

**UNIVERSIDA NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACION DE ARREGLOS DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL SORGO (*Sorghum bicolor* (L) Moench), VARIEDAD  
PINOLERO**

**AUTORES**

**Br. LISANIA ISABEL PADILLA CERDA  
Br. JOSE AUGUSTO PEREIRA AGUILAR**

**ASESOR**

**Ing. Agr. NESTOR ALLAN ALVARADO DIAZ**

**MANAGUA, NICARAGUA- 2000**

**UNIVERSIDA NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACION DE ARREGLOS DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL SORGO (*Sorghum bicolor* (L) Moench), VARIEDAD  
PINOLERO**

**AUTORES**

**Br. LISANIA ISABEL PADILLA CERDA  
Br. JOSE AUGUSTO PEREIRA AGUILAR**

**ASESOR**

**Ing. Agr. NESTOR ALLAN ALVARADO DIAZ**

**Presentada a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito final  
para optar al grado de Ingeniero Agrónomo con orientación en Producción Vegetal**

**MANAGUA, NICARAGUA- 2000**

## DEDICATORIA

- Dedico este trabajo primeramente a **Dios**, por que me dio entendimiento y sabiduría para seguir adelante y poder sobreponerme a los obstáculos que a lo largo de mis estudios se presentaron y de esta manera poder concluir con mi carrera y mi trabajo de investigación.
- A mi madre **Felipa C. de Padilla**, por que gracias a ella que pudo brindarme apoyo moral y darme la oportunidad de continuar con mis aspiraciones y por la confianza que depositó en mí durante todos estos años.
- A mis hermanos: **Lesther y Jorge Padilla**, y de manera muy especial a mi hermana **Cinthia Padilla** por su apoyo moral y económico y porque siempre estuvo a mi lado en los momentos mas difíciles y por todos sus buenos consejos que fueron de mucho beneficio en mi formación.
- A **Salatíel Carbajal Estrada** por ser una persona muy especial en mi vida y por saber esperar con paciencia y confianza durante todo este tiempo y por su apoyo que siempre pudo brindarme de manera incondicional.

Lisania Isabel Padilla Cerda

## DEDICATORIA

- En primera instancia a **DIOS**, por haberme dado vida, paciencia y entendimiento para concluir mis estudio y este trabajo.
- A mis padres: **Juventina Aguilar y Cesar Pereira** por su apoyo moral y económico con los cuales logre culminar mis estudio y este Trabajo de Diploma.
- Al abuelo **Julián Salomon (q.e.p.d.)** por haberme inculcado autoridad y confianza en i mismo para lograr mis metas.
- A mi novia **Fátima Zepeda**, por toda la comprensión y ánimo que me dio todos estos años para que pudiera concluir mis estudios y este Trabajo de Diploma.
- A mis **tíos, hermanos y todas las personas** que de una u otra forma contribuyeron en mi formación.

José Augusto Pereira Aguilar

## **AGRADECIMIENTOS**

- A la Universidad Nacional Agraria (UNA) por darnos la oportunidad de cursar exitosamente la carrera de Ingeniería Agronómica.
- A nuestro asesor Ing. Agr. Néstor Allan Alvarado Díaz por su colaboración para hacer posible la realización de este Trabajo de Diploma.
- A los docentes de la UNA que de una u otra forma contribuyeron con nuestra formación y muy en especial a la Lic. Catalina Torres, por toda la confianza y ánimo que nos brindó.
- Al personal de campo de la finca La Concepción (Nagarote) quienes estuvieron siempre atentos al cuidado y manejo del ensayo de campo.

Lisania Isabel Padilla Cerda  
José Augusto Pereira Aguilar

## INDICE GENERAL

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
<b>INDICE GENERAL</b>	<b>i</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>v</b>
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>3</b>
2.1 Descripción del lugar y experimento	3
2.1.1 Clima	3
2.1.2 Suelo	4
2.1.3 Descripción del diseño experimental	4
2.1.4 Variables evaluadas	5
2.1.5 Análisis económico	6
2.2 Manejo Agronómico	8
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>7</b>
3.1 Efecto de diferentes arreglos de siembra sobre el crecimiento del cultivo del sorgo	9
3.1.1 Altura de planta	9
3.1.2 Diámetro del tallo	11
3.1.3 Número de hojas por planta	12
3.2 Efecto de diferentes arreglos de siembra sobre el rendimiento y sus principales componentes	13
3.2.1 Longitud de panoja (cm)	13
3.2.2 Número de ramillas por panoja	14
3.2.3 Número de granos por ramilla	15
3.2.4 Número de granos/panoja	15
3.2.5 Plantas acamadas/ha	16
3.2.6 Plantas cosechadas/ha	17
3.2.7 Peso de mil semillas	18
3.2.8 Rendimiento de grano (kg/ha)	18
3.3 Análisis económico	19
3.3.1 Presupuesto parcial	20
3.3.2 Análisis de dominancia	21
3.3.3 Análisis marginal	21
<b>IV. CONCLUSIONES</b>	<b>23</b>
<b>V. RECOMENDACIONES</b>	<b>24</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA</b>	<b>25</b>

**INDICE DE TABLAS**

<b><u>Tabla No.</u></b>		<b><u>Página.</u></b>
1	Propiedades químicas del suelo. Finca la Concepción, Nagarote	4
2	Descripción de los tratamientos utilizados en el ensayo. Finca la Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999	5
3	Efecto de diferentes arreglos de siembra sobre la altura de planta en cm. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999	10
4	Efecto de diferentes arreglos de siembra sobre diámetro del tallo en cm. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999	12
5	Efecto de diferentes arreglos de siembra sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999	13
6	Efecto de diferentes arreglos de siembra: Longitud de panoja en cm, ramillas/panoja, granos/ramillas, y granos/panoja. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999	16
7	Efecto de diferentes arreglos de siembra sobre: Plantas acamadas/ha, plantas cosechadas/ha, peso de 1000 semillas en gramos y rendimiento de granos en kg/ha. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999	19
8	Presupuesto parcial de los tratamientos. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999	20

<b><u>Tabla No.</u></b>		<b><u>Página.</u></b>
9	Análisis de dominancia de los tratamientos. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999	21
10	Análisis marginal. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999	22

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar el efecto de arreglos de siembra (0.3 metro entre surco por 5 plantas por metro lineal; 0.4 metro entre surco por 7 plantas por metro lineal; 0.5 metro entre surco por 10 plantas por metro lineal; 0.7 metro entre surco por 15 plantas por metro lineal; 0.8 metro entre surco por 18 plantas por metro lineal; 0.9 metro entre surco por 23 plantas por metro lineal) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L.) en la variedad Pinolero, bajo las condiciones ecológicas de la finca La Concepción, Nagarote León. El ensayo se estableció en la siembra de postrera de 1999, utilizándose un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los componentes de crecimiento (altura, diámetro y hojas por planta) presentaron diferencias significativas a los 45, 60 y 75 días después de la siembra. De las variables evaluadas para el rendimiento y sus principales componentes, se encontraron diferencias significativas para las variables ramillas/panoja, granos/ramillas, granos/panoja, plantas acamadas/ha, plantas cosechadas/ha y rendimiento de grano. Los resultados de los análisis de varianza y económico indican que el arreglo de siembra 0.5 metro entre surco por 10 plantas por metro lineal, se obtuvo el mayor rendimiento (4,975.0 kg/ha) y la más alta rentabilidad económica, con una tasa de retorno marginal del 297 por ciento.

