

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

I S C A

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE NITROGENO Y -
CUATRO DOSIS DE SIEMBRA SOBRE CRECIMIENTO,
DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL SORGO .**

(Sorghum bicolor L. Moench.)

VARIEDAD "T-E DINERO "

Autor

Amilcar Aguilar Carrillo

Asesor

Camilo Somarriba

MANAGUA, NICARAGUA, MARZO 1988

D E D I C A T O R I A

A mis Padres :

ALBERTO AGUILAR ANTON

YELBA CARRILLO OCAMPO

A mis Hermanos :

MARLON AGUILAR CARRILLO

SANDRA AGUILAR CARRILLO

A mi Familia

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

A mis hermanos, compañeros de clase y trabajo :

Pedro Baca Caballero

Luis Cuadra Alvarez

Carlos Barahona Zamora

Juan Avelares Santos

Francisco Guzmán García

Johnny Ampié García

Alcides Benavides Morales

A mi asesor : Camilo Somarriba

A los docentes de la Escuela de Producción Vegetal :

Héctor Lizarraga

Denis Salazar

A los trabajadores de la Finca "El Plantel".

CONTENIDO

Sección	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN.....	vi
I.- INTRODUCCION	1
II.- MATERIALES Y METODOS	3
1.- Descripción del ensayo	3
2.- Manejo del ensayo	7
III.- RESULTADOS Y DISCUSION	8
1.- Efectos del nitrógeno sobre crecimiento y desarrollo del cultivo	8
1.1- Area Foliar	8
1.2 - Longitud de Exersión	9
1.3- Longitud de Panojas	9
1.4- Altura de Planta	10
2.- Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes ..	11
2.1- Peso de grano por panoja	11
2.2- Peso de mil granos	11
2.3- Porcentaje de humedad del grano	12
2.4- Número de plantas cosechadas por parcela útil	12
2.5- Panojas cosechadas por parcela útil	12
2.6- Rendimiento en grano	13
3.- Efecto de las dosis de siembra sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo	14
3.1- Area Foliar	14

Sección	Pág.
3.2- Longitud de exersión.....	15
3.3 Longitud de Panojas	16
3.4- Altura de Planta	16
4.- Efecto de las dosis de siembra sobre el rendimiento y sus componentes	17
4.1- Peso de grano por panoja	17
4.2- Peso de mil granos	18
4.3- Porcentaje de humedad del grano	18
4.4- Número de plantas cosechadas por parcela útil	18
4.5- Rendimiento en grano	19
5.- Efecto de la interacción Nitrógeno - Dosis de siembra so- bre el rendimiento	20
IV.- CONCLUSIONES	23
V .- RECOMENDACIONES	24
VI.- BIBLIOGRAFIA	25

INDICE DE CUADROS

Quadro	Pág.
Nº	
1.- Análisis de suelo al inicio del ensayo	1
2.- Análisis de suelo al final del ensayo	5
3.- Descripción de los tratamientos	6
4.- Efecto del nitrógeno sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo ...	9
5.- Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes	11
6.- Efecto de las dosis de siembra sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo	15
7.- Efecto de las dosis de siembra sobre el rendimiento y sus componentes	18
8.- Efecto de la interacción nitrógeno - dosis de siembra sobre el rendimiento	21

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
Nº		
1.-	Grafico del clima según Walther y Lieth (1960)	4
2.-	Efecto del nitrógeno sobre altura de planta durante el ciclo vege- tativo	10
3.-	Efecto de las dosis sobre la altura de planta durante el ciclo vege- tativo	17
4.-	Comportamiento del rendimiento en respuesta a la interacción nitrógeno - dosis de siembra	20

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en la Finca "EL PLANTEL" Managua, en el período comprendido del 22 de Agosto - 3 de Diciembre de 1987. Los factores estudiados fueron tres niveles de nitrógeno (42,60, 72.29, 101.98 Kg/ha) y cuatro dosis de siembra (7.74, 11.61, 15.49, 19.36 Kg/ha de semilla). Se planteo como objetivos conocer el efecto de los niveles de nitrógeno y las dosis de siembra sobre el crecimiento y desarrollo del sorgo, determinar el nivel de nitrógeno y la dosis de siembra que propicien los mayores rendimientos, además determinar el grado de interacción de estos factores y su efecto sobre el rendimiento. El diseño empleado fué el de parcelas divididas, colocando los niveles de nitrógeno en la parcela principal y las dosis de siembra en la sub parcela. Los niveles de nitrógeno estudiados no mostraron diferencias significativas sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo, sin embargo, los rendimientos aumentaron a medida que aumento el nitrógeno. Para las dosis de siembra evaluadas se obtuvieron diferencias significativas sobre el rendimiento: los mayores rendimientos se obtuvieron con la dosis de 15.49 Kg/ha de semilla, aunque esta dosis de siembra estadísticamente es igual a la dosis de 11.61 y 19.36 Kg/ha, diferenciándose únicamente de la dosis de 7.74 Kg/ha con la cual se obtuvo el menor rendimiento. Igualmente este factor afecto el crecimiento y desarrollo del sorgo. Los mejores resultados sobre el rendimiento se obtuvieron con la interacción de 72.29 Kg/ha de nitrógeno y la dosis de siembra de 15.49 Kg/ha de semilla.

I. INTRODUCCION

El sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench) es el cuarto cereal del mundo en área plantada, en Nicaragua se ha ubicado entre los cultivos de mayor área sembrada, adquiriendo mayor importancia principalmente por la demanda como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados para la producción pecuaria y como una fuente alimenticia con perspectiva para la alimentación humana.

La amplia distribución de este cultivo a nivel nacional y la gran diversidad de suelos donde se siembra, no permiten obtener los rendimientos potenciales de las variedades cultivadas. Esto se ve agravado por los desacuerdos existentes sobre dos aspectos muy importantes en el MANEJO del cultivo como son : FERTILIZACION NITROGENADA Y DOSIS DE SIEMBRA, factores muy relacionados que merecen ser estudiados para las distintas regiones donde se cultiva el grano, debido a que son altamente influenciados por las características agroecológicas de cada región.

Actualmente la información de la cual se dispone sobre los aspectos del manejo señalados anteriormente es relativamente poca y en algunos casos de escasa aplicación debido a su antigüedad, por lo cual se hace necesario lidar o rectificar esta información.

Cristiani (1987), recomienda el uso de 120 - 160 Kg/ha de nitrógeno y poblaciones de 215000 - 250000 plantas / ha. Salazar (S. F.), recomienda el uso de 9.67 - 16.33 Kg/ha de semilla en dependencia de las prácticas agrícolas anuales predominantes en la región a cultivar.

El INTA (1976) recomienda el uso de 65-97 Kg/ha de nitrógeno en suelos de los arcillosos y francos respectivamente.

