

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y LA
CANTIDAD DE SEMILLA DE SIEMBRA SOBRE LAS CA-
RACTERISTICAS DEL SORGO GRANIFERO E-57.

ALEJANDRO ALONSO ROSALES

T E S I S

1972

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y LA
CANTIDAD DE SEMILLA DE SIEMBRA SOBRE LAS CA-
RACTERISTICAS DEL SORGO GRANIFERO E-57.

ALEJANDRO ALONSO ROSALES

T E S I S

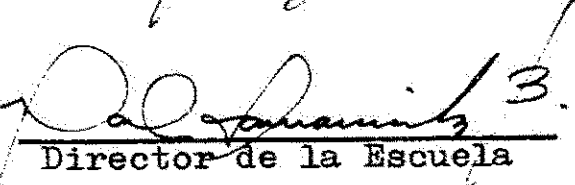
Presentada como requisito parcial para obtener
el grado profesional de Ingeniero Agrónomo.

APROBADA:



Asesor Principal

Fecha



Director de la Escuela

Fecha



Jefe del Departamento

Fecha

1972

DEDICATORIA

Es mi deseo dedicar el presente trabajo a quienes a costo de sacrificios, me han llevado al nivel educacional en el cual me encuentro:

A mis abuelos: Ramón Alonso J.
 Cándida de Alonso

A mis padres: Alejandro Alonso F.
 Alba Rosales V.

Así como aquellos que han contribuido a darme ánimo para la realización del mismo:

A mí hermana: Janette Alonso R.

A MIS COMPAÑEROS.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece a sus asesores Ing. Humberto Tapia B. e Ing. Noel Zúñiga; así como a los Ings. Frank Sequeira B. y Livio Sáenz M. También a todas aquellas personas que de una manera u otra contribuyeron a la realización de éste trabajo.

Al Ing. Mario Gutiérrez P. por haber permitido usar su finca y todas las facilidades otorgadas que contribuyeron a la realización del presente trabajo.

Al programa de Mejoramiento de Maíz y Sorgo del Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través del cual se canalizaron las gestiones para el establecimiento del ensayo.

También agradece el autor a todos sus profesores en la Escuela de Agricultura y Ganadería, que dieron su aporte a su formación profesional.

CONTENIDO

SECCION	PAGINA
INDICE DE CUADROS	VI
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
REVISION DE LITERATURA	4
MATERIALES Y METODOS	13
RESULTADOS	20
DISCUSION	28
CONCLUSIONES	33
RESUMEN	34
LITERATURA CITADA	36

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Condiciones meteorológicas del sitio en el período que se llevó a cabo el experimento de campo, Los Altos, Masaya, 1971-A	15
2	Análisis físico-químico del suelo - donde se estableció el experimento. "Los Altos", Masaya. 1971-A	16
3	Características Agronómicas Medidas en la Variedad E-57, sometida a tratamientos de Fertilización Nitrogenada y cantidades de Semilla de Siembra, Los Altos, Masaya. 1971-A	24
4	Análisis de varianza efectuado con los rendimientos de grano seco. De los tratamientos del ensayo: Efecto de la fertilización nitrogenada y la cantidad de semilla de siembra sobre las características del sorgo granífero E-57	25
5	Análisis de varianza del Número de Panojas a la cosecha. De los tratamientos del ensayo: Efecto de la fertilización nitrogenada y la cantidad de semilla de siembra sobre las características del sorgo granífero E-57	26

CUADRO

PAGINA

6	Análisis de varianza de Altura de Plantas de los tratamientos del ensayo: Efecto de la fertilización nitrogenada y la cantidad de semilla de siembra sobre las características del sorgo granífero E-57	27
7	Prueba de rango múltiple. De tratamientos del ensayo. Efecto de la fertilización nitrogenada y la cantidad de semilla de siembra sobre las características del sorgo granífero E-57	31
8	Análisis económico derivado del uso de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra, en sorgo granífero variedad E-57. Los Altos, Masaya. 1971-A	32

INTRODUCCION

En Nicaragua siempre había existido una tendencia hacia el monocultivo. Fué hasta el año 1965 cuando ocurrieron grandes pérdidas en las cosechas de maíz y algodón por sequía, que las autoridades agrícolas y agricultores en general, pusieron en práctica un plan de diversificación agrícola.

El sorgo granífero fué uno de los cultivos incluidos en el plan de diversificación. Actualmente su producción está plenamente establecida, utilizando para ello híbridos y prácticas culturales mejoradas.

El sorgo granífero es un cultivo capaz de producir altos rendimientos. Se adapta a una gran diversidad de condiciones ambientales, aún en terrenos considerados marginales para otras plantas de importancia económica. Así mismo su período vegetativo permite obtener doble cosecha (primer corte y rebrote).

Actualmente el sorgo granífero está siendo usado en gran escala como sustituto del maíz en la alimentación humana y animal. Siendo la industria de la alimentación animal, la que cada día demanda mayores cantidades de este grano, usándose también para este fin las partes vegetativas de la planta, como lo son tallo y hojas.

Debido a que las cantidades de semilla por hectárea así como los niveles de fertilizantes afectan de modo diferente a las variedades de sorgo granífero, se planificó el presente trabajo con el fin de obtener información acerca del efecto de cinco cantidades de semilla por hectárea y cinco niveles de nitrógeno en algunas características del sorgo granífero E-57, bajo condiciones de suelo de "Los Altos", Masaya.

OBJETIVOS

- A. Determinar el efecto de diferentes niveles de nitrógeno en el rendimiento de sorgo granífero.
- B. Determinar el efecto de la cantidad de semilla por hectárea en el rendimiento de sorgo granífero.

REVISION DE LITERATURA

La experimentación con sorgo llevada a cabo en Nicaragua, ha estado dirigida principalmente a la introducción, prueba y mejoramiento de variedades y algunos ensayos sobre prácticas agronómicas.