## **I. INTRODUCCION**

El sorgo (*Sorghum bicolor* L.) es el cuarto cereal en importancia entre los cultivares para consumo humano en el mundo, siendo sobrepasado por el arroz, el trigo y el maíz (Compton, 1985).

En casi todos los países latinoamericano se ha iniciado el cultivo del sorgo granero durante los últimos años y en varios de ellos ha alcanzado tan extraordinaria importancia que hoy es considerado como uno de los principales renglones agrícolas.

En Nicaragua el sorgo ocupa el 16 por ciento del área sembrada de granos básicos, lo que lo cataloga como un cultivo alimenticio de gran importancia. El 56 por ciento de la producción actual es utilizado en la elaboración de alimentos concentrado para la industria avícola, porcina y bovina y el 44 por ciento restante se utiliza para alimentación humana, principalmente con sorgo de endospermo blanco. Es el cereal que le sigue al maíz, tanto en área como en volumen de producción (Pineda, 1997).

En el país existen zonas óptimas para la producción de este rubro, dentro de estas cabe destacar las zonas de: Rivas, Granada, Managua, Estelí y León, en la mayoría de ellas se obtienen mejores resultados en siembras de postrera (Alemán & Tercero, 1991).

La mayor producción de sorgo es manejado por medianos y grandes productores, quienes siembran dicho cultivo con fines industriales. Los residuos de las cosechas se utiliza para la alimentación bovina durante la época seca, para lo cual, la paja con bajo contenido de humedad es empacada en forma mecánica y almacenada en lugares ventilados para su conservación.

A pesar de su importancia, los niveles de producción de sorgo, están muy por debajo de los rendimientos potenciales de las variedades mejoradas e híbridos (4 500 – 6 500 kg/ha), alcanzando para el ciclo 96/97 un rendimiento promedio de 2 389.10 kg/ha (Monterrey, 1997).

Dentro de los problemas que causan estos bajos rendimientos en el cultivo del sorgo, se puede mencionar (entre otros) a los arreglos de siembra no óptimos. Al respecto, Avila *et al.*, (1992) plantea que un arreglo de siembra óptimo permite una distribución correcta de las plantas en el terreno, de manera que la competencia entre ellas por agua, luz y nutrientes del suelo es minimizada.

Miller (1980), plantea que hay una relación directamente proporcional entre el número de plantas por área y el rendimiento hasta una densidad óptima, y a partir de ahí esta relación se vuelve inversamente proporcional.

Esto conduce a examinar de manera detallada los arreglos de siembra en sorgo para determinar las poblaciones óptimas por unidad de superficie, de tal forma que, la planta pueda aprovechar al máximo los nutrientes del suelo, la luz solar, el oxígeno y el agua, conllevando con esto a que las variedades y/o híbridos manifiesten su verdadero potencial genético (Alvarado, 1999).

Lo anterior motiva la necesidad de realizar la presente investigación, la cual persigue los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de arreglos de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del sorgo.
- Determinar el tratamiento que presente la mejor rentabilidad económica en función del presupuesto parcial y el análisis marginal.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Descripción del lugar y experimento

#### 2.1.1. Clima

El ensayo se realizó en los terrenos de la finca La Concepción, ubicada en Nagarote departamento de León, localizada en las coordenadas 12° 30' latitud Norte y 86° 30' longitud Oeste, a una altura de 60 m.s.n.m. La zonificación ecológica según Holdridge (1976), es del tipo de bosque seco tropical. El experimento se realizó en la época de postrera, del 29 de Agosto al 12 de diciembre de 1999. Los registros de temperatura y precipitaciones ocurridas durante el período del ensayo se presentan en la Figura 1

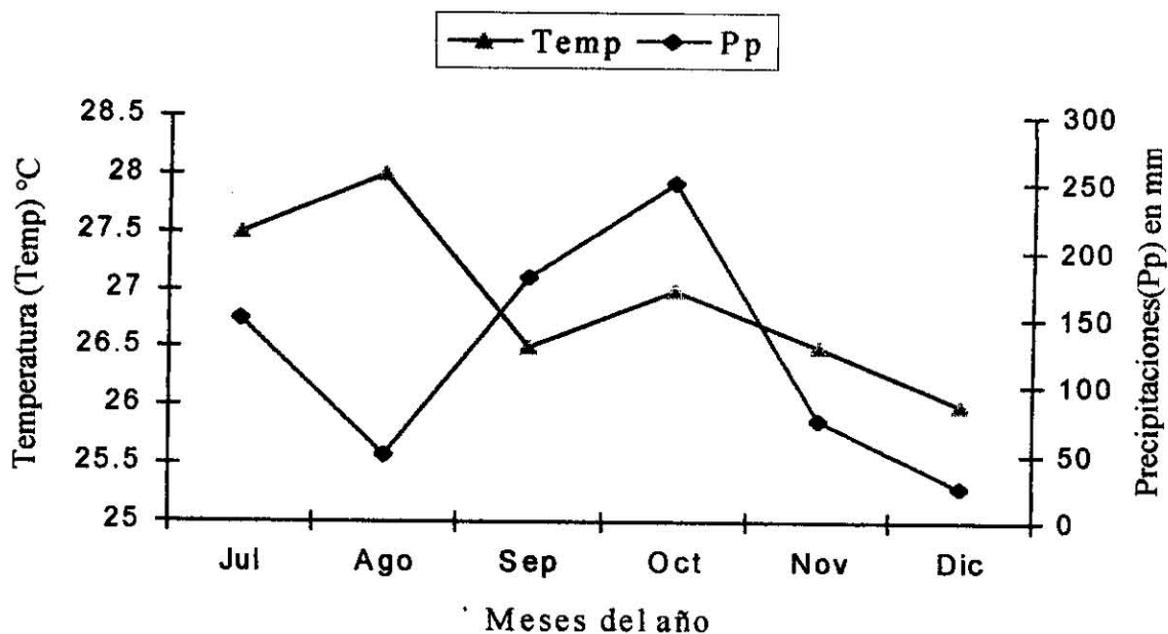


Figura 1. Climatograma de la finca La Concepción, Nagarote León. Epoca de postrera de 1999 (INITER, 1999)

### 2.1.2. Suelo

El suelo donde se estableció el ensayo pertenece a la serie Nagarote y se caracteriza por ser profundo a moderadamente superficial, bien drenado y derivado de ceniza volcánica reciente (MAG, 1971). Las propiedades químicas del mismo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo. Finca la Concepción, Nagarote.