MIDINRA (1985) recomienda la aplicación de nitrógeno y el uso de 15.51 Kg/ha de semilla para la siembra,

Con el presente estudio se pretende conocer para las condiciones propias de los suelos ubicados en la serie ZAMBRANO el efecto de la fertilización nitrógenada y las dosis de siembra sobre el crecimiento y desarrollo del sorgo, determinar el nivel de nitrógeno y la dosis de siembra que propicien los mayores rendimientos, además determinar el grado de interacción de estos factores y su influencia sobre el rendimiento.

II. MATERIALES Y METODOS

1. DESCRIPCION DEL ENSAYO

El ensayo se llevó a cabo en la Finca "EL PLANTEL", ubicada geográficamente a una latitud norte 12°03' y longitud Oeste 86°06', altitud 200 msnm. El estudio se desarrolló en el período del 22 de Agosto al 4 de Diciembre de 1987.

De acuerdo a Holdrige (1966) la zona está clasificada como : Zona de vida transicional entre Bosque Tropical Seco y Bosque Sub-Tropical húmedo, la humedad relativa media anual es 67%, los datos de precipitación y temperatura se presentan en la figura (1).

Los suelos de la zona son de origen volcánico, presentan relieve con ondulaciones ligeras a fuertemente ondulado, ligeramente ácido, permeabilidad moderada a moderadamente alta, textura franco arcillo arenosa, molisoles ubicados en la serie Zambrano. En los Cuadros (1) y (2) se presentan los análisis de suelo al inicio y final del ensayo.

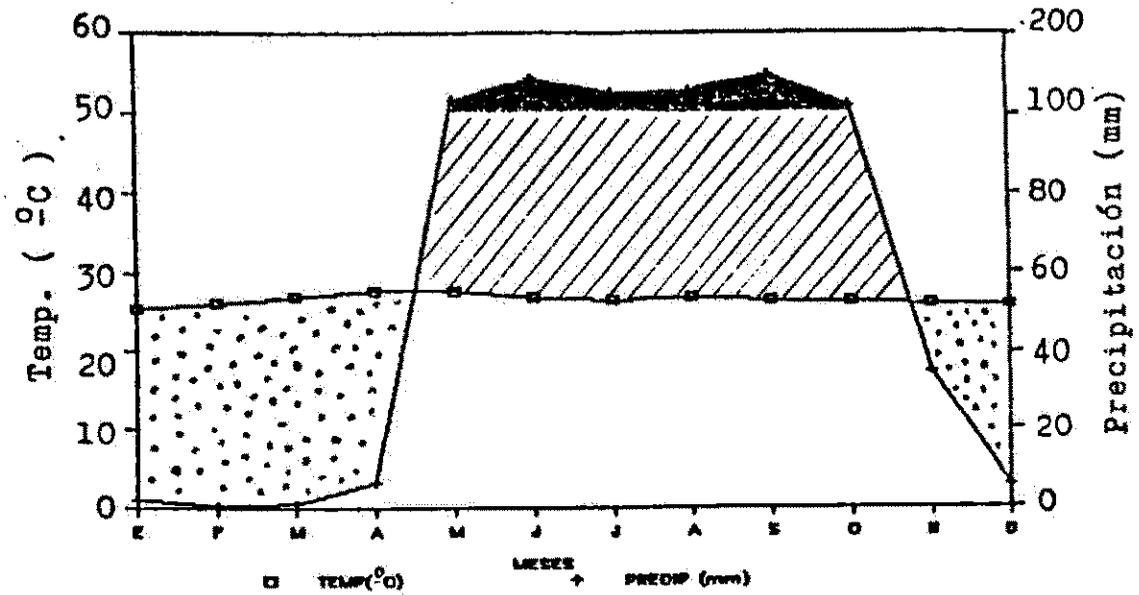
Quadro N° 1 Análisis de suelo al inicio del ensayo.

Profundidad (cm)	Meq/100 gr. de suelo			p p m					pH(H ₂ O)
	K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Cu	Zn	
0-20	1.4	31.5	11.3	10	20	101	22	3.2	6.2
20-40	1.4	32.0	12.2	5.8	22	78	22	3.0	6.2

Fuente : Dirección de estudios base suelos y agua. Sección de Fertilidad.

"A"

MASAYA, SAIMSA; T° media 26.43° C, p_p media anual 996.60 m m



"B"

MASAYA, SAIMSA; T° media $28^{\circ}.20$ C, p_p anual 859 m m

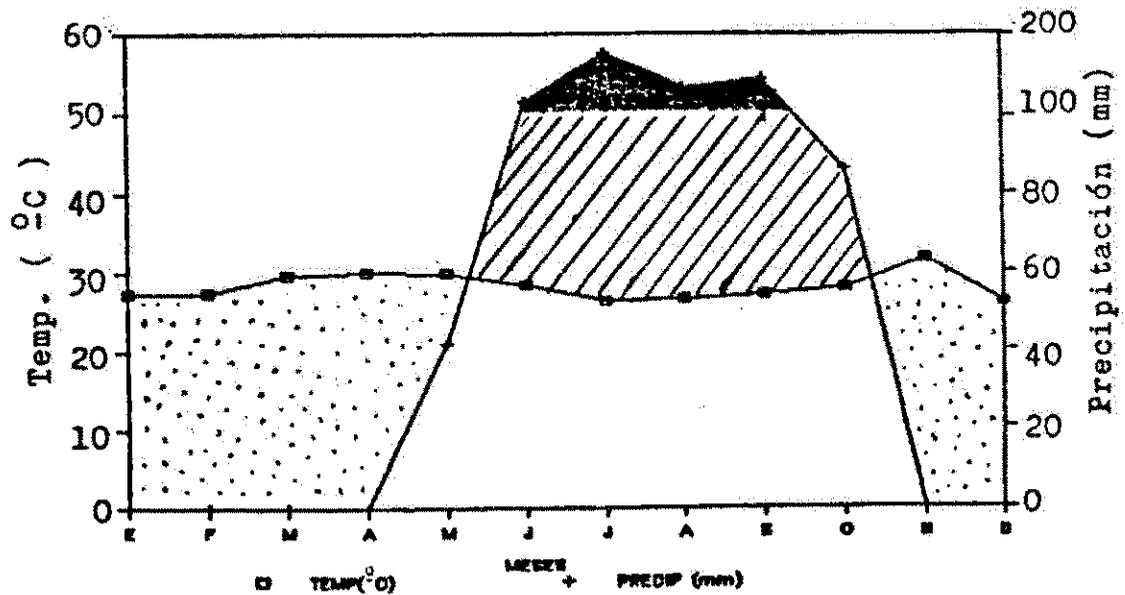


Fig. N° 1. Gráfico del Clima según Walther y Lieth (1960).