En un ensayo en que se compararon las cantidades de 5, 10 y 20 libras de semilla por manzana, no hubo diferencia significativa para ninguna densidad (25).

En otro experimento con siete diferentes densidades de siembra en el rango de 5 a 15 libras de semilla por manzana, usando la variedad Shallú se obtuvieron los mejores rendimientos con las cantidades de 8 a 10 libras (26).

Usando siempre la variedad Shallú, se compararon seis cantidades de semilla por manzana en el rango de 4 a 14 libras. Obteniendo el mejor rendimiento con la cantidad de 10 libras (27).

Siempre con la variedad Shallú se probaron densidades de 4, 8 y 12 libras de semilla por manzana, comprobándose que el rendimiento fué superior cuando se usó 4 libras (28).

Rodríguez (33) observó el efecto de tres distancias y tres densidades de siembra usando 10, 15 y 20 libras de semilla por manzana sobre características agronómicas de tres variedades de sorgo granífero. Obteniéndose los mejores resultados con la variedad E-57, densidad de 20 libras de semilla por manzana y distancia entre surcos de 30 pulgadas.

En un ensayo sobre fertilización edáfica en sorgo granífero, con los elementos nitrógeno, fósforo y potasio a varios niveles y usando la variedad E-56A se obtuvo que la fórmula 100-50-200 libras por manzana, correspondió al mayor incremento en la producción grano en relación al testigo que no recibió fertilizante. (8).

En otro ensayo con dos niveles de nitrógeno, fósforo y potasio constante y además fertilización foliar complementaria, usando para ese fin ENVY (nombre comercial) a razón de 22.7 litros por hectárea no se observaron diferencias significativas en cuanto a rendimiento de grano, pero sí, un ligero aumento en la producción de materia verde sobre el testigo, del tratamiento 50-50-50- más dos aplicaciones foliares (8).

Bendaña (2) llevó a cabo otro experimento comparando tres distintas fórmulas de fertilización edáfica complementadas con diferente número de aplicaciones foliares, y la variedad E-56A. Encontrando que el testigo produjo el mayor rendimiento de grano no habiendo tampoco ninguna res-

puesta a la fertilización foliar adicional. Peña (24) comparó el efecto de tres densidades y tres distancias de siembra con tres variedades de sorgo granífero. Observando que E-57 produjo el mejor rendimiento de grano y la menor producción de follaje, no habiendo respuestas a las distancias y densidades usadas.

Luna (18) investigó el comportamiento de cinco variedades de sorgo granífero con dos distancias de siembra entre surcos y las densidades de 3.6 y 9 kilos de semilla por hectárea. Siendo la variedad D-50A la de mejor comportamiento. La densidad de 9 kilogramos por hectárea y con distancia de 60 centímetros entre surcos, fué la que produjo mayor rendimiento.

Caicedo (5) comparó distancias y densidades de siembra con sorgo granífero, usando densidades en un rango de 6 a 15 kilogramos por hectárea. De los resultados concluyó que las mejores distancias entre surcos fueron 30, 45 y 60 centímetros y la cantidad óptima de semilla fué 12 kilogramos por hectárea.

Fernández e Iglesias (9) en un ensayo con diferentes niveles de nitrógeno, encontraron que la aplicación de 120 kilogramos por hectárea fué la que proporcionó los mejores rendimientos.

Fernández e Iglesias (10) en el mismo año recomendaron para la zona de Alajuela como distancia más aceptable 30 centímetros entre surcos y una densidad de 15 kilogramos por hectárea.

Fernández (11) trabajó en tres distintas localidades de Costa Rica investigando el efecto de tres distintas distancias y densidades de siembra en tres variedades de sorgo granífero. Los resultados indicaron que a menores distancias se deben usar densidades más bajas.

Porter, Jensen y Sletten (30) trabajando en Texas experimentaron con 100 y 200 kilogramos de nitrógeno por hectárea, usando como fuente el nitrato de Amónio, sin obtenerse ninguna diferencia significativa en los resultados.

Raheja y Krantz (32) en California, demostraron que aplicando a suelos aluvionales cantidades mayores de 80 libras de nitrógeno por hectárea en forma de Sulfato de Amónio, se incrementaba la producción de grano.

La interacción humedad-fertilización demuestra que la producción aumenta como resultado de una frecuente irrigación y una mayor aplicación de nitrógeno, siendo la cantidad promedio de 240 kilogramos por hectárea la más adecuada, según lo demostró Painter (22) en Cornell.

Jirón (15) observó por dos años consecutivos la repuesta del sorgo granífero a la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, usando el híbrido Amak R-10, recomienda las cantidades de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno y 75 kilogramos por hectárea de fósforo, no observando incrementos en la producción con la aplicación de Potasio.

Grimes y Musick (13) observaron durante ocho años los efectos producidos por el espaciamiento entre plantas, irrigación y fertilización con nitrógeno y fósforo en los rendimientos de sorgo granífero. Concluyeron que el fósforo en los rendimientos no tuvo ningún efecto significativo, no así el nitrógeno en la cantidad de 80 kilogramos por hectárea. El espaciamiento entre surcos, afectó aún de manera más significativa el rendimiento que la fertilización nitrogenada.

Stickler et al (35) estudiaron durante catorce años los efectos del espaciamiento entre surcos y la densidad de población en sorgo granífero. Observaron que a medida que se usaba menor espaciamiento entre surcos y mayor densidad, las alturas de las plantas eran mayores, atribuyendo este hecho a la competencia por luz. Recomiendan además, que a menores distancias entre surcos se deben usar mayores densidades de siembra.

Painter y Ross (23) en un ensayo en el cual se probaron diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en un rango de 0 a 240 kilogramos por hectárea y 0 a 80 libras por acre respectivamente y distancias de siembra de 20 a 36 pulgadas entre surcos, observaron que los mejores rendimientos de grano se obtuvieron con los niveles de 240 libras de nitrógeno por acre y 80 libras de fósforo, por acre, así como con las distancias de 20 pulgadas entre surcos.