Propiedades químicas				
pH (H <sub>2</sub> O)	M.O. (%)	N total (%)	P (ppm)	K (meq/100g)
6.8	2.40	0.11	29	2.23

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, UNA, 1999

### 2.1.3. Descripción del diseño experimental

En el establecimiento del ensayo, se utilizó un diseño unifactorial en bloques completos al azar (B.C.A.) con cuatro repeticiones. Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

a) Area de la parcela útil	4 m	x	2.7 m	=	10.8 m <sup>2</sup>
b) Area de parcela experimental	5 m	x	5.4 m	=	27.0 m <sup>2</sup>
c) Area del bloque	5 m	x	32.4 m	=	162.0 m <sup>2</sup>
d) Area entre bloque	3 (1+1+1*)	x	32.4 m <sup>2</sup>	=	97.2 m <sup>2</sup>
d) Area total 4 bloques	4 bloques	x	162 m <sup>2</sup>	=	648.0 m <sup>2</sup>
e) Area total del experimento	648 m <sup>2</sup>	+	97.20 m <sup>2</sup>	=	745.2 m <sup>2</sup>

\*Distancia entre bloques

Para constituir los tratamientos, se varió el arreglo de siembra (distancia entre surco y el número de plantas por metro lineal), la descripción de los mismos se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos utilizados en el ensayo. Finca la Concepción, Nagarote, León. Postrera de 1999

Tratamiento	Descripción de los tratamientos		
	Arreglo de siembra		Densidad de siembra en plantas/ha
	Distancia/surco (m)	Plantas/metro lineal	
A	0.3	5	166 667
B	0.4	7	175 000
C	0.5	10	200 000
D	0.7	15	214 286
E	0.8	18	225 000
F	0.9	23	255 556

#### 2.1.4. Variables evaluadas

- a) Durante el crecimiento del cultivo se midieron las siguientes características en 10 plantas tomadas al azar en la parcela útil:
- a.1. Altura de planta: Se midió la altura de la planta desde el nivel de la superficie del suelo hasta el último nudo visible del tallo a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds).
  - a.2. Diámetro del tallo (cm): Se midió en la parte media de la longitud del tallo a los 30, 45, 60 y 75 dds.
  - a.3. Número de hojas/planta: Se contaron las hojas funcionales de la planta a los 30, 45, 60 y 75 dds.

A la cosecha.

- a.4. Longitud de panoja: Se midió en cm en 10 panojas tomadas al azar de la parcela útil de cada tratamiento.
- a.5. Número de ramillas por panoja: Se contó en 10 panojas tomadas al azar de la parcela útil de cada tratamiento.
- a.6. Número de granos por ramilla: Se contó en 10 panojas tomadas al azar de la parcela útil de cada tratamiento.

- a.7 Número de granos/panoja: Se contó en 10 panojas tomadas al azar de la parcela útil de cada tratamiento.
- a.8 Plantas acamadas/ha: Se contaron todas las plantas que presentaron aproximadamente un ángulo de inclinación mayor de 45° en relación de la superficie del suelo en la parcela útil y se expreso en plantas acamadas/ha.
- a.9 Plantas cosechadas/ha: Se contó el número total de plantas cosechadas en la parcela útil y se expresó en plantas cosechadas/ha.
- a.10 Peso de mil semillas: Se tomaron 1 000 granos de cada tratamiento, seguidamente se procedió a determinar su peso ajustándolo al 15 por ciento de humedad.
- a.11 Rendimiento de grano (kg/ha): Una vez realizada la cosecha se determinó el peso de campo del total de panojas cosechadas de la parcela útil, ajustándolo al 15 % de humedad.

Los datos obtenidos de las variables en estudios se evaluaron por medio del análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por rangos múltiples de Duncan al 95 % de confiabilidad.

#### **2.1.5. Análisis económico**

Los resultados obtenidos en el ensayo se sometieron a un análisis económico para evaluar la rentabilidad de los tratamientos, con el fin de brindar información acerca de cual de los tratamientos es más rentable. La metodología empleada para la realización de este análisis fue a través del presupuesto parcial y el análisis marginal, según la metodología propuesta por el CIMMYT (1988), que a continuación se describe:

- Presupuesto parcial: Organiza los datos del experimento para obtener los costos y beneficios netos de cada uno de los tratamientos, tomando en cuenta los siguientes componentes:  
Rendimiento medio (kg/ha): Se toman en cuenta todos los rendimientos medios de los tratamientos que se están evaluando.

**Rendimientos Ajustados (kg/ha):** Se ajusta el rendimiento medio de cada uno de los tratamientos evaluados al 10 %, para reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con los tratamientos.

**Beneficios brutos de campo (C\$/ha):** El beneficio bruto de campo de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado.

**Precio de campo del producto:** El precio de campo del producto se define como el valor que tiene para el agricultor una unidad adicional de producción en el campo, antes de la cosecha. Para calcularlo se toma el precio que el agricultor recibe (o podría recibir) por el producto cuando lo vende y se le restan todos los costos relacionados con la cosecha y venta que son proporcionales al rendimiento, es decir, los costos que se pueden expresar por kilogramo del producto.

**Costos que varían (C\$/ha):** Los costos que varían son los costos (por ha) relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.

**Beneficios netos C\$/ha):** Los beneficios netos para cada tratamiento se calcula restando el total de los costos que varían de los beneficios brutos de campo.

- **El análisis marginal:** El análisis marginal compara los costos que varían con los beneficios netos de cada tratamiento y contempla los siguientes análisis:

**Análisis de dominancia:** Examina los costos que varían, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de los costos que varían. Se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo que varían mas bajos.

**La tasa de retorno marginal:** La tasa de retorno marginal nos revela exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida y se calcula dividiendo los beneficios netos marginales entre los costos marginales expresado en por ciento.