A- Período 1968 - 1986

B- Año 1987

Cuadro N° 2 Análisis de suelo al final del ensayo

Tratamiento	M. O. (%)	P(ppm)	pH	
			H ₂ O	KCL
N1xD1	3.36	1.82	6.8	6.0
N1xD2	3.87	2.72	6.8	5.6
N1xD3	3.75	3.10	6.8	5.6
N1xD4	3.81	3.70	6.8	5.9
N2xD1	3.47	2.84	6.6	5.9
N2xD2	3.86	2.93	6.7	6.0
N2xD3	3.81	2.93	6.8	6.3
N2xD4	3.84	2.46	6.8	6.0
N3xD1	3.64	3.18	6.5	6.1
N3xD2	3.97	3.44	6.2	5.9
N3xD3	3.92	3.52	6.5	5.9
N3xD4	3.84	2.93	6.5	5.9

Nota : Profundidad analizada (0-25 cm).

Fuente : Laboratorio de suelos. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.

El diseño utilizado fue en parcelas divididas, con cuatro replicas, se evaluaron tres niveles de nitrógeno y cuatro dosis de siembra, la combinación de estos niveles nos permitió evaluar doce tratamientos. En el Cuadro (3), describimos la conformación de los tratamientos.

Quadro N° 3 Descripción de los tratamientos.

Parcela Principal		Subparcela	
NIVELES DE NITROGENO		DOSIS DE SIEMBRA	
Nivel	Kg/ha de N	Nivel	Kg/ha de semilla
n ₁	42.60	d ₁	7.74
n ₂	72.29	d ₂	11.61
n ₃	101.98	d ₃	15.49
		d ₄	19.36

El área de la sub-parcela fué 13.71 m² (5.0m * 2.74 m), se utilizó como parcela útil un área de 9.14 m² (5.0m * 1.82 m), el área experimental utilizada fué 927.08 m².

Variables estudiadas.

Crecimiento y Desarrollo :

- Area foliar (cm²). Fué medida al momento de la floración.
- Altura de planta (cm).

Rendimiento :

- Panojas cosechadas por parcela útil.
- Longitud de panojas (cm).
- Longitud de exersión (cm).
- Peso de mil granos (g) 75°C durante 72 horas al horno.
- Porcentaje de humedad del grano.
- Rendimiento en grano (Kg/ha).
- Número de plantas cosechadas por parcela útil.

El área foliar se determinó por el método indirecto señalado por Jiménez y Mendoza (1981), se utilizó el método "B" indicado por estos autores.

población, siendo las principales plagas Spodoptera sp y Stigmene acrea Drury.

Para plagas del grano se hizo una aplicación preventiva al inicio de la floración y se hizo otra a los diez días después de la primera, la principal plaga fué Contarinia sorghicola Coquillet.

Para control de malezas se utilizó Atrazina polvo mojable en pre-emergencia a razón de 2.4 Kg i.a / ha. Esta aplicación se complemento con el empleo de azadón durante los primeros treinta días después de la emergencia del cultivo.

III. RESULTADOS Y DISCUSION.

1. EFECTO DEL NITROGENO SOBRE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO

1.1 Area Foliar.

El nitrógeno juega un papel fundamental sobre el crecimiento vegetativo de las plantas, este elemento es uno de los principales componentes de los pigmentos fotosintéticos y por lo tanto tiene mucha influencia sobre la productividad de los vegetales.

Los niveles de nitrógeno evaluados no mostraron afectos significativos sobre el área foliar. La separación de medias pone de manifiesto diferencias entre los niveles evaluados; la mayor área foliar se alcanzó con la aplicación de 101.98 Kg/ha de nitrógeno, la menor área se produjo al aplicar 72.29 Kg/ha y el nivel de 42.60 Kg/ha propicia un valor medio entre los niveles antes mencionados. los resultados se presentan en el Cuadro (4).

El comportamiento del área foliar de acuerdo a estos resultados es lógico si notamos que la mayor área se obtuvo al aplicar la mayor cantidad de nitrógeno, lo cual se corresponde con el papel de este elemento en la fisiología de la planta. Sin embargo se produjo una ligera contradicción con los niveles de 42.60 y 72.29 Kg/ha de N. al producirse una mayor área foliar con el nivel de 42.60 Kg/ha, comportamiento que carece de una explicación lógica

ni con algún fundamento científico, por lo cual interpretamos este como una mera diferencia aritmética, consideramos los resultados obtenidos en el análisis de varianza donde no se detectó efectos significativos de los niveles evaluados, por tanto consideramos tal comportamiento como un evento casual.

Quadro N° 4 Efecto del nitrógeno sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Nivel de Nitrógeno Kg/ha	Area foliar (cm ²)	Long. de exersión (cm)	Long. de panoja (cm)	Altura de planta (cm)
42.60	2117.36 ab	15.95 a	27.93 a	136.64 a
72.29	1857.36 b	15.85 a	27.45 a	136.02 a
101.98	2254.12 a	16.02 a	27.38 a	136.93 a
ANDEVA	N.S	N.S	N.S	N.S
C.V.	18.30	21.60	7.03	4.01

1.2 Longitud de Exersión.

Esta característica se considera técnicamente muy importante, una longitud muy corta tiende a causar problemas en la cosecha debido a que la combinada recoge mayor cantidad de follage y una longitud muy grande puede propiciar un "acame de panoja".

El nitrógeno no afecto de manera significativa esta característica. La separación de medias no revela diferencias entre los niveles en estudio, los resultados pueden presenciarse en el Quadro (4). Resultados contrarios a estos son señalados por Sader et al (1976) al estudiar fertilización nitrogenada en sorgo, explicando tal comportamiento en función de factores genéticos, señalan que algunas variedades son más propensas que otras al efecto de la fertilización nitrogenada.

1.3 Longitud de Panojas.

Al discutir los resultados del área foliar señalabamos que el nitrógeno

afecta fundamentalmente el crecimiento vegetativo en consecuencia esta característica esta afectada de manera muy estrecha por la fertilización nitrogenada como agente del medio externo que rodea a la planta, principalmente al momento de la diferencia floral y el estado de "bota" en la planta.

El análisis de varianza y la separación de medias no detectaron diferencias significativas para esta característica, estos resultados pueden notarse en el Cuadro (4). Resultados similares reportaron Sader et al (1976).

1.4 Altura de Planta.

Ya señalabamos al discutir el efecto del nitrógeno sobre el área foliar que este elemento juega un papel importante sobre el crecimiento vegetativo de la planta, esto es debido principalmente por la acción del nitrógeno sobre la síntesis proteica y clorofílica.

En la figura (2), se presentan las curvas de crecimiento durante el ciclo vegetativo.