Nelson (21) usando las variedades Early Hegari, Martin y Double Dwarf White Sooner, con 4 diferentes niveles de nitrógeno y 3 densidades de siembra, observó que la única variable que afectó el rendimiento fué el nitrógeno, con el nivel de 160 kilogramos por hectárea. No habiendo diferencias significativas para ningún otro tratamiento o sus interacciones.

Herrón y Erhart (14) trabajando por varios años y en diez diferentes localidades del estado de Kansas, investigaron el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento de grano en sorgo, encontrando que los mejores resultados se obtuvieron con los niveles de 80 a 90 kilogramos de nitrógeno por hectárea no habiendo respuesta a fósforo para ningún nivel.

El efecto de diferentes distancias entre surcos, densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada en sorgo granífero, fué investigado por Porter, Jensen y Sletter (31), observando que

los mejores rendimientos se obtenían a medida que se acortaba la distancia de siembra entre surcos, se aumentaba la densidad de siembra y la cantidad de nitrógeno por hectárea.

Mather (19) llevó a cabo un ensayo con tres diferentes intensidades de humedad y cuatro diferentes niveles de nitrógeno en un rango de 0 a 240 kilogramos por hectárea. Observando que los mejores rendimientos se obtenían cuando se usaba el nivel de 240 kilogramos de nitrógeno por hectárea combinada con la mayor intensidad de humedad.

Musick, Grimes y Harrón (20) observaron la respuesta del sorgo granífero a diferentes niveles de fertilización nitrogenada en un rango de 0 a 120 kilogramos por hectárea y diferente contenido de humedad del suelo. Observando que los mejores resultados se obtenían a medida que se aumentaba la humedad y se usaba el nivel de 120 kilogramos de nitrógeno por acre.

Leal (17) efectuó estudios sobre fertilización en sorgo granífero, usando la variedad Shallú. Utilizó niveles de nitrógeno de 40, 80 y 120 kilogramos por hectárea, de fósforo de 0, 40, 60 y 80 kilogramos por hectárea. Los resultados demostraron que no hubo diferencia significativa para ninguno de los niveles de nitrógeno. El fósforo mostró diferencias significativas para el nivel de 40 kilogramos por hectárea. Siendo la aplicación de 40 kilogramos de nitrógeno más 40 kilogramos de fósforo la más apropiada.

Bonilla y Salas (3) en un experimento con cuatro variedades de sorgo granífero, densidades de 20, 30 y 40 libras de semilla por manzana y distancia de 21 pulgada entre surcos, encontraron que no hubo diferencias significativas entre las densidades.

En Monterrey, el Instituto Tecnológico (1) recomienda para la siembra de sorgo de grano, de 7 a 12 kilogramos por hectárea de semilla, en chorri-llo y la misma distancia entre surcos que maíz.

Pintner et al (29) recomiendan para el cultivo del sorgo granífero que la cantidad de semilla por hectárea sea de 8 a 10 kilogramos y la distancia entre surcos 90 centímetros, pudiendo reducirse en 15 centímetros para los tipos de menor superficie foliar.

González y Salas (12) llevaron a cabo una serie de experimentos en dos localidades de Costa Rica, comparando diferentes niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y densidades de siembra. De los resultados se concluyó que las aplicaciones que mejor se comportaron fueron las de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno y 10 kilogramos por hectárea de fósforo, no observándose respuesta al potasio ni a las diferentes densidades de siembra.

Lansberg (16) experimentando con diferentes distancias y densidades de siembra en sorgo granífero

concluyó que los mejores rendimientos correspondieron a los tratamientos de 12 a 18 pulgadas entre surcos. No habiendo respuesta para ninguna de las densidades. Recomendando que en condiciones de sequía debe darse mayor espaciamiento y densidad de siembra.

Burleson, Coneley y Otey (4) condujeron una investigación para estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos de grano, forraje y contenido de proteína del sorgo granífero. Se encontró que aplicaciones de 60 y 120 libras de nitrógeno por hectárea produjeron incrementos significativos en los rendimientos y contenido de proteína, tanto en grano como en forraje.

Tapia y Sequeira (36) llevaron a cabo un experimento con el objeto de observar los efectos de la fertilización edáfica nitrogenada complementada con aplicaciones foliares en sorgo granífero usando para este fin la variedad Jumbo L. Los mejores resultados se obtuvieron usando solamente la fertilización edáfica a razón de 135.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea, observándose también que la fertilización foliar adicional no era económicamente rentable.

MATERIALES Y METODOS

A. MATERIALES

El trabajo de campo se realizó en los terrenos de "Los Altos", Masaya. La extensión total sembrada fué de 436.8 metros cuadrados. Las condiciones meteorológicas de la zona durante la época en que se llevó a cabo el experimento se presentan en el cuadro 1. El terreno utilizado para el experimento de campo es de clase II, de textura arcillo-limoso, de fertilidad alta. El análisis físico-químico del suelo se muestra en el cuadro 2.

El ensayo se sembró el 2 de julio de 1971. El diseño experimental que se utilizó fué el de Cuadrado Doble. La distribución de los tratamientos en el campo fué de Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones. Cada bloque contenía los 13 tratamientos, los cuales se detallan a continuación: 70-16, 105-16, 140-16, 70-19.5, 105-19.5, 140-19.5, 70-23, 105-23, 140-23, 87.5-17.75, 122.5-17.75, 87.5-21.5, 122.5-21.5 kilogramos de nitrógeno y semilla por hectárea respectivamente.

Cada parcela contó de 4 surcos de 6 metros de largo separados entre sí 0.35 metros, lo cual corresponde a un área de 8.4 metros cuadrados. La parcela útil la constituyeron los 2 surcos centrales de cada parcela.