## **2.2. Manejo agronómico**

La preparación del suelo se realizó mecánicamente utilizándose el sistema tradicional, el cual consiste en un pase de arado de disco a 20 cm de profundidad y dos pases de grada, realizándose el último pase de grada 2 días antes de la siembra.

La siembra se realizó de forma manual el 28 de Agosto de 1999. La variedad en estudio fue la Pinolero, utilizándose las distancia de siembra descritas en la Tabla 2. Esta variedad presenta las siguientes características agronómicas: Altura promedio 199 cm, panoja semi-abierta, grano de color blanco, floración a 63 días después de la germinación, longitud de excursión de panoja de 10 cm, tamaño de la panoja de 26 cm y con un potencial genético de rendimiento de 4,837.73 kg/ha.

La fertilización completa se llevó a cabo utilizando la fórmula 10-30-10 al momento de la siembra a razón de 129 kg/ha, y la fertilización nitrogenada se realizó con urea (46% de nitrógeno), aplicando 129 kg/ha en dos momentos: 50 por ciento a los 20 días después de la siembra y 50 por ciento a los 50 días después de la siembra.

Para el control de plagas del suelo se aplicaron al momento de la siembra carbofurán (Furadán) al 5 por ciento a razón de 16.3 kg/ha. Se realizaron controles de plagas a los 40 y 65 dds aplicando monocrotofos (Nuvacrón) a razón de 1.5 l/ha.

El control de las malezas se realizó de forma manual, realizándose tres limpiezas con el fin de mantener controladas las malezas durante los primeros 45 de edad del cultivo. La cosecha se realizó de forma manual a los 110 días después de la siembra.

### **III. RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **3.1. Efecto de arreglos de siembra sobre el crecimiento del cultivo del sorgo**

##### **3.1.1. Altura de planta**

La producción de nutrientes del cultivo es acumulada en el tallo y transferida a los granos de la panoja durante el llenado de los mismos. Por lo tanto, la altura de planta está determinada por la elongación del tallo que se da, al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis (Pacheco, 1991).

Pineda (1988) al referirse a la altura de planta del sorgo, dice que la misma, es considerada un factor muy importante para la recolección mecanizada y que debe oscilar entre 130-160 cm.

Así mismo, esta variable nos permite medir el crecimiento del cultivo y la misma puede verse afectada por la acción conjunta de factores, tales como: luz, calor, humedad, nutrientes y densidad de siembra (López & Galeato, 1982).

En cuanto a la influencia que tienen los arreglos de siembra sobre la altura de planta (Tabla 3), en este estudio se encontraron diferencias significativas 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds). En la primera evaluación (30 dds) no se encontró efecto real de tratamiento. La no significancia encontrada pudiera deberse a que a los 20 dds se establecieron las distancias entre planta y planta con el raleo; por lo tanto, a los 30 dds que se hizo la primera evaluación de altura las plantas no manifestaron su efecto, dado que el sorgo tuvo un crecimiento lento en los primeros 30 días de su desarrollo y el efecto de competencia entre planta y planta de los diferentes arreglos no se manifestó. Esto confirma lo planteado por Cristiani (1987), quien describe que el sorgo tiene un crecimiento lento durante sus primeros 25 dds, pero después de los 30 dds el crecimiento se acelera.

A los 45 dds, la mayor altura la alcanzaron los tratamiento E y F con 71.3 y 72.6 cm y sin diferencias significativas entre los mismos; en segundo lugar quedaron los tratamientos C y D con 62.8 y 67.0 cm respectivamente y en tercer lugar quedaron los tratamientos A y B (59.3 y 59.6 cm de altura respectivamente). A los 60 dds los tratamientos E y F mantiene las mayores alturas (114.1 y 115.4 cm respectivamente) sin diferencias estadísticas entre ellos y difiriendo significativamente con el resto de los tratamientos. Finalmente a los 75 dds la mayor altura se reporta siempre en los tratamientos E y F con 148.8 y 152.8 cm respectivamente; en segundo lugar quedó el tratamiento D con 136.5 cm; en tercer lugar quedaron los tratamientos B y C y en último lugar quedó el tratamiento A con 125.4 cm de altura. Este comportamiento de la altura a incrementarse a medida que se aumentan las poblaciones, se debe a la competencia entre planta y planta por la luz solar, ya que al aumentar el número de plantas por área, las plantas entran en competencia entre ellas mismas por la luz solar y se ahílan, conllevando a un incremento significativa en la altura.

Estos resultados corroboran lo planteado por Uriarte & Tapia (1987), quienes afirman que variando el arreglo de siembra se pueden aumentar las densidades de siembra, conllevando con esto a un incremento en la altura de planta, ya que la competencia entre planta y planta (por la luz, agua y nutrientes del suelo) hace que los tallos de las mismas se vuelvan mas delgados, entre nudos mas largos y por consiguiente las plantas mas altas.

Tabla 3. Efecto de diferentes arreglos de siembra sobre la altura de planta en cm. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

Tratamientos	30 dds	45 dds	60 dds	75 dds
A	16.5 a	59.3 b	98.8 bc	125.4 d
B	15.6 a	59.6 b	102.6 b	130.0 c
C	17.0 a	62.8 ab	103.1 b	130.7 c
D	16.7 a	67.0 ab	108.6 ab	136.5 b
E	18.5 a	71.3 a	114.1 a	148.8 a
F	16.8 a	72.6 a	115.4 a	152.8 a
C.V.(%)	9.2	5.5	5.3	6.1
ANDEVA	NS	*	*	*

### 3.1.2. Diámetro del tallo

La capacidad de los tallos de una variedad de permanecer erecta en el campo sin pérdida de grano tiene gran importancia para la obtención de altos rendimientos. El acame se produce como resultado del encorvado o rotura de los tallos, debido a su poco vigor (Poehlman, 1985).

El diámetro del tallo es una característica varietal y puede variar en dependencia de la variedad. No obstante, el mismo puede verse afectado, en plantas de una misma variedad, por las densidades de siembra.