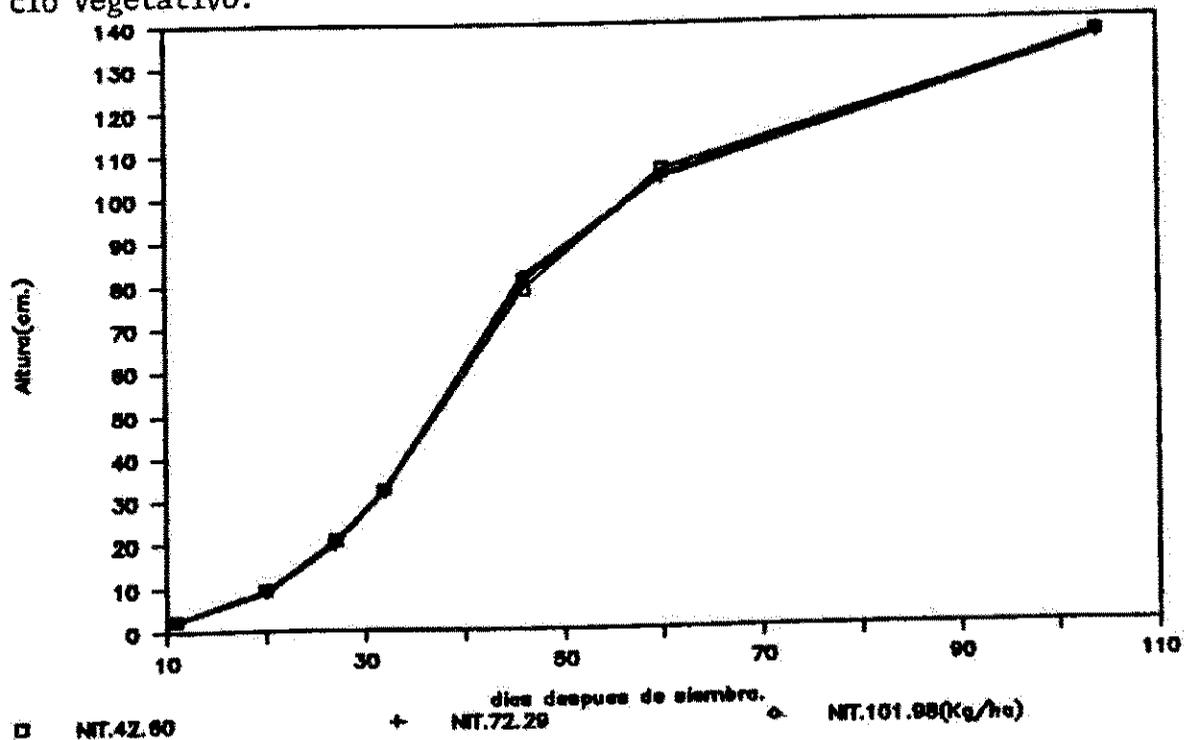


Fig. 2 Efecto del nitrógeno sobre altura de la planta durante el ciclo Vegetativo.

Como puede verse el comportamiento de los distintos niveles no presentan ninguna diferencia sobre la altura de planta durante el ciclo. Esto se reafirma por los resultados obtenidos en el análisis de varianza y la separación de medias realizadas con la altura de planta a la cosecha, presentes en el Cuadro (4).

2. EFECTO DEL NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.

2.1 Peso de grano por panoja.

Esta característica depende en gran medida del tamaño de la panoja, de la ramificación de la panoja entre otras características, que son determinadas en su mayor parte durante el crecimiento vegetativo de la planta.

Los niveles de nitrógeno en estudio no ejercieron efectos significativos sobre esta característica, la separación de medias tampoco detectó ninguna diferencia entre los niveles en estudio, los resultados pueden observarse en el Cuadro (5). Este comportamiento era de esperarse si consideramos el efecto de este factor sobre la longitud de panojas.

Cuadro N° 5 Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes.

Nivel de Nitrógeno (Kg/ha)	Peso de grano de panoja	Peso de mil granos	Porcentaje de humedad	Plantas cosechadas por parcelas útil	Panojas cosechadas	Rendimiento en grano Kg/ha
42.60	27.04 a	32.37 a	13.50 a	222. a	205 a	5602.64 a
72.29	27.71 a	31.14 a	13.32 a	224 a	206 a	5805.98 a
101.98	28.76 a	30.93 a	13.34 a	226 a	211 a	6016.07 a
ANDEVA	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
C.V	9.33	5.71	1.75	5.14	4.74	10.90

2.2 Peso de mil granos.

En el Cuadro (5) se presentan los resultados obtenidos sobre este carácter el cual es considerado como uno de los componentes importantes en el ren-

dimiento del cultivo. De acuerdo a estos resultados el análisis de varianza no revela efectos significativos del nitrógeno para esta característica. La separación de medias nos permite afirmar que no existe diferencia entre los niveles evaluados.

Estos resultados probablemente sean lógicos si consideramos que el nitrógeno afecta principalmente el crecimiento vegetativo y más que sobre el peso de grano, podría influir sobre el número de granos al aumentar la longitud y ramificación de la panoja como mencionan diversos autores o bien incidir sobre el contenido proteínico del grano.

2.3 Porcentaje de Humedad del grano.

Se considera que el nitrógeno puede ocasionar variaciones de consideración sobre este carácter; el nitrógeno en exceso puede inducir a mayores contenidos de humedad al momento de la cosecha.

En el presente estudio no se observaron diferencias significativas para los niveles en estudio, los resultados pueden verse en el Cuadro (5). Podemos atribuir en parte este compartamiento a una cosecha ligeramente tarde (103 días después de siembra), siendo la recomendación en la caracterización varietal de 90 a 100 días.

2.4 Número de plantas cosechadas por parcela útil.

El nitrógeno no afecto de manera significativa el número de plantas cosechadas por parcelas útil, la separación de medias tampoco detecto diferencias entre los niveles evaluados. Los resultados pueden apreciarse en el Cuadro (5).

2.5 Panojas cosechadas por parcela útil.

Al igual que la variable anterior el nitrógeno tuvo el mismo comportamiento sobre esta variable, los resultados pueden verse en el Cuadro (5). Sin embargo es importante destacar que al hacer la relación entre el número

de plantas cosechadas y panojas cosechadas se obtuvieron porcentajes de plantas improductivas de 5, 9 y 8.5 para los niveles de 42.60, 72.29 y 101.98 Kg/ha de nitrógeno respectivamente, resultados que nos permiten observar como los niveles mayores propician un mayor número de plantas improductivas, situación que puede deberse a que estos niveles inducen un mayor crecimiento vegetativo y las plantas con poco vigor son sacrificadas por las plantas que tienen un mayor crecimiento.