La fuente de nitrógeno fué Urea al 46 por ciento de nitrógeno. Usándose este como único fertilizante, dividiéndose la aplicación; mitad al momento de la siembra colocado en el fondo del surco y el complemento a los 30 días, poniéndose sobre el suelo y sin tapar. Las demás prácticas de cultivo se efectuaron de acuerdo a las técnicas establecidas.

La variedad que se usó fué E-57 la cual es un híbrido intermedio (90-95 días a cosecha) con altura de planta de 1,2-1,5 metros. Grano de color bronceado, panícula abierta, resistente al acame y es actualmente la variedad de mayor capacidad productiva para la zona del Pacífico de Nicaragua.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas del sitio donde se llevó a cabo el experimento durante el período de Siembra a cosecha, "Los Altos", Masaya.

Meses	Temperatura de °C.	Precipitación (mm)	Humedad Relativa Por ciento	Velocidad del viento Km. por hora
Julio	25.4	207.5	89.6	8.51
Agosto	25.9	132.4	85.9	6.66
Septiembre	25.0	367.3	88.4	4.99
Octubre	25.4	159.7	85.6	9.07

Ministerio de Defensa de Nicaragua 1971.

Cuadro 2. Análisis físico-químico del suelo donde se estableció el experimento. "Los Altos", Masaya. 1971-A 1/

Prof. cm.	Textura	Arena Porciento to 2-0.05mm.	Limo Porciento 0.05-0.002mm.	Arcilla Porciento menos 0.002mm.	pH		C.O.	M.O.	N total Porciento	C/N.		
					Pasta	1:2,5						
0-8	AL ^{2/}	16	42	42	6.4	6.6	3.63	6.27	0.252	14		
8-17	AL	16	42	42	6.5	6.6	3.11	5.36	0.207	15		
17-30	A ^{3/}	10	38	52	6.1	6.4	1.15	1.98	0.097	12		
30-38	A	19	32	49	5.6	5.9	1.01	1.74	0.090	11		
Cationes Intercambiables me/100 gr.					CIC me/100 gr.	Sat.	Base	Bar Porciento	H ₂ O	FERTILIDAD ppm.		
Ca	Mg	Na	K	H	Suma NH ₄ AOc	Suma NH ₄ AOc	1/3	15	P	K		
28.0	11.2	0.10	4.5	12	55.8	46.2	79	95	45.7	25.8	37	500
28.8	10.0	0.05	3.3	13	55.1	44.6	76	94	46.4	32.9	32	500
19.2	9.2	0.05	2.7	17	48.2	40.4	65	78	52.0	36.4	3	500
20.4	9.4	0.25	1.7	8	37.9	42.8	80	74	56.4	26.1	1	500

1/ Catastro de Recursos Naturales de Nicaragua. 2/ AL: Arcillo-limoso,

3/ A: Arcilloso.

B. METODOS.

Los datos que se tomaron fueron los siguientes:

1. Cantidad de semilla sembrada en la parcela útil. Se refiere al número de semillas viables. Se calculó con el número de semillas sembradas por parcela.
2. Plantas emergidas en el campo solo en la parcela útil. Para éste fin se contaron todas las plantas emergidas bajo condiciones de campo en la parcela útil.
3. Enfermedades. Las lecturas se efectuaron durante la época de floración. Se anotaron entre otras los daños causados por Bacteriosis, Helminthosporium, y Phyllosticta. Para la evaluación de ésta se utilizó una escala de 1 a 5. Esta escala se puede interpretar en términos de porcentajes de plantas afectadas: 1.0:0 por ciento de plantas afectadas, 2.0:0-25 por ciento de plantas afectadas, 3.0:25-50 por ciento de plantas afectadas, 4.0:50-75 por ciento de plantas afectadas, 5.0:75-100 por ciento de plantas afectadas.
4. Días a flor. Los días a floración de una variedad se determinaron a partir de la siembra y cuando el 50 por ciento de las plantas de una parcela presentan sus panojas con anteras soltando polen.

5. Acame. Se califica el acame al momento que efectúe la cosecha, se considera como planta acamada aquella que se desvía de la vertical. La escala de 1 a 5 como se hizo con la calificación de enfermedades fué también aquí utilizada, a diferencia de que ahora se trata de plantas acamadas.
6. Altura de planta. La altura de planta se considera comprendida desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panoja. Se obtuvo esta lectura después de la floración y se expresa en metros.
7. Número de panojas cosechadas. Para lo cual se contaron todas las panojas cosechadas en la parcela útil.
8. Rendimiento de grano. Este valor corresponde al peso de panojas cosechadas por parcela de dos surcos de seis metros de longitud. Al efectuar la cosecha, se cortó las panojas en el punto donde se inician las ramificaciones de éstas.

La cosecha se efectuó el 13 de Octubre de 1971. A los 105 días de la siembra. Al momento de ésta se procedió a cortar las panojas de los dos surcos centrales (parcela útil), se pesaron y luego se obtuvo una muestra representativa de grano para determinar el porcentaje de humedad con el objeto de uniformar los rendimientos a peso seco.

El peso de grano de las parcelas correspondientes se calculó por medio de la ecuación de regresión $Y : 0.3097 + 0.83X$ obtenida por Cano (6).

Los rendimientos se analizaron transformando el peso de grano por parcela a kilogramos por hectárea.

Los análisis se efectuaron de acuerdo a los métodos propuestos por Cockran y Cox (7).

Como al efectuar los análisis estadísticos los resultados obtenidos no eran agronómicamente satisfactorios, se procedió a fijar el factor densidad de siembra en 19.5 kilogramos por hectárea. Usándose ésta como referencia junto con la cantidad de 70 kilogramos de nitrógeno por hectárea por ser los óptimos usados actualmente.