El efecto que tienen los arreglos de siembra sobre esta variable se presenta en la Tabla 4. Se puede observar que a los 30 dds no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos pero sí a los 45, 60 y 75 dds. A los 45 dds, el mayor diámetro lo presentó el tratamiento A (0.97 cm) difiriendo estadísticamente con el resto de los tratamientos. En segundo lugar quedó el tratamiento B (0.91 cm) difiriendo estadísticamente con el resto de tratamientos. En tercer lugar quedaron los tratamientos C y D (0.83 y 0.82 cm de grosor respectivamente). Los menores diámetros se obtuvieron con los tratamientos E y F con 0.74 y 0.72 cm respectivamente. A los 60 dds en primero y segundo lugar se mantienen los tratamientos A y B (1.34 y 1.75 cm). En tercer lugar y sin diferencias significativas entre ellos quedaron los tratamientos C, D, E y F. Finalmente, a los 75 dds en primer se mantienen el tratamiento A (1.75 cm); en segundo lugar los tratamientos B y C (1.50 cm y 1.40 cm); en tercer lugar los tratamientos D y E (1.29 y 1.26 cm). El menor diámetro se dio con el tratamiento F (1.09 cm). Este comportamiento del diámetro a disminuir a medida que se aumentan las densidades de planta (producto del arreglo de siembra) se debe a que existe una relación inversamente proporcional entre el número de plantas por unidad de área y el diámetro del tallo, ya que al aumentarse el número de plantas por área, las plantas alargan su entrenudo por efecto de la competencia intraespecífica por la luz solar, conllevando con esto a una disminución del diámetro del tallo.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Aguilar & Dávila (1993), en un estudio de rotación de cultivos de sorgo y maíz, en donde reportan valores del diámetro del tallo del sorgo que oscilo desde 0.99 hasta 1.50 cm y con diferencias significativas entre los mismos.

Tabla 4. Efecto de diferentes arreglos de siembra sobre diámetro del tallo en cm. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

Tratamientos	30 dds	45 dds	60 dds	75 dds
A	0.63 a	0.97 a	1.34 a	1.75 a
B	0.60 a	0.91 ab	1.25 ab	1.50 b
C	0.57 a	0.83 bc	1.08 c	1.40 b
D	0.56 a	0.82 bc	1.04 c	1.29 c
E	0.51 a	0.74 c	0.99 c	1.26 c
F	0.49 a	0.72 c	0.94 c	1.09 d
C.V.(%)	9.78	9.89	11.81	12.80
ANDEVA	NS	*	*	*

### 3.1.3. Numero de hojas por planta

El cultivo del sorgo desarrolla de 7 a 24 hojas/planta, y las mismas van a estar en dependencia de la variedad, condiciones agroecológicas y manejo que se le de al cultivo. Las hojas son los órganos primarios en el proceso de la fotosíntesis, por lo que tienen una relación directamente proporcional con el crecimiento y rendimiento del cultivo (Peña, 1989).

Los resultados indican diferencias significativas entre los arreglos de siembra en muestreos realizados a los 45, 60 y 75 dds. A los 30 dds el número de hojas/planta se mantuvo entre 3 y 4 hojas y sin diferencias significativas entre los tratamientos. Esta no significancia encontrada a los 30 dds se debe a que en este período el crecimiento del cultivo es lento y es a partir de los 30 dds en que el crecimiento se acelera, conllevando a que se produzcan mas hojas/planta. A los 45 dds se desarrollaron entre 8 y 5 hojas/planta, siendo los tratamientos A, B y C quienes desarrollaron el mayor número de hojas (8 hojas/planta) y los tratamientos D, E y F desarrollaron 5 hojas/plantas. Este comportamiento de los tratamientos se mantiene a los 60 y 75 dds en donde se puede observar que se mantiene solamente dos categorías estadísticas bien definidas: en primer lugar los tratamientos A, B, y C. En segundo lugar los tratamientos D, E y F.

Con estos resultados se demuestra que al aumentarse las densidades de plantas por efecto de los diferentes arreglos de siembra, se afecta significativamente el número de hojas/planta, lo cual viene a confirmar lo planteado por Peña (1989), quien afirma que a diferentes densidades de siembra habrá diferentes número de hojas/planta.

Tabla 5. Efecto de diferentes arreglos de siembra sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, Nagarote, León. Postrera de 1999

Tratamientos	30 dds	45 dds	60 dds	75 dds
A	4 a	8 a	10 a	13 a
B	3 a	8 a	10 a	13 a
C	4 a	8 a	10 a	13 a
D	3 a	5 ab	7 ab	10 ab
E	3 a	5 ab	7 ab	9 ab
F	3 a	5 ab	8 ab	9 ab
C.V.(%)	5.4	4.6	5.0	7.7
ANDEVA	NS	*	*	*

### 3.2. Efecto de arreglos de siembra sobre el rendimiento y sus principales componentes

#### 3.2.1. Longitud de panoja (cm)

La panoja es una continuación del eje vegetativo, esta puede ser compacta o suelta según la distancia entre ramillas, posición, longitud o densidad de las flores por rama. La longitud de panoja es un componente fundamental del rendimiento de grano y la misma es inversamente proporcional a su diámetro (Miller 1980).

A través del análisis estadístico realizado a la variable longitud de panoja (Tabla 6), se encontró que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, al analizar el comportamiento numérico de las medias se pueden observar pequeñas diferencias entre

tratamientos. El tratamiento C obtuvo la mayor longitud de panoja (25.6 cm). Estas diferencias en longitud de panoja, pudieran deberse al efecto que ejercieron las densidades de siembra sobre este componente y que la misma se manifiesta en una mayor longitud en el tratamiento C, donde la planta posiblemente dispone de un espacio óptimo para realizar sus funciones fisiológicas en la etapa de espigamiento y hace que la misma desarrolle todo su potencial con relación a esta variable. La no significancia para esta variable ha sido reportada por García (1997) en un estudio de diferentes prácticas culturales en el cultivo del sorgo, en donde no encontró diferencias significativas entre tratamientos. Este autor reporta que el comportamiento numérico de las medias de longitud de panoja osciló entre 21.5 a 25.1 cm, sin diferencias significativas entre ellas.

### **3.2.2. Número de ramillas por panoja**

El número de ramillas/panoja es una característica propia para cada variedad y forma parte de la fase reproductiva del sorgo. Es utilizada muy a menudo en estudios con fines de descripción varietal, y la misma puede verse afectada por el manejo que se le dé al cultivo, siendo la densidad de siembra un factor determinante para este componente del rendimiento (García, 1985).

En este estudio, el número de espiguilla/panoja mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los arreglos de siembra ejercieron efecto sobre el número de espiguilla/panoja (Tabla 6). El tratamiento C desarrolló el mayor número (51 espiguilla) difiriendo estadísticamente con el resto de los tratamientos. En segundo lugar los tratamientos A y B obtuvieron 48 y 47 espiguilla/panoja respectivamente y en último lugar quedaron los tratamientos D, E y F con 32, 33 y 32 espiguilla/panoja respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos, pero difiriendo estadísticamente con el resto de los tratamientos.

