **
Interacción A x B	2.6735 NS	.8125 NS	48 NS	.0076 NS	32304 NS	19520 NS
Error b	9.2065	16.2578	43362	.2032	63462.67	336298.7
Distancia entre plantas (C)	30.2453 **	692.8633 **	986353 **	.0014 NS	1264836 **	6225312 **
Interacción A x C	12.1473 NS	2.4453 NS	8188 NS	.0040 NS	19040 NS	45424 NS
Interacción B x C	30.2446 **	120.3525 **	272150 **	.0340 NS	4000 NS	20192 NS
Interacción A x B x C	12.1480 NS	.0996 NS	4182 NS	.0130 NS	580 NS	3296 NS
Error c	4.8686	6.4515	14647.17	.0608	15549.3	78562.66
CV Ea	26.99336	6.124196	21.7551	13.73604	15.59006	14.54975
CV Eb	46.36402	17.41555	23.53053	16.7992	17.69748	18.22466
CV Ec	33.7159	10.97082	13.67584	9.196579	8.755129	8.808568

- Los valores de la tabla corresponden a los Cuadrados Medios

NS No significativo

* Significativo (= .05)

** Altamente significativo (= 0.01)

Tabla VA. Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables días a floración y altura de planta y comparación de medias por la técnica de DMS donde ésta procede en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín , N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.

	Días a floración				Altura de Planta cm.		
	.80 m	.70 m	\bar{X}		.80 m	.70 m	\bar{X}
V ₁	3 cm	54.5	54.25	54.375 (c,a)	78.74	78.38	78.57
	5 cm	55.75	54.75	55.25 (b,a)	65.90	67.11	66.50
	8 cm	56	56	56 (a,a)	63.82	67.29	65.56
	\bar{X}	55.41	55		69.49	70.93	
V ₂	3 cm	45.5	47	46.25 (a,b)	76.75	74.82	75.57
	5 cm	45.5	46.5	46 (a,b)	69.47	65.90	67.68
	8 cm	45.75	45.75	45.75 (a,b)	65.12	69.15	67.13
	\bar{X}	45.58	46.41		70.45	69.96	
	0.80m	50.5 a		0.80 m	69.97 a		
	0.70m	50.70 a		0.70 m	70.45 a		
	V ₁	55.20		V ₁	70.21 a		
	V ₂	46		V ₂	70.20 a		
	3 cm	50.31		3 cm	77.18 a		
	5 cm	50.62		5 cm	67.09 b		
	8 cm	50.87		8 cm	66.35 b		

V₁ = LES- 90R

V₂ = LES- 88R

Tabla V₁A. Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables longitud de panoja y número de hojas. Y comparación de medias por la técnica DMS donde ésta procede en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín, N. L. Ciclo Primavera-Verano de 1988.

	Longitud de Panoja (cm)			Número de Hojas			
	.80m	.70m	\bar{X}	.80m	.70m	\bar{X}	
V ₁	3 cm	13.4	14.11	13.755 (c,b)	8.21	8.11	8.16 (b,a)
	5 cm	15.38	15.81	15.601 (b,b)	8.26	8.20	8.23 (b,a)
	8 cm	17.44	17.23	17.377 (a,b)	8.86	8.62	8.741 (a,a)
	\bar{X}	15.41	15.71		8.446	8.31	
V ₂	3 cm	17.35	17.675	17.515 (a,a)	7.60	7.27	7.441 (a,b)
	5 cm	17.9	17.125	17.512 (a,a)	7.42	8.02	7.725 (a,b)
	8 cm	18.72	18.35	18.537 (a,a)	7.30	7.62	7.462 (a,b)
	\bar{X}	17.99	17.71		7.444	7.641	
	0.80m	16.701 a		.80 m	7.945 a		
	0.70m	16.717 a		.70 m	7.946 a		
	V ₁	15.564		V ₁	8.349		
	V ₂	17.855		V ₂	7.542		
	3 cm	15.635		3 cm	7.846		
	5 cm	16.55		5 cm	7.889		
	8 cm	17.93		8 cm	8.101		

V₁ = LES-90 R

V₂ = LES-88 R

Tabla VIIA. Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables diámetro del tallo y área foliar y comparación de medias por la técnica DMS donde ésta procede, en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín, N.L. Ciclo P-V 1988

		Diámetro del tallo (cm)			Área foliar (cm ²)		
		.80 m	.70 m	\bar{X}	.80 m	.70 m	\bar{X}
V ₁	3 cm	1.38	1.35	1.367	198.08	191.34	194.712
	5 cm	1.57	1.58	1.578	217.77	221.49	219.632
	8 cm	1.87	1.81	1.843	252.22	253.03	252.626
	\bar{X}	1.608	1.585		222.690	221.956	
V ₂	3 cm	1.22	1.15	1.188	65.01	69.60	67.307
	5 cm	1.37	1.32	1.348	78.79	73.90	76.346
	8 cm	1.52	1.57	1.547	101.38	103.305	102.280
	\bar{X}	1.370	1.353		81.73	82.225	
	0.80 m	1,489 a			.80 m	152.210 a	
	0.70 m	1.469 a			.70 m	152.090 a	
	V ₁	1.596 a			V ₁	222.328 a	
	V ₂	1.361 b			V ₂	81,977 b	
	3 cm	1.278 c			3 cm	131.01 c	
	5 cm	1,463 b			5 cm	147,989 b	
	8 cm	1.695 a			8 cm	177,453 a	

V₁ = LES-90 R

V₂ = LES-88R

Tabla VIII A. Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables longitud de excersión y peso por panoja y comparación de medias por la técnica DMS donde ésta procede, en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín, N.L. Ciclo P-V, 1988.