2.6 Rendimiento en grano.

El rendimiento de un cultivo determina la eficiencia de utilización que las plantas hacen de los recursos existentes en el medio, unido también al potencial genético que estas tengan.

En el Cuadro (5) presentamos los resultados del análisis de varianza y separación de medias para esta variable. Como puede apreciarse este factor no influyó de manera significativa sobre el rendimiento las medias para los distintos niveles estadísticamente son iguales. Es importante destacar que aún cuando no existe diferencias significativas entre los niveles, el rendimiento aumentó al aumentar el nitrógeno. Resultados similares reportan Sader et al (1976) y Rosolem et al (1981).

Resultados contrarios son señalados por Welch (1966) citado por Solorzano (1982), Alonso (1972), Solorzano (1982) estos autores señalan que la mayor respuesta del cultivo la obtuvieron con los primeros 50 Kg/ha de nitrógeno. También reportan resultados contrarios Peña y Valdez-(1976), Valdez y Rodríguez (1980), estos últimos trabajos se realizaron bajo riego.

Como puede verse no hubo respuesta del sorgo a la fertilización nitrogenada, una explicación sobre este comportamiento no es fácil de señalar principalmente con los resultados obtenidos sobre el rendimiento. Cristiani (1987) señala que para obtener 4900 Kg/ha de grano el sorgo demanda 120 Kg/ha de nitrógeno, cantidad superior al mayor nivel (101.98) que evaluamos en este es

tudio, pero corresponde a un rendimiento inferior al que se obtuvo con el nivel de 42.60 Kg/ha de nitrógeno en este estudio.

Ahora si señalamos como posibles causas de este comportamiento la pérdida de nitrógeno por lavado o volatilización o bien por causas relacionadas con el pH (alto o bajo) entre otras causas, esto debería de traer como consecuencia deficiencias de este macronutriente y por tanto se esperarían bajos rendimientos. Sin embargo, los rendimientos están muy por encima de los alcanzados a nivel comercial, 2500 Kg/ha promedio nacional MIDINRA (1986) y en el experimento el menor rendimiento fue de 5602 Kg/ha obtenido con el nivel de 42.60 Kg/ha de nitrógeno que es el menor nivel evaluado.

Ante estas circunstancias únicamente nos resta atribuir la falta de respuesta a la fertilización nitrogenada una posible fuente de nitrógeno en el suelo capaz de suplir las demandas del cultivo, enmáscarando por tanto el efecto de la fertilización nitrogenada.

3. EFECTO DE LAS DOSIS DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO.

3.1 Área Foliar.

Como bien se sabe, conocer el área foliar de un cultivo, es de gran importancia porque nos permite estimar la magnitud del aparato fotosintético de la planta y por tanto un elemento muy importante en el manejo de un cultivo es conocer la densidad de siembra o bien la dosis de semilla de siembra que permitan establecer un número de individuos por unidad de área capaz de producir un área foliar óptima para lograr un máximo aprovechamiento de la energía radiante.

Las dosis de siembra afectaron de manera significativa el área foliar, los resultados se presentan en el Cuadro (6) el comportamiento es el siguiente:

- Las dosis de 7.74 y 11.61 Kg/ha no difieren entre sí.

- Las dosis de 15.49 y 19.36 son estadísticamente igual y difieren de las demás dosis de siembra.

El área foliar manifiesta un comportamiento decreciente a medida que aumentan las dosis de siembra, lo cual puede explicarse por la mayor competencia intraespecífica principalmente por espacio y luz que produce a medida que aumentan las dosis. Resultados similares reporta Solorzano (1982).

Quadro N° 6 Efecto de las dosis de siembra sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Dosis de siembra	Area foliar (cm ²)	Long. de exersión	Long. de panoja	Altura de planta (cm)
7.74	2345.88 a	11.83 c	30.18 a	127.75 c
11.61	2171.08 a	15.02 b	29.0 a	135.20 b
15.49	1898.91 b	17.88 a	26.06 b	138.18 b
19.36	1890.03 b	19.04 a	25.12 b	145.0 a
ANDEVA	*	*	*	*
C.V.	11.71	12.93	7.27	3.34

3.2 Longitud de exersión.

Las dosis en estudio afectaron en forma significativa esta característica, resultados que pueden observarse en el Quadro (6), la separación de medias señala un comportamiento creciente de las longitudes de exersión a medida que aumentan las dosis de siembra.

Como puede verse las dosis de 15.49 y 19.36 Kg/ha no difieren entre sí, la mayor longitud se logró con la dosis de 19.36 Kg/ha (19.04 cm), puede notarse que la dosis de 7.74 y 11.61 Kg/ha difieren entre sí y las demás dosis de siembra, resultados coincidentes reportan Machado et al (1984).

El comportamiento de la longitud de exersión para las diferentes dosis

se puede explicar por la competencia que se establece entre las plantas a medida que aumentan las dosis de siembra, esto produce un comportamiento conocido como "zanconeo", que no es más que la excesiva elongación de los tallos y vástagos florales.

3.3 Longitud de panoja.

Las dosis de siembra produjeron efectos significativos sobre esta variable, la separación de medias detectó diferencias entre las diferentes dosis evaluadas resultados que pueden observarse en el Cuadro (6). Como puede verse las dosis de 7.74 y 11.61 Kg/ha, no difieren entre sí, estas dosis son las que producen las panojas de mayor longitud, las dosis de 15.49 y 19.36 Kg/ha son estadísticamente igual pero difieren de las demás dosis.

Resultados similares fueron obtenidos por Wall y Ross (1975), citados por Valdéz y Rodríguez (1980), concluyen señalando que en bajas dosis, plantas más pequeñas tienden a producir panojas más grandes en tallos más vigorosos por producirse una mínima competencia, mientras que altas dosis con mayor número de panojas son más pequeñas producto de una alta competencia intra-específica.

3.4 Altura de la planta.

En la fig. (3) se presenta el comportamiento de la altura de planta en las diferentes dosis a través del ciclo vegetativo.

Como puede notarse al observar el comportamiento de la curva de crecimiento, la altura de planta en los primeros veinte días después de siembra no refleja ninguna diferencia para las dosis en estudio. A partir de los veinte y siete días la altura de plantas para las distintas dosis comienza a ser diferente, este comportamiento se va acentuando hasta el momento de la cosecha donde obtuvieron diferencias significativas para las dosis en estudio.