Con estos resultados se demuestra que variando el arreglo de siembra se altera el comportamiento de este carácter, y no contradice a los resultados obtenidos por Lazo & Martínez (1994), quienes no encontraron diferencias significativas para el número de espiguilla/panoja en un estudio de diferentes tipos de labranza en el cultivo del sorgo, y ni a los de Aguilar & Dávila (1993) en otro estudio de comportamiento de malezas en sorgo que tampoco encontraron

diferencias significativas para la variable número de espiguilla/panoja, dado que en ambos ensayos se establecieron bajo un solo arreglo de siembra.

### **3.2.3. Número de granos por ramilla**

El número de granos/ramilla es el principal componente del rendimiento de grano. Estudios realizados por Ruiz & Obregón (1993) encontraron una relación directamente proporcional del número de granos/ramilla con el número de ramillas/panoja. Ellos plantean que esta variable incide marcadamente en el rendimiento.

En cuanto a la influencia de los arreglos de siembra sobre el número de granos/espiguilla, se encontró que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (Tabla 6). El tratamiento C se destaca en el primer lugar con 28 granos/espiguilla y difiriendo estadísticamente con el resto de los tratamientos. En segundo lugar quedaron los tratamientos A y B (24 y 25 granos/espiguilla respectivamente) y en tercer lugar quedaron los tratamientos D, E y F con 23, 22 y 21 granos/espiguilla respectivamente. Estos resultados corroboran lo planteado por Picado (1989), quien afirma que la variable granos/espiguilla tiende a disminuir a altas densidades de siembra.

### **3.2.4. Numero de granos/panoja**

El número de granos/panoja es una característica genética propia de cada variedad y esta influenciada por las condiciones ambientales y manejo que se le dé al cultivo. Por lo tanto, el número de granos/panoja decrece a altas densidades de planta (Alvarado, 1993).

En la Tabla 6 se presentan los resultados del análisis de varianza y separación de medias por Duncan ( $\alpha$  5 %) para la variable granos/panoja. Existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, siendo el Tratamiento C el que alcanzó el mayor número de granos/panoja (1400 granos); en segundo lugar quedaron los tratamientos A y B con 1150 y 1170 granos/panoja

y en tercer, cuarto y quinto lugar quedaron los tratamientos D, E y F con 800, 710 y 660 granos/panoja respectivamente.

Tabla 6. Efecto de arreglos de siembra sobre: longitud de panoja en cm, ramillas/panoja, granos/ramillas y granos/panoja. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

Tratamientos	Longitud de panoja (cm)	Ramillas/panoja	Granos/ramillas	Granos/panoja
A	22.9 a	48 ab	24 b	1 150 b
B	24.1 a	47 ab	25 b	1 170 b
C	25.6 a	51 a	28 a	1 400 a
D	24.7 a	35 b	23 c	800 c
E	24.7 a	33 b	22 c	710 d
F	24.4 a	32 b	21 c	660 e
C.V.(%)	7.7	19.20	23.59	18.36
ANDEVA	NS	*	*	*

### 3.2.5. Plantas acamadas/ha

El número de plantas acamadas es un factor de suma importancia ya que influye en el rendimiento del cultivo. Altas densidades de población disminuyen el diámetro del tallo, lo cual incrementa la susceptibilidad al acame (Alvarado 1999).

En la Tabla 7 se presentan los resultados estadísticos de esta variable, en la cual se aprecia que los tratamientos E y F presentaron los mayores valores (9 259 y 10 185 plantas acamadas/ha) sin diferencias significativas entre ellos y difiriendo con el resto de los tratamientos; en segundo lugar quedó el tratamiento D con 7 407 plantas camadas/ha; en tercer lugar quedaron los tratamientos B y C con 2 778 plantas acamadas/ha y el valor más bajos se alcanzó con el

tratamiento A. Estas diferencias encontradas entre los arreglos de siembra, se debe al acame que sufrieron las plantas producto del debilitamientos del grosor del tallo como efecto de respuesta de las plantas a los distintos tratamientos evaluados. Estos resultados coinciden con los de otros investigadores quienes han trabajados en arreglos de siembra en otros cultivos, así, Cuadra (1988), López (1990), Olivas y Munguía (1999) quienes mencionan que al aumentar el número de plantas por área como producto del arreglo de siembra, tiende a incrementarse el acamado del cultivo.

### **3.2.6. Plantas cosechadas/ha**

El número de plantas cosechadas es uno de los componentes más importante para determinar el rendimiento de un cultivo. Por lo general, el número de plantas cosechadas no coincide con el número de plantas germinadas, ya que el cultivo en todo su ciclo está influenciado por diferentes factores que pueden reducir la población (López, 1993).

En este estudio, la población inicial de plantas/ha se ajustó a la descrita en la Tabla 2 y la población final se presenta en la Tabla 7 donde se puede apreciar diferencias significativas entre tratamientos. La diferencias encontradas en los tratamientos sobre la población final se deben a que la población inicial una vez establecida después del raleo, se vio afectada durante el crecimiento y desarrollo de la plantación por el factor climático del viento. Producto de esto, fueron cayeron plantas en su etapa temprana de desarrollo, incrementándose estas en aquellos tratamientos con mayores densidades de siembra.

García (1997), plantea que al incrementar el número de plantas por unidad de superficie, se reduce el peso individual de estas y es mayor la competencia cuando las plantas están mas próximas entre si.

### **3.2.7. Peso de mil semillas**

El peso de la semilla depende de la variedad y se determina durante la fase de llenado del grano. Esta variable demuestra la capacidad que tiene la planta de trasladar los nutrientes acumulados en el tallo (durante su desarrollo vegetativo) al grano en la etapa reproductiva (Flores & García, 1998).

Al analizar el peso de mil semillas (Tabla 7) no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. No obstante, si se analiza el comportamiento numérico de las medias de tratamientos se puede apreciar que el valor de las misma se van incrementando hasta el tratamiento C (18.3 gramos) y decrece en los tratamientos D, E y F. Estos resultados son corroborados por Olivas y Munguía (1999) en un estudio de siete densidades de siembra en el cultivo del sorgo. Estos autores no encontraron diferencias significativas para la variable peso de mil granos, sin embargo, el comportamiento numérico de las medias disminuyó cuando se incrementó mas alta de la densidad óptima.

### **3.2.8. Rendimiento de grano (kg/ha)**

El rendimiento de grano es la variable principal en cualquier cultivo y determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad. Esta determinado por el genotipo del cultivo, la ecología y manejo que se le dé a la plantación, tomando muy en cuenta la densidad de plantas por unidad de área (Alvarado, 1999).