Se efectuaron también para completar la información, análisis de Beneficio-Costo y prueba de rango múltiple.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son los siguientes:

Emergencia de plantas en la parcela útil.

Este dato se relacionó con la cantidad de semilla sembrada en dichas parcelas, con el objeto de obtener un porcentaje de germinación para las diferentes densidades usadas. Los porcentajes de germinación observados en el campo para las densidades de 16.0, 17.75, 19.5, 21.5 y 23.0 kilogramos por hectárea, son 51, 45, 57.6, 65 y 56.3 respectivamente. El promedio de todas las densidades fué 54.9 por ciento.

Enfermedades.

La única enfermedad presentada durante el desarrollo del cultivo fué la provocada por el patógeno Helminthosporium sp. No encontrándose diferencia significativa entre tratamientos.

Días a flor.

El número de días a flor fué uniforme para todos los tratamientos presentándose a los 60 días, con excepción del tratamiento 105-16 kilogramos por hectárea de nitrógeno y semilla respectivamente, que floreció a los 59 días.

El acame de plantas no se presentó en ninguno de los tratamientos.

Altura de Planta.

La altura de planta no mostró diferencias entre los tratamientos, ya que todas las parcelas presentaban la altura normal de la variedad (rango de 1.15 a 1.22 metros).

Número de panojas a la cosecha.

Los datos obtenidos sobre el número de panojas cosechadas también se analizaron estadísticamente. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos. En promedio las densidades de 21.5 y 23.0 kilogramos por hectárea, tuvieron a la cosecha un número de panojas significativamente superior al resto de las densidades usadas. Siendo la densidad de 21.5 kilogramos por hectárea la que en promedio tuvo el mayor número de panojas a la cosecha.

Al relacionar el número de panojas cosechadas con el número de semillas viables sembradas por cada densidad, se observa que a medida que aumenta el número de semillas sembradas, aumenta progresivamente el número de panojas cosechadas hasta el límite 21.5 kilogramos por hectárea a partir del cual comienza a decrecer.

Rendimiento de grano.

Los rendimientos de grano obtenidos se analizaron estadísticamente. El análisis de varianza indicó la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos. Pero las dosis de

tratamiento obtenidas como óptimas para una mayor producción de grano, fueron desde el punto de vista agronómico no aceptables. Por lo cual se procedió a fijar el factor densidad de semilla sembrada en 19.5 kilogramos por hectárea.

Efectuando nuevamente los análisis se obtuvo que el mejor tratamiento correspondía a la cantidad de 105 kilogramos de nitrógeno y 19.5 kilogramos de semilla por hectárea.

Los rendimientos de grano de los diferentes tratamientos fluctúan de 4455 a 6518 kilogramos por hectárea, cuadro 3.

Los mayores rendimientos de grano fueron 6518, 6132, 5761 kilogramos por hectárea, que correspondían a los tratamientos 105-19.5, 105-23.0, 140-23.0 kilogramos de nitrógeno y semilla por hectárea respectivamente. Mostrando estos un incremento sobre el testigo de 1406, 1020 y 649 kilogramos de grano por hectárea respectivamente. Estos datos al ser comparados resultaron ser estadísticamente iguales, pero significativamente superior al testigo (70-19.5 kilogramos por hectárea de nitrógeno y semilla). La ecuación de regresión obtenida a partir de los datos que nos estima el rendimiento es la siguiente:

$$Y: 5436.1529 + 283.0541X_2 - 72.048X_1^2 + 10.0906X_1X_2$$

Siendo X_1 los niveles de nitrógeno y X_2 las cantidades de semilla. Observándose que el efecto de densidades es de tendencia lineal y el de fertili-

zación nitrogenada de tendencia cuadrática.

El análisis económico de los datos muestra que el incremento en el rendimiento de grano que alcanza mayor valor corresponde al tratamiento 105 kilogramos de nitrógeno y 19.5 kilogramos de semilla por hectárea. En esta forma se logran aumentos con valor de ₡144.06 córdobas por hectárea, que se traduce en una relación beneficio-Costo estimada en ₡6.6 córdobas.

Cuadro 3. Características agronómicas medidas en la variedad E-57 sometida a tratamientos de fertilización nitrogenada y cantidades de semilla de siembra. "Los Altos", Masaya, 1971. A.

Tratamientos	Días a flor	Semillas Viabiles sembradas por hectárea	Plantas emergidas en el campo por hectárea	Panojas cosechadas por hectárea	Altura de Planta	3/ Acame	4/ Enfermedades	5/ Rendimiento Kg./Ha 12% H.	Porcentaje sobre el testigo	
1/ 2/										
105	-19.5	60	315350	247139	90440	1.18	1	3	6518	124
105	-23.0	60	372470	261425	91630	1.27	1	3	6132	116
140	-23.0	60	372470	239996	89250	1.18	1	3	5761	109
70	-23.0	60	372470	251996	86870	1.18	1	3	5624	107
122.5	-21.5	60	367710	298667	102340	1.27	1	3	5540	105
140	-19.5	60	315350	227139	80920	1.22	1	3	5290	101
87.5	-21.5	60	367710	284245	94010	1.22	1	3	5176	100
70	-19.5	60	315350	191140	72590	1.21	1	3	5112	100
140	-16.0	60	266560	151426	60690	1.15	1	3	4840	92
87.5	-17.75	60	298880	254853	57120	1.18	1	3	4569	91
105	-16.0	59	266560	161997	59500	1.12	1	3	4755	90
70	-16.0	60	266560	175712	67830	1.15	1	3	4705	89
122.5	-17.75	60	298880	195711	57120	1.15	1	3	4455	85

1/ Nitrógeno edáfico 2/ Densidad de Siembra. 3/ 0 porciato : 1.0, 0-25 porciato : 2.0, 25-50 porciato : 3.0, 50-75 porciato : 4.0, 75-100 porciato : 5.0 4/ Hel - minthosporium sp. 5/ Corresponde a un solo corte.