En la separación de medias puede notarse que las dosis de 7.74 y 19.36 Kg/ha difieren entre sí y de las demás dosis de siembra, las dosis de 11.61 y

15.49 Kg/ha son estadísticamente iguales, los resultados se presentan en el Cuadro (6).

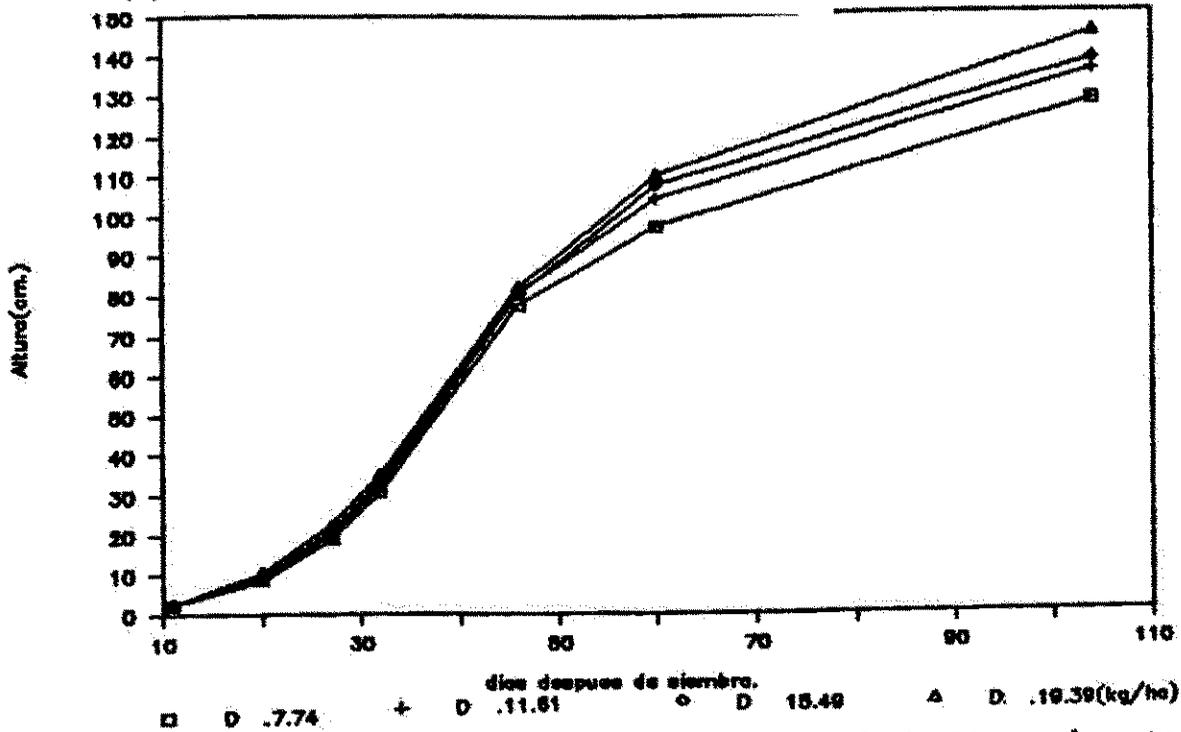


Fig. N° 3 Efecto de las dosis sobre la altura de la planta durante el ciclo vegetativo.

Como puede verse en los resultados, la altura de planta aumento a medida que aumentaron las dosis de siembra, comportamiento que pudo originarse por el mayor grado de competencia intra-específica que se establece al aumentar las dosis de siembra, Alonso (1972) reporta resultados contrarios a los señalados en este estudio.

4. EFECTO DE LAS DOSIS SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.

4.1 Peso de grano por panoja.

Las dosis evaluadas mostraron diferencias significativas bien marcadas, como puede constatarse en el Cuadro (7). La separación de medias realizada para el análisis de este parámetro, refleja diferencias entre todas las dosis evaluadas.

Como puede verse a medida que aumentan las dosis de siembra el peso de grano por panoja disminuye. Una explicación a este comportamiento podemos hacerla considerando que dosis crecientes de semilla de siembra permiten el establecimiento de mayores poblaciones las cuales producen un alto número de

panojas pequeñas producto de una mayor competencia que se va estableciendo al aumentar las poblaciones.

Cuadro N° 7 Efecto de las dosis de siembra sobre el rendimiento y sus componentes.

Dosis de Siembra Kg/ha	Peso de grano por panoja (g)	Peso de mil granos (g)	Porcentaje de humedad	Plantas cosechadas por parcelas útil	Panojas cosechadas	Rendimiento en grano Kg/ha
7.74	38.70 a	31.03 a	13.51 a	130 d	127	5312.99 b
11.61	30.13 b	31.66 a	13.48 a	187 c	178	5829.10 a
15.49	23.33 c	31.92 a	13.28 a	260 b	239	6191.38 a
19.36	19.18 d	31.85 a	13.28 a	319 a	286	5899.47 a
ANDEVA	*	N.S	N.S	*	*	*
C.V.	18.47	3.77	1.89	4.30	3.38	8.94

4.2 Peso de mil granos.

Al igual que el nitrógeno, las dosis en estudio no afectaron de manera significativa esta característica, como puede verse en la separación de medias todas las dosis son iguales, los resultados se presentan en el Cuadro (7). Estos resultados posiblemente se deban a que las dosis de siembra no llegan a dosis muy altas y este carácter se manifiesta regido principalmente por la condición genética de la variedad.

4.3 Porcentaje de humedad del grano.

Las dosis en estudio no presentaron diferencias significativas sobre esta característica, los resultados se presentan en el Cuadro (7), ninguna de las dosis difieren entre sí. Al abordar el efecto del nitrógeno sobre esta característica señalábamos como una posible causa, una cosecha ligeramente tarde.

4.4 Número de plantas cosechadas por parcelas útil.

Panojas cosechadas por parcelas útil.

Las dosis de siembra en estudio logicamente produjeron diferencias significativas sobre ambas características, los resultados se presentan en el Cuadro (7). Aquí lo que consideramos importante es hacer notar que al relacionar plantas a cosecha y el número de panojas cosechadas por parcela útil, obtuvimos un porcentaje de plantas improductivas que van desde un tres hasta un once por ciento con las dosis de 7.74 y 19.36 Kg/ha de semilla respectivamente resultados que nos permiten interpretar mejor la fuerza con que se establece la competencia intra-específica a medida que aumentan las dosis de siembra.

4.5 Rendimiento en grano.

Como puede notarse en el Cuadro (7), las dosis de siembra ejercen un efecto significativo sobre el rendimiento en grano. La separación de medias refleja diferencias unicamente entre la dosis de 7.74 Kg/ha de semilla y las demás dosis; los mayores rendimientos se alcanzaron con la dosis de 15.49 Kg/ha de semilla la cual produjo 6191 Kg/ha de grano.

Como puede apreciarse el comportamiento del rendimiento ante las dosis de siembra, estos aumentan hasta la dosis de 15.49 Kg/ha, luego la dosis de 19.36 Kg/ha de semilla experimenta un descenso lo que nos hace afirmar que se produce un punto crítico máximo en el rendimiento con la dosis de 15.49 Kg/ha de semilla para las condiciones agro-ecológicas presentes en la zona.