Según el análisis de varianza, existe un efecto real de los arreglos de siembra evaluados. La separación de medias por Duncan ( $\alpha = 5$ ) indica que el tratamiento C fue el mejor, con un rendimiento de 4 975 kg/ha y difiriendo estadísticamente con el resto de tratamientos; en segundo y tercer lugar se ubican los tratamientos B y A con 3 467 y 3 255 kg/ha respectivamente. Finalmente, en cuarto lugar quedaron los tratamientos E y F con rendimiento de 2 438 kg/ha (Tabla 7). Estos resultados demuestran que variando el arreglo de siembra se aumentan los rendimientos del cultivo hasta llegar a un punto en donde el espacio vital entre planta y planta esta

en equilibrio y la competencia entre las plantas por el agua, luz y nutrientes del suelo se minimiza, dando como resultado el aprovechamiento al máximo de estos recursos y manifestándose con un incremento en los rendimientos.

Estos resultados son corroborados por otros estudios de arreglos de siembra en diferentes cultivos, así Uriarte & Tapia (1987) y Olivas & Munguía (1999) en el cultivo del ajonjolí y Cajina & Membreño (1999) en el cultivo de la soya. Esos investigadores encontraron que al aumentar las densidades de siembra se aumentan los rendimientos hasta llegar a la densidad óptima; a partir de ahí, si se siguen aumentando las densidades el rendimiento disminuye.

Tabla 7 Efecto de arreglos de siembra sobre: Plantas acamadas/ha, plantas cosechadas/ha, peso de 1000 semillas en gramos y rendimiento de granos en kg/ha. Finca La Concepción, Nayarote León. Postrera de 1999

Tratamientos	Plantas acamadas/ha	Plantas cosechadas/ha	Peso 1000 semillas en gramos	Rendimiento de grano (kg/ha)
A	1 852 d	158 333 c	17.9 a	3 255 bc
B	2 778 c	166 250 c	17.8 a	3 467 b
C	2 778 c	190 000 b	18.3 a	4 975 a
D	7 407 b	188 571 b	17.6 a	2 652 c
E	9 259 a	198 000 b	17.1 a	2 438 d
F	10 185 a	224 889 a	16.2 a	2 438 d
C.V.(%)	5.8	6.73	4.26	7.85
ANDEVA	*	*	*	*

### 3.3. Análisis económico

Con el propósito de determinar el tratamiento más rentable, se llevó a cabo el análisis económico de los arreglos de siembra, tomando en cuenta el presupuesto parcial, el análisis de dominancia y el análisis marginal, tal como lo propone la metodología del CIMMYT (1988).

### 3.3.1. Presupuesto parcial

Para la realización de este presupuesto, se tomaron en cuenta los precios vigente durante el desarrollo del estudio y el precio del sorgo al momento de la cosecha fue de C\$ 70 córdobas por saco de 45.45 kg de peso.

En la Tabla 8 se presenta el presupuesto parcial de los 9 tratamientos en estudio. Se pueden observar que la primera línea del presupuesto presenta los rendimientos medios obtenidos de cada tratamiento. Estos rendimientos se ajustaron a un 10 %, con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento, tal como se puede observar el rendimiento ajustado en la línea cuatro. Si se observa la línea 9, se pueden apreciar el total de los costos variables para cada tratamiento, alcanzando el mayor costo variable en el tratamiento C, pero su vez, este tratamiento generó el mayor beneficio neto de 3,585.88 córdobas/ha.

Tabla 8. Presupuesto parcial de los tratamientos. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

Componentes del presupuesto parcial	Tratamientos					
	A	B	C	D	E	F
Rendimiento kg/ha	3,255.0	3,467.0	4,975.0	2,652.0	2,438.0	2,438.0
Ajuste del rendimiento (10 %)	325.5	346.7	497.5	265.2	243.8	243.8
Rendimiento ajustado	2,929.5	3,120.3	4,477.5	2,386.8	2,194.2	2,194.2
Beneficio bruto de campo	3,591.1	3,825.0	5,488.7	2,925.8	2,689.7	2,689.7
Costo de transporte	496.3	528.6	758.6	404.4	371.7	371.7
Costo de cosecha	204.6	217.9	312.8	166.7	153.2	153.2
Costo de la semilla	630.38	661.9	756.4	810.4	846.5	959.1
Total de costos variable	1,406.40	1,483.5	1,902.9	1,456.6	1,446.6	1,559.7
Beneficios netos	2,184.76	2,341.4	3,585.8	1,469.2	1,243.1	1,130.1

### 3.3.2. Análisis de Dominancia

Con el fin de eliminar aquellos tratamientos que tengan beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento con costos variables menores (tratamiento dominado), se realizó el análisis de dominancia a los tratamientos en estudio, observándose que los tratamientos E, D y F, resultaron dominados (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis de dominancia de los tratamientos. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

Tratamientos	Costos Variables.	Beneficios netos	Tratamiento dominado (D)
A	1,406.40	2,184.76	
E	1,446.60	1,243.18	D
D	1,456.64	1,469.24	D
B	1,483.57	2,341.47	
F	1,559.47	1,130.31	D
C	1,902.90	3,585.88	

### 3.3.3. Análisis marginal

En el análisis marginal, se calculó la tasa de retorno marginal entre los tratamientos no dominados y se comparó esa tasa de retorno con la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor. Para este estudio, la tasa de retorno mínima aceptable fue del 150 por ciento (CIMMYT, 1988).

En la Tabla 10 se presentan los resultados del análisis marginal, el cual muestra el beneficio que se obtiene cuando se pasa de un tratamiento a otro. Se puede apreciar que la mayor tasa de retorno marginal se obtuvo al pasar del tratamiento B al C, con una tasa de retorno marginal del 296.76 por ciento, (muy por encima de la tasa de retorno mínima aceptable para este estudio). Esto significa que por cada córdoba invertido en la aplicación del tratamiento C se obtiene 2.9676 córdobas de ganancia, además del córdoba invertido.