		Longitud de Excersión (cm)			Peso por panoja (g)		
		.80 m	.70 m	\bar{X}	.80 m	.70 m	\bar{X}
V ₁	3 cm	0	0	0 (a, b)	20.39	19.36	19.877 (c, a)
	5 cm	0	0	0 (a, b)	27.20	27.71	27.456 (b, a)
	8 cm	0	0	0 (a, b)	38.15	38.68	38.417 (a, a)
	\bar{X}	0	0		28.582	28.58	
V ₂	3 cm	14.95	17.525	16.24(a, a)	14.13	13.90	14.018 (c, b)
	5 cm	14.05	9.650	11.85(b, a)	17.10	17.80	17.453 (b, b)
	8 cm	11.675	10.675	11.176(b, a)	21.14	22.24	21.690 (a, b)
	\bar{X}	13.560	12.616		17.459	17.982	
	0.80 m	6.780 a			.80 m	23.020 a	
	0.70 m	6.308 a			.70 m	23.283 a	
	V ₁	0			V ₁	28.583	
	V ₂	13.88			V ₂	17.720	
	3 cm	8.120			3 cm	16.948	
	5 cm	5.925			5 cm	17.453	
	8 cm	5.588			8 cm	21.69	

V₁ = LES 90R

V₂ = LES-88R

Tabla IXA. Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables semillas por panoja y peso de 100 semillas y comparación de medias por la técnica DMS donde ésta procede en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín, N.L. Ciclo P-V, 1988.

		Número de semillas por panoja			Peso de 100 semillas		
		.80 m	.70 m	\bar{X}	.80 m	.70 m	\bar{X}
V ₁	3 cm	839	788	813.62(c,a)	2.5	2.45	2.475
	5 cm	111	1064	1087.25(b,a)	2.45	2.57	2.512
	8 cm	1523	1600	1561.37(a,a)	2.4	2.42	2.412
	\bar{X}	1157.5	1150.66		2.45	2.48	
V ₂	3 cm	516	479	498 (c,b)	2.82	2.92	2.875
	5 cm	605	621	613.75(b,b)	2.85	2.9	2.875
	8 cm	730	742	736.12(a,b)	2.9	3.0	2.95
	\bar{X}	617.25	614.416		2.85	2.94	
	.80 m	887.375 a			.80 m	2.654 a	
	.70 m	882.541 a			.70 m	2.712 a	
	V ₁	1154.983			V ₁	2.466 b	
	V ₂	615.833			V ₂	2.9 a	
	3 cm	655.812			3 cm	2.675 a	
	5 cm	850.312			5 cm	2.693 a	
	8 cm	1148.75			8 cm	2.681 a	

V₁ = LES-90R

V₂ = LES-88R

Tabla XA. Medias de las diferentes combinaciones de los niveles de los factores para las variables rendimiento de grano por parcela útil y rendimiento de grano por hectárea y comparación de medias por la técnica DMS, donde ésta procede en el experimento de densidades de sorgo para grano. Marín, N.L. Ciclo P-V, 1988.

Rendimiento de grano/parcela útil (g)				Rendimiento de grano por hectárea (kg)			
	.80 m	.70 m	\bar{X}	.80 m	.70 m	\bar{X}	
V_1	3cm	2036.65	1935.93	1986.29	4243.04	4609.37	4426.20
	5cm	1570.69	1624.00	1597.34	3272.29	3866.68	3569.48
	8cm	1447.92	1453.74	1450.57	3015.45	3461.30	3238.38
	\bar{X}	1684.92	1671.22		3510.26	3979.11	
V_2	3cm	1462.97	1493.14	1478.06	3047.87	3555.13	3301.50
	5cm	1046.66	1196.55	1121.61	2180.56	2848.96	2514.76
	8cm	866.75	956.73	911.74	1805.58	2277.96	2041.77
	\bar{X}	1121.464	1215.48		2344.67	2894.01	
	.80 m	1405.193 a		.80 m	2927.47 b		
	.70 m	1443.353 a		.70 m	3436.56 a		
	V_1	1678.073 a		V_1	3744.691 a		
	V_2	1170.473 b		V_2	3619.347 b		
	3 cm	1732.17 a		3 cm	3863.85 a		
	5 cm	1359.48 b		5 cm	3042.124 b		
	8 cm	1181.16 c		8 cm	2640.07 c		
$V_1 = \text{LES-90R}$				$V_2 = \text{LES-88R}$			

FE DE ERRATAS

PAGINA	TABLA	DICE	DEBE DE DECIR
80	IIIA	Distancia entre surcos	distancia entre plantas
80	II A	Rendimiento de grano (ultima varilla por parcela util. ble.)	Rendimiento de grano por Hectarea.
82	IV A	3091872	3091872 * *
		(Rdto. por parcela util.)	
82	IV A	3110048 *	3110048 * *
		(Rdto. por Ha.)	
88	XA	3619.347	2619.347