La disminución del rendimiento con la dosis de 19.36 Kg/ha de semilla puede justificarse probablemente por una pérdida en la eficiencia fotosintética debido a un exceso y/o autosombriamiento a medida que aumentan las dosis, producto de una creciente competencia intra-específica que adquiere su mayor expresividad dentro de esta dosis, teniendo como manifestaciones:

- Una menor longitud de panojas,
- Menor peso de grano panoja y
- Mayor porcentaje de plantas improductivas.

Tal comportamiento debió dar como consecuencia estos resultados. Alon-

so (1972) encontró resultados similares, señalando que existe la tendencia a aumentar los rendimientos al aumentar las dosis de siembra, hasta un punto en el cual llega un máximo a partir del cual comienza a decrecer el rendimiento a pesar de las intercompensaciones que se producen en los componentes del rendimiento para este cultivo. Rodríguez (1967), también reporta resultados similares a los obtenidos en este estudio.

5. EFECTO DE LA INTERACCION NITROGENO - DOSIS DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO.

Como puede apreciarse en el Cuadro (8), la separación de medias para las interacciones encontró diferencias entre las diferentes combinaciones evaluadas; las diferencias extremas se produjeron con las interacciones de 72.29 * 7.74 y 72.29* 15.49 Kg/ha con las cuales se obtuvieron rendimientos de 4939 y 6448 Kg/ha de grano respectivamente siendo estos los menores y mayores rendimientos obtenidos. Además las interacciones de las dosis de siembra de 7.74 y 11.61 Kg/ha de semilla con el nivel de nitrógeno de 72.29 Kg/ha tuvieron el peor comportamiento entre las demás combinaciones evaluadas.

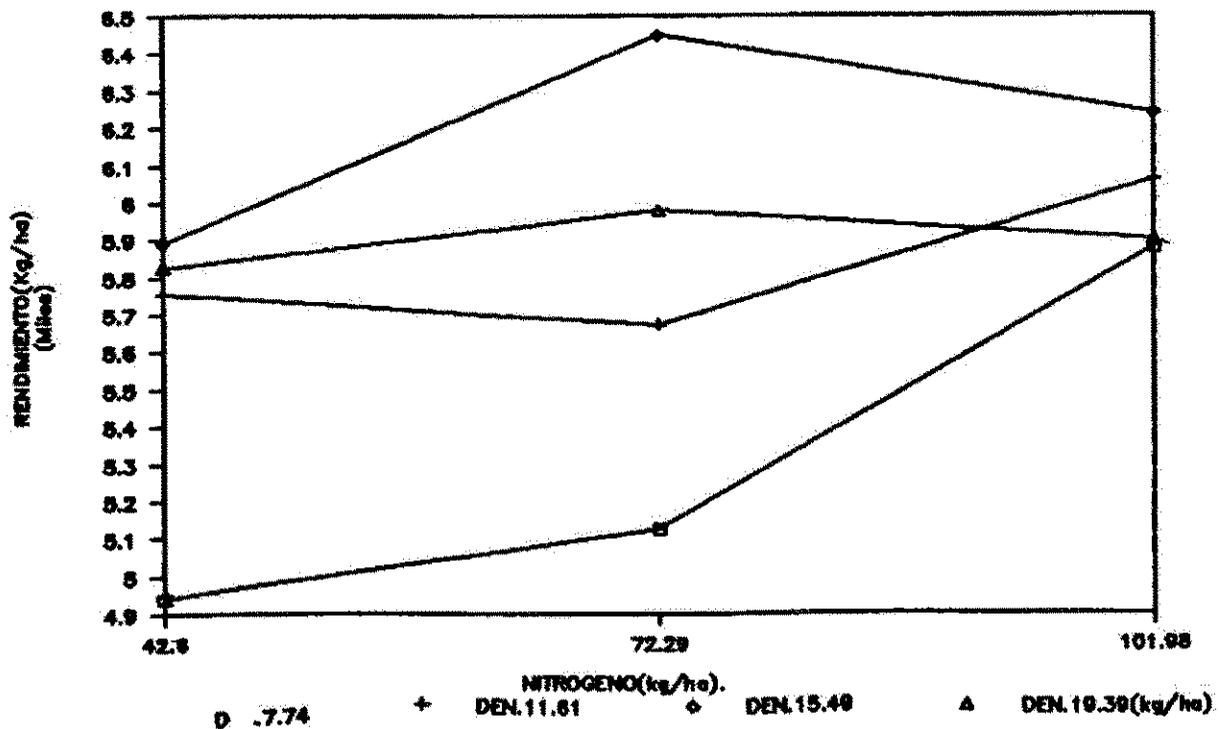


Fig. N° 4 Comportamiento del rendimiento en respuesta a la interacción nitrógeno - dosis de siembra.

Quadro N^o 8 Efecto de la interacción nitrógeno - dosis de siembra sobre el rendimiento.

Nitrogeno x Dosis (Kg/ha)	Rendimiento (Kg/ha)
42.60 x 7.74	4939.29 d
42.60 x 11.61	5755.21 b
42.60 x 15.49	5890.47 ab
42.60 x 19.36	5825.58 b
72.29 x 7.74	5125.59 cd
72.29 x 11.61	5673.18 bc
72.29 x 15.49	6948.28 a
72.29 x 19.36	5976.88 ab
101.98 x 7.74	5874.07 ab
101.98 x 11.61	6058.91 ab
101.98 x 15.49	6235.37 ab
101.98 x 19.36	5895.94 ab

En la fig. (4), presentamos el comportamiento del rendimiento en relación a la interacciones del nitrógeno con las dosis de siembra.

Como puede verse existen dos patrones claramente definidos en el comportamiento de las curvas:

Las dosis de 7.74 y 11.61 Kg/ha de semilla, aumentan los rendimientos a medida que crecen los niveles de nitrógeno, comportamiento bien claro con la dosis de 7.74 Kg/ha. Este comportamiento podemos atribuirlo principalmente al número de plantas que se obtienen con estas dosis de siembra, por lo cual probablemente existe un grado mínimo de competencia intra-específica y en tal condición el factor limitante podría ser el nitrógeno. Esta afirmación puede respaldarse si observamos el aumento del rendimiento de estas dosis con el mayor nivel de nitrógeno, llegando a obtener rendimiento prácticamente iguales a las otras dosis de siembra.