Cuadro 4. Análisis de varianza efectuado con los rendimientos de grano seco (Kgs/Ha.) De los tratamientos del ensayo: Efecto de la fertilización nitrogenada y la cantidad de semilla de siembra sobre las características del Sorgo granífero E-57.

	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	12	17.842.348,5488	1.486.862,4384	1693.13
Modelo	5	6.795.725,3291	1.359.145,0656	1547.7022
Falta de Ajuste	7	11.046.624,2196	1.578.089,1738	1797.0209
Repeticiones	3	12.121.745,9904	4.040.578,5408	4601.14
Error experimental	36	31.614,6816	878,1696	
T O T A L	51	29.995.710,2208		

Cuadro 5. Análisis de varianza del Número de Panojas a la cosecha de los tratamientos del ensayo: Efecto de la fertilización nitrogenada y la cantidad de semilla de siembra sobre las características del Sorgo granífero E-57.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Tratamientos	12	8596.8100	716.4000	3.35 ^{XX}
Modelo	5	6034.2228	1206.8445	5.65 ^{XX}
Falta de ajuste	7	2562.5872	366.0838	1.71
Repeticiones	3	5459.9000	1819.9600	8.52 ^{XX}
Error experimental	36	7683.3500	213.4200	
T O T A L	51	21740.0600		

Cuadro 6. Análisis de varianza de Altura de Plantas de los tratamientos del ensayo: Efecto de la fertilización nitrogenada y la cantidad de semilla de Siembra sobre las características del Sorgo granífero E-57.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Tratamiento	12	0.10	0.008	0.1646
Repeticiones	3	0.02	0.0066	0.1358
Error experimental	36	1.75	0.0486	
T O T A L	51	1.87		

DISCUSION

El análisis físico-químico del suelo donde se llevó a cabo el experimento nos muestra lo siguiente: El suelo posee una textura arcillo-limosa, moderadamente profundo y bien drenado. Su pH es ligeramente ácido.

Los niveles de nitrógeno y potasio son medios, y los de fósforo, calcio, magnesio y sodio son altos.

Los bajos porcentajes de germinación en el campo eran de esperarse. Experimentos anteriores llevados a cabo por Rodríguez (33) y Peña (24) han demostrado que estos son siempre menores a los encontrados en el laboratorio. El porcentaje de germinación en el laboratorio de la semilla usada en el experimento de campo fué 72 por ciento, pero no se corrigió el peso de semilla por este concepto. Además el porcentaje de humedad del suelo fué bajo, ya que a partir de la fecha de siembra hubo un período de 8 días sin lluvia.

La enfermedad causada por el patógeno Helminthosporium sp. no causó efecto en la producción de grano, ya que su aparición en el campo fué después de floración, cuando los granos de la panoja comenzaban su formación.

El número de días a flor fué uniforme para todos los tratamientos. Se atribuye la diferencia de días observada al tratamiento 105-16 kilogramos de nitrógeno y semilla por hectárea, a la desuniformidad de la emergencia de plantas debido a las razones apuntadas anteriormente. La variedad E-57 mostró buen desarrollo del sistema radicular de sus plantas, que se demostró al no acamarse las plantas aún habiendo recibido el impacto de vientos con intensidad de 152 kilómetros por hora a los 79 días de vegetación y cuando los granos se formaban en la panoja. A pesar de haber recibido algunos tratamientos niveles altos de nitrógeno.

El efecto lineal de las densidades de siembra quedó ampliamente demostrado por el número de panojas a la cosecha, en el cual la competencia por nutrimentos, luz y humedad provoca la disminución del número de panojas. Este resultado coincide con el encontrado por Rodríguez (33).

A pesar que el número de panojas fué menor para la densidad de 19.5 kilogramos por hectárea que para las de 21.5 y 23.0 kilogramos, estas eran de mayor tamaño y peso por volumen, por lo que se obtuvo un mayor rendimiento con esta densidad.

La densidad de siembra mostró efecto lineal sobre el rendimiento de grano mientras que el efecto de la fertilización nitrogenada fué de tipo

cuadrático. Esto se explica como que a medida que aumenta la densidad de siembra aumenta el rendimiento de grano, siempre que se le dé una adecuada fertilización, hasta un punto en el cual llega al máximo a partir del cual comienza a decrecer. Así tenemos que para la densidad de siembra 16.0 kilogramos de semilla por hectárea, el rendimiento de grano fué 4966 kilogramos, este rendimiento aumenta hasta un máximo de 5970 kilos para la densidad de siembra 19.5 kilogramos y comienza a disminuir al usar 23 kilogramos, obteniéndose con ésta 5839 kilogramos de grano por hectárea.

Las diferencias observadas entre los tratamientos 105-19.5, 105-23.0, 140-23.0 kilogramos por hectárea de nitrógeno y semilla respectivamente y el testigo resultaron ser altamente significativos. Sin embargo, al hacer los cálculos de rentabilidad por el uso de nitrógeno aplicado al suelo y densidades de siembra, nos encontramos que la relación beneficio-costo más alta que se obtuvo corresponde al tratamiento 105-19.5 kilogramos por hectárea de nitrógeno y semilla de siembra respectivamente. Estos resultados fueron obtenidos con semilla con un porcentaje de germinación de 72 por ciento, siendo que al aumentar el porcentaje de germinación es de esperar que disminuya la producción por efecto de la competencia.

Cuadro 7. Prueba de rango múltiple de los tratamientos del ensayo: Efecto de la fertilización nitrogenada y la cantidad de semilla de siembra sobre las características del sorgo granífero B-57.