Tabla 10. Análisis marginal. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

<b>Tratamiento</b>	<b>Costos que varían (C\$/ha)</b>	<b>Costos marginales (C\$/ha.)</b>	<b>Beneficios netos (\$/ha)</b>	<b>Beneficios netos marginales (\$/ha)</b>	<b>Tasa de retorno marginal (%)</b>
A	1,406.40	----	2,184.76	-----	-----
B	1,483.57	77.18	2,341.47	156.72	203.06
C	1,902.90	419.33	3,585.88	1,244.41	296.76

#### **IV CONCLUSIONES**

Con los resultados obtenidos de esta investigación se llegan a las siguientes conclusiones:

1. Para las variables altura, diámetro y hojas/planta, los tratamientos no ejercieron diferencias significativas a los 30 días después de la siembra.
2. El efecto de las densidades de siembra sobre altura, diámetro y hojas/planta, se manifestó a los 45, 60 y 75 días después de la siembra.
3. Para las variables longitud de panoja y peso de mil granos en gramos, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados.
4. Los componentes del rendimiento, número de ramillas/ panoja, granos/ramilla, granos/panoja, plantas acamadas/ha, plantas cosechadas/ha, y rendimiento en kg/ha presentaron diferencias significativas entre los arreglos evaluados.
5. De los seis arreglos de siembra evaluados, el análisis de varianza y económico indican que el Tratamiento C (0.5 metro entre surco y 10 plantas por metro lineal) fue quien obtuvo el mayor rendimiento (4 975 kg/ha) y la más alta rentabilidad económica, con una tasa de retorno marginal del 297 por ciento.

## **V RECOMENDACIONES**

1. **Repetir este ensayo en diferentes localidades del país, para comprobar los resultados obtenidos en esta investigación.**
2. **Bajo las mismas condiciones en que se desarrollo este experimento, se recomienda sembrar a la variedad Pinolero a una distancia entre surco de 0.5 m y dejando 10 plantas por metro lineal, ya que este arreglo de siembra presentó el mayor rendimiento y la mayor tasa de retorno marginal en el análisis económico.**

## VI LITERATURA CITADA

- Aguilar, S. P. & Davila, M. L. 1993. Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y pepino (*Cucumis sativus* L). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 55 p.
- Alemán, F. & Tercero, I. 1991. Inventario de la información generada en agronomía (relación clima-suelo-planta-hombre) en granos básicos: arroz, maíz, sorgo y frijol en Nicaragua. PRIAG/UNA. Managua, Nicaragua. 72 p.
- Alvarado, L. M. 1993. Estudio del efecto de diferentes cultivos leguminosos sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 65 p.
- Alvarado, D. N. A. 1999. Transformación de tres componentes del sistema tradicional del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) hacia una producción sostenible en la variedad. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua. 70 p.
- Avila, J. Hernández, J. & Acevedo, T. 1992. Efecto de la distancia de siembra entre hileras sobre el comportamiento de cuatro variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Estación Experimental de Portuguesa, Venezuela. *Agronomía Tropical* 42 (5-6): 307-320 p.
- Cajina, M. & Membreño, F. 1999. Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la soya (*Glycine max* L.). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 45 p.

- Compton, L. P. 1985. La investigación en sistemas de protección con sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en Honduras. Aspectos agronómicos. INTSOSRMI, CYMMYT. México, D.F. 360 p.
- Cristiani, B. A. 1987. Instructivo del cultivo del sorgo. Edición 1987, Guatemala, Cristiani Burkard, S. A. 60 p.
- Cuadra, R. M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y población sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6. Tesis Ing. Agrónomo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 67 p.
- Flores, M. K. & García, G. J. 1998. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento del nitrógeno, sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L) variedad Mexicana y análisis económico de los tratamientos. Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 50 p.
- García, G. C. 1985. Descripción varietal del sorgo. 9 p.
- García, S. H. 1997. Evaluación de diferentes prácticas culturales sostenibles y su impacto sobre la cenosis de las malezas, granos básicos y leguminosas. Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 85 p.
- Holdrige, L. R. 1976. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José de Costa Rica. 211 p.
- Lazo, M. & Martínez, F. J. 1994. Efecto de labranza, rotación y control de malezas sobre la cenosis de malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y oca (*Abelmoschus sculentus* L.). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 65 p.

- López, J. A. & Galeato, A. 1982. Efecto de competencia en distintos estados de crecimiento del sorgo. Publicaciones técnicas No. 25 INTA. Argentina 20 p.
- López, B. L. 1990. Maíz en Cereales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 391 p.
- López, M. J. 1993. Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento en soya (*Glycine max* L) y ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua. 60 p.
- MAG. 1971. Manual practico para interpretación de suelos. Catastro e Inventario de Recursos Naturales. Managua, Nicaragua. 39 p.
- Miller, F. R. 1980. Crecimiento y desarrollo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). En estudios FAO. Producción y protección vegetal. 135 p.
- Monterrey, C. C. 1997. Dosis y momento de aplicación de fertilizante nitrogenado: efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del sorgo(*Sorghum bicolor* L. Moench). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 45 p.
- Pacheco, G. A., 1991. Efecto de herbicida y mezclas sobre la cenosis de las malezas, crecimiento, rendimiento y desarrollo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 45 p.
- Olivas, J. & Munguía, F. 1999. Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 45 p.
- Peña, S. E. 1989. Influencia de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 40 p.

- Picado, J. 1989. Influencia de diferentes métodos de control de malezas al crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 65 p.
- Pineda, L. L. 1988. Manejo de la densidad y la relación óptima de siembra en el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). II Congreso Nacional de Granos Básicos. Las Nubes, El Crucero. Managua, Nicaragua. 20 p.
- Pineda, L. L. 1997. La producción de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) granífero en Nicaragua y su manejo bajo condiciones de secano. Instructivo Técnico, INTA-CNIA, Managua, Nicaragua. 55 p.
- Poehlman, C. 1985. Mejoramiento genético de la cosecha de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Universidad de Missouri. Editorial Limusa. México, D. F. 302 p. .
- Ruiz, R. K. & Obregón, P. R. 1993. Influencia de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y pepino (*Cucumis sativus* L.). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 40 p.
- Uriarte, E. A. & Tapia, O. H. 1997. Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) variedad Mexicana. Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 50 p.

- Picado, J. 1989. Influencia de diferentes métodos de control de malezas al crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 65 p.
- Pineda, L. L. 1988. Manejo de la densidad y la relación óptima de siembra en el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). II Congreso Nacional de Granos Básicos. Las Nubes, El Crucero. Managua, Nicaragua. 20 p.
- Pineda, L. L. 1997. La producción de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) granífero en Nicaragua y su manejo bajo condiciones de secano. Instructivo Técnico, INTA-CNIA, Managua, Nicaragua. 55 p.
- Poehlman, C. 1985. Mejoramiento genético de la cosecha de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Universidad de Missouri. Editorial Limusa. México, D. F. 302 p. .
- Ruiz, R. K. & Obregón, P. R. 1993. Influencia de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y pepino (*Cucumis sativus* L.). Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 40 p.
- Uriarte, E. A. & Tapia, O. H. 1997. Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) variedad Mexicana. Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 50 p.