Ahora al observar el comportamiento de las dosis de 15.49 y 19.36 Kg/ha de semilla, los rendimientos aumentan del nivel de 42.60 Kg/ha de nitrógeno (~~al nivel de 42.60 Kg/ha de nitrógeno~~) al nivel de 72.29 Kg/ha, luego ambas dosis experimentan un descenso del rendimiento con el nivel de 101.98 Kg/ha de nitrógeno. Aquí es preciso señalar que la dosis de 19.36 Kg/ha de semilla mantiene rendimientos muy estables y muestra poca sensibilidad a los niveles de nitrógeno evaluados, por lo cual pensamos que para esta dosis de siembra el verdadero factor limitante es la alta competencia intra-específica que se produce por la alta cantidad de plantas que se obtuvieron con esta dosis (349000 ptas. / ha).

Con respecto a la dosis de 15.49 Kg/ha puede observarse que produce los mayores rendimientos con respecto a las demás dosis al interactuar con los niveles de nitrógeno. Con esta dosis y el nivel de 72.29 Kg/ha de nitrógeno se dió la combinación óptima para la obtención de mayores rendimientos. Resultados coincidentes señalan Gutiérrez et al (1982), concluyen señalando como el tratamiento de mejores resultados la combinación de 69 Kg/ha de nitrógeno y 15. Kg/ha de semilla.

La disminución del rendimiento para las dosis de 15.49 y 19.36 Kg/ha de semilla con el nivel de 101.98 Kg/ha de nitrógeno puede deberse a que este nivel propicia una mayor altura de planta y una mayor área foliar para los niveles de nitrógeno estudiados afectando de esta el rendimiento en grano al interactuar con estas dosis de siembra.

Finalmente queremos señalar que al observar la influencia de los niveles de nitrógeno evaluados y las dosis de siembra sobre el número de días a floración (50% de la población en completa antesís), no se encontró ninguna diferencia para ninguno de los factores evaluados dando un número de 57 días a floración ambos factores situación que más o menos responde a lo señalado por la caracterización varietal en donde se apunta que esta etapa se produce a los 60 días después de siembra.

IV.- CONCLUSIONES:

1. El crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo no fueron afectados de manera significativa por los niveles de nitrógeno evaluados. Los mayores rendimientos se alcanzarán con la aplicación de 101.98 Kg/ha de Nitrógeno.
2. Las dosis de siembra en estudio tuvieron un efecto significativo sobre el crecimiento y desarrollo del sorgo. Las dosis de 7.74 y 11.61 Kg/ha produjeron una mayor área foliar y una mayor longitud de panojas. Con las dosis de 15.49 y 19.36 Kg/ha se obtuvieron las mayores longitudes de exersión y la mayor altura de plantas.
3. Las dosis de siembra afectaron de manera significativa el rendimiento. Los mayores rendimientos se dieron al utilizar 15.49 Kg/ha de semilla para siembra, los menores rendimientos fueron producidos por la dosis de 7.74 Kg/ha de semilla, Las dosis de 11.61, 15.49 y 19.36 Kg/ha estadísticamente rinden igual.
4. La mejor respuesta del rendimiento se obtuvo con la interacción de 72.29 Kg/ha de nitrógeno y la dosis de 15.49 Kg/ha de semilla.

V.- RECOMENDACIONES:

1. Mantener estudios sobre fertilización nitrogenada dentro de la zona, mejorando el esquema del diseño empleado; aumentando un nivel cero de nitrógeno y un nivel superior al mayor evaluado en este trabajo, manteniendo el rango entre los niveles.
2. Efectuar estudios sobre distancias entre surcos para la siembra de sorgo en la zona, con dosis de 11.61 y 15.49 Kg/ha de semilla. Tratando de incorporar además del criterio del rendimiento; el control de malezas y la facilidad para efectuar otras labores de manejo para el cultivo.
3. Mientras se mantenga estudios sobre la fertilización nitrogenada y dosis de siembra en la zona, recomendamos la aplicación de 60 a 80 Kg/ha de nitrógeno y el uso de 11.61 a 15.29 Kg/ha de semilla para la siembra.

VI. BIBLIOGRAFIA:

- ALONSO, R. A. 1972. Efecto de la fertilización nitrogenada y la cantidad de semilla de siembra sobre las características del sorgo granífero E - 57. Tesis Ing. Agr. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua. 36 p.
- CRISTIANI, B. A. 1987. Instructivo : Cultivo del sorgo. Ed. 1987. Guatemala. Cristiani Burkard, S.A. p 29; 30.
- GUTIERREZ, R. N. et al. 1982. La fertilización del sorgo en la región de Chaisutla, Puebla. Avances en la investigación. México. p 315.
- INTA. 1976. Paquete tecnológico del cultivo del sorgo. Informe anual 1976. Nicaragua. INTA. p 8 - 13.
- JIMENEZ, C. A. y O. MENDOZA. 1981. Comparación de métodos indirectos para la estimación del área foliar en sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench). Agricultura Técnica de México. México. 7(2): 113 - 125.
- MACHADO, J. R. et al. 1984. Espacamento entre linhas e densidadena linha em sorgo granifero (Sorghum bicolor (L) Moench). Científica; Revista de Agronomia. Brasil. 12 (1 - 2): 49-60.
- MIDINRA, 1985. Guía Tecnológica para la producción de sorgo granífero en secano. Dirección de granos básicos. 28 p.
- PENA, E. y W. VALDEZ. 1976. Efecto del distanciamiento entre surcos y plantas con diferentes niveles de nitrógeno sobre el rendimiento de la variedad de sorgo CENTA S - 1. XXII Reunión anual POCMCA. San José, Costa Rica; 26-29 julio. Vol. II. p M-28-2 a M-29-10.
- RODRIGUEZ, M. L. 1967. Efecto de diferentes densidades de siembra y espaciamientos entre surcos sobre caracteres de sorgo granífero. Tesis. Ing. Agr. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua. 42 p.

- ROSOLEM, C. A. et al. 1981. Efitos de doses e de épocas de aplicaço de nitrógeno na produçáo do sorgo granífero (Sorghum bicolor (L) Moench). Científica; Revista de Agronomia. Brasil. 9 (1): 85 - 89.
- SADER, R. et al. 1976. Efeitos de adubação nitrogenada na produção de grãos e em outras características morfológicas do Sorghum bicolor (L) Moench (sorgo). Científica; Revista de Agronomia. Brasil. 4 (1): 18 - 24.
- SALAZAR, A. (s.f.). El cultivo del sorgo para grano. Nicaragua. Cultivos alimenticios. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. ENAG.
- SOLORZANO, P. P. 1982. Efecto de niveles de nitrógeno y poblaciones sobre el rendimiento del sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) y sobre la acumulación y distribución del nitrógeno en la planta. Revista Facultad de Agronomía. Venezuela. 12(3-4): 301 - 326.
- VALDEZ, A. C. y V. RODRIGUEZ. 1982. Rendimiento de grano de sorgo CENSA S-1; efecto de distanciamiento entre surcos y plantas y niveles de fertilización nitrogenada. Revista Chapingo. México. 7(35-36): 28 - 32.