Tratamientos <u>1/</u>	Rendimiento de grano <u>2/</u> Kg/Ha.	Significación estadística <u>3/</u>	Rango <u>4/</u>	RMS <u>5/</u> Kg/Ha.
105 -19.5	6518	a		
105 -23.0	6132	ab	2	1030
140 -23.0	5761	abc	3	885
70 -23.0	5624	bcd	4	789
122.5-21.5	5540	bcd	5	722
140 19.5	5290	cde	6	669
87.5-21.5	5176	cdef	7	629
70 -19.5	5112	def	8	594
140 -16.0	4840	efg	9	565
87.5-17.75	4769	efg	10	539
105 -16.0	4755	g	11	517
70 -16.0	4705	g	12	496
122.5-17.75	4455	g	13	479

1/ La primera cifra corresponde al nivel de nitrógeno aplicado y la segunda a la cantidad de semilla de siembra por hectárea respectivamente.

2/ Kilogramos por hectárea con 12 por ciento de humedad.

3/ Tratamiento identificados con la misma letra son estadísticamente iguales.

4/ Medias consecutivas comparadas.

5/ Rango mínimo significativo para 0.01 de probabilidad de error.

Cuadro 8. Análisis económico derivado del uso de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra, en sorgo granífero variedad E-57 "Los Altos", Masaya. 1971 A.

Tratamientos <u>1/</u>	Rendimiento de grano <u>2/</u>	Incremento sobre testigo	Valor del incremento Q <u>3/</u>	Costo del tratamiento <u>4/</u>	Relación B/C <u>5/</u>
105 19.5	6518	1406	960.96	144.06	6.60
105 23.0	6132	1020	673.20	161.39	4.10
140 23.0	5761	649	428.34	314.94	1.36
70 23.0	5624	512	337.92	207.84	1.62
122.5- 21.5	5540	428	282.48	281.59	1.00
140 19.5	5290	178	117.48	297.61	0.39
87.5- 21.5	5176	64	32.24	228.04	0.14
70 19.5	5112	--	--	--	--
140 16.0	4840	- 272	-179.52	286.68	-0.62
87.5- 17.75	4769	- 343	-226.38	214.28	-1.05
105 16.0	4755	- 357	-235.62	233.13	-1.01
70 16.0	4705	- 407	-268.62	179.58	-1.49
122.5- 17.75	4455	- 657	-433.62	267.82	-1.61

- 1/ La primera cifra corresponde al nivel de nitrógeno aplicado y la segunda a la cantidad de semilla de siembra por hectárea respectivamente.
- 2/ Kilogramos por hectárea con 12 por ciento de humedad.
- 3/ Precio del kilogramo de sorgo industrial $\text{Q}0.66$.
- 4/ Costo del kilogramo de semilla para siembra $\text{Q}4.38$
- 5/ Beneficio-Costo.

CONCLUSIONES

1. A medida que se aumenta la densidad de siembra aumenta el número de panojas a la cosecha, hasta el límite de 21.5 kilogramos por hectárea en el cual comienza a decrecer.
2. Los niveles óptimos de los factores estudiados para obtener el mayor rendimiento de grano y beneficio económico, son los de 105 kilogramos de nitrógeno y 19.5 kilogramos de semilla por hectárea.
3. Ninguno de los tratamientos aplicados causó variación en cuanto al número de días a flor y altura de planta.

RESUMEN

Debido a que las cantidades de semilla por manzana así como las cantidades fertilizante afectan de modo diferente a las variedades de sorgo granífero, se planificó el presente trabajo con el fin de obtener información acerca del efecto de cinco cantidades de semilla por hectárea y cinco niveles de nitrógeno en diferentes características del sorgo granífero E-57, bajo las condiciones de suelo de "Los Altos", Masaya.

Los niveles de nitrógeno estudiadas fueron 70, 87, 5, 105, 122.5 y 140 kilogramos por hectárea. Las densidades de siembra fueron 16, 17.75, 19.5, 21.5 y 23 kilogramos de semilla por hectárea.

El diseño experimental que se usó fué el de Cuadrado Doble con distribución de tratamientos en el campo de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, conteniendo cada bloque 13 tratamientos.

Cada parcela constó de 4 surcos de 6 metros de largo separados entre sí 0.35 metros.

La fuente de nitrógeno usada fué Urea 46 por ciento. La variedad usada fué E-57.

Los resultados del experimento pueden resumirse así:

1. Los porcentajes de germinación fueron sensi-

- blemente bajos.
2. La enfermedad causada por el patógeno *Helminthosporium* sp. no acusó ningún efecto en la producción de grano.
 3. El número de días a flor y la altura de plantas no fueron afectados por ningún tratamiento
 4. La variedad Dekalb E-57 resultó ser resistente al acame.
 5. El número de panojas a la cosecha se incrementa a medida que aumenta la densidad de siembra, hasta el límite de 21.5 kilogramos por hectárea en el cual comienza a decrecer.
 6. Los niveles óptimos de los factores estudiados para obtener el mayor rendimiento de grano y beneficio, son las de 105 kilogramos de nitrógeno y 19.5 kilogramos de semilla por hectárea. Con semilla de 72 por ciento de germinación.

LITERATURA CITADA

- 1.- AGRONOMIA. Sorgos para grano. Revista del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Julio-Agosto de 1950 1 (5): p 32-35.
- 2.- BENDAÑA G.G. 1968. Efectos de la Fertilización foliar complementaria sobre el rendimiento de grano de Sorgo (*Sorghum vulgare*) variedad Dekalb E-56A. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. p. 40.
- 3.- BONILLA, N. Y SALAS F. C. Informe de trabajo. Departamento de Agronomía. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 1959.
- 4.- BURLESON, C. A., COWLEY, W. R. Y OFEY, G. 1956. Effect of nitrogen fertilization on yield and protein content of grain sorghum in the Lower Rio Grande Valley of Texas. 48: 524-525.
- 5.- CAICEDO M. A. 1966. Cantidad de semilla y método de siembra en Sorgo de Grano. Agricultura Tropical. Colombia. Volumen XXII No. 11. P. 580-585.

- 6.- CANO, I. 1967. Correlación entre el peso de Ráquis, peso de panícula y rendimiento de grano en 12 variedades de Sorgo. Tesis Ing. Agr. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua. P. 48.
- 7.- COCHRAN, W. Y COX. G. 1965. Diseño Experimental. 2da. edición. Chapingo, México. Editorial Trillas S. A. P. 661.
- 8.- DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA. Informe individual anual de la Sección de Maíz y Sorgo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Estación Experimental Agropecuaria La Calera. 1967. (mimeografiado).
- 9.- FERNANDEZ, F. e IGLESIAS, G. 1963. Ensayo de niveles de nitrógeno. Estación experimental San Fernando, Alajuela, Costa Rica.
- 10.- FERNANDEZ, F. e IGLESIAS, G. 1963. Distancias y Densidades de Siembra en Sorgo. Estación experimental San Fernando. Alajuela, Costa Rica.
- 11.- FERNANDEZ H. J. 1966. Influencia de diferentes densidades de siembra entre planta y entre surco en la producción de Sorgo para grano y forraje (*Sorghum vulgare Pers.*), en Alajuela, Esparta y Parrita. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Costa Rica. P. 40.

- 12.- GONZALEZ A. T. Y SALAS, J. C. 1961. Experimentación sobre el cultivo del Sorgo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.
- 13.- GRIMES, D. W. Y MUSICH, J. T. 1959. How plant spacing, fertility and irrigation affect grain sorghum production in South Western Kansas. Kansas Agricultural Experiment Station. Bulletin No. 414.
- 14.- HERRON, G. M. Y ERHART, A. B. 1960. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on the yield of irrigated grain sorghum in Southwestern Kansas. Agr. 52: 499-501.
- 15.- JIRON, P., M. D. 1964. Ensayos de fertilización en sorgo (*Sorghum vulgare Pers.*) en el cantón central de Liberia, Guanacaste. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 68 p.
- 16.- LANSBERG, J. J. 1964. Spacing for Sorghum grain production. Rhodesian J. Agric Res. 2 (1):23-30.
- 17.- LEAL, B. A. 1957. Fertilizantes en Sorgo bajo condiciones óptimas de cultivo. Tesis Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Instituto Tecnológico Monterrey. N. L. de México.

- 18.- LUNA, C. G. 1962. Epoca, distancia y densidades de siembra en cinco variedades de Sorgo. Tesis Ing. Agr. Escuela de Agricultura y Ganadería Instituto Tecnológico de Monterrey. P. 44.
- 19.- MATHERS, A. C. et al. 1960. Relationship of nitrogen and grain sorghum yield under three moisture regimes. Agr. J 52(8):443-446.
- 20.- MUSICK, J. T., GRIMES, D. W. Y HERRON, G.M. 1963. Irrigation Water Management and nitrogen fertilization of grain sorghum. Agr. J 55:295-298.
- 21.- NELSON, C. E. 1952. Effect of spacing and nitrogen application on yield of grain sorghum under irrigation. Agr. J 44:303-305.
- 22.- PAINTER, C. G. 1951. Interacción Humedad-Fertilización en el Sorgo. Agr. J. 21(6). P. 286-289.
- 23.- PAINTER, C. G. Y ROSS, W. L. 1953. The effect of moisture, spacing, fertility, and their interrelationships on grain sorghum production. Agr. J 45:261-264.

- 24.- PEÑA, R. J. 1969. Efecto de la distancia de siembra entre surco y la cantidad de semilla en el rendimiento de tres variedades de Sorgo para grano. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería P. 33.
- 25.- PINEDA, C.R. 1953. Resumen de los experimentos en Sorgo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua (STAN) 1953. Archivo. (mimeografiado)
- 26.- PINEDA, C. R. 1954. Resumen de los Experimentos de Sorgo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua. (STAN) Archivo. (mimeografiado).
- 27.- PINEDA, C. R. 1955. Resumen de los Experimentos de Sorgo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua. (STAN) Archivo (mimeografiado).
- 28.- PINEDA, C. R. 1956. Resumen de los Experimentos de Sorgo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua. (STAN) Archivo (mimeografiado).

- 29.- PITNER, J. B. et al. 1955. El cultivo del Sorgo. Folleto Tecnico No. 15. Secretaría de Agricultura y Ganaderia. Dirección General de Agricultura. México.
- 30.- PORTER, K. B. JENSEN, M. C. Y SLETTEN, W.H. 1956. Producción de Sorgo en Texas. Bulletin No. 912. Texas Agricultural Experiment Station. U.S.A.
- 31.- PORTER, K. B., JENSEN, M. E. Y SLETTEN, W.H. 1960. The effect of row spacing, fertilizer, and plating rate on the yield and water use of irrigated grain sorghum. Agr. J 52:431-434.
- 32.- RAHEJA, P. G. Y KRANTZ. 1956. Aplicacion de fertilizantes en suelos aluvionales en el cultivo del Sorgo. Agr. J. 42(5). P.316-318.
- 33.- RODRIGUEZ, M. L. 1967. Efecto de diferentes densidades de siembra y espaciamientos entre surcos sobre caracteres de Sorgo granífero. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganaderia. P. 41.
- 34.- SALAZAR, B. A. 1966. Como cultivar Sorgo para grano en Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Circular 55. P. 15-16.

- 35.- STICKLER, F. C. et al 1961. Row width and Plant Population Studies with grain sorghum at Manhattan, Kansas. Crop Science 1 (4):297-300.
- 36.- TAPIA, H. Y SEQUEIRA, F. 1970. Efectos de la fertilización edáfica y foliar en los rendimientos de grano y heno de Sorgo granífero. Informe anual del programa de mejoramiento de Maíz y Sorgo, Managua, Nicaragua. P 236-244.