

**ESCUELA NACIONAL  
DE  
AGRICULTURA Y GANADERIA**

**“Efecto de la Fertilización Foliar Complementaria  
con SAMPI No. 3 y Urea, en Sorgo Granífero”**

**T E S I S**

**Norman Padilla Alvarez**

**MANAGUA**

**1975**

**NICARAGUA**

"EFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR COMPLEMENTARIA  
CON SAMPI Nº 3 Y UREA, EN SORGO GRANIFERO"

POR

NORMAN PADILLA ALVAREZ

TESIS

PRESENTADA A LA CONSIDERACION DEL HONORABLE TRIBU-  
NAL EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTEN-  
NER EL GRADO DE :

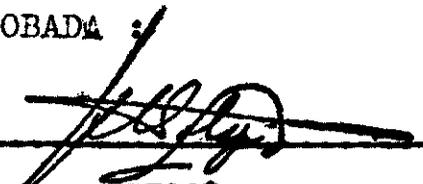
INGENIERO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA

MANAGUA, NICARAGUA C.A.

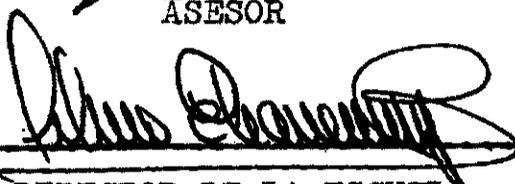
1975

APROBADA :

  
\_\_\_\_\_  
ASESOR

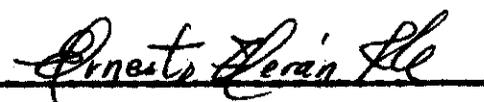
5 MAYO 1976

\_\_\_\_\_  
FECHA

  
\_\_\_\_\_  
DIRECTOR DE LA ESCUELA

25 NOV 1976

\_\_\_\_\_  
FECHA

  
\_\_\_\_\_  
JEFE DEL DPTO.

22/11/76

\_\_\_\_\_  
FECHA

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

El autor desea expresar su agradecimiento a su asesor el Ingeniero Humberto Tapia B., por su valiosa cooperación en el desarrollo de esta Tesis. Al Ingeniero Mario J. Gutiérrez P. por las facilidades prestadas en su propiedad, durante el período de siembra a cosecha de este experimento. Al Agrónomo Rosendo Díaz C., distribuidor del producto Sampi No. 3, por haber proporcionado muestras de este fertilizante para su evaluación. Igual a sus compañeros y amigos que le brindaron su ayuda.

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES :

FRANCISCO PADILLA GONZALEZ

(q. e. p. d.)

SOCORRO ALVAREZ VDA. DE PADILLA

A MI HERMANA :

ROSA AMELIA PADILLA ALVAREZ

(q. e. p. d.)

## C O N T E N I D O

Indice de Cuadros .....	VI
Indice de Gráficas .....	VII
Introducción .....	1
Objetivos .....	3
Literatura Revisada .....	4
Fertilización Foliar.....	9
Materiales y Métodos .....	13
Resultados Experimentales .....	20
Discusión .....	29
Conclusiones .....	33
Resumen .....	34
Bibliografía .....	36

## INDICE DE CUADROS.

CUADRO		PAGINA
1	Análisis físico-químico del suelo en donde se estableció el experimento. Los Altos , Masaya 1971 - A.	14
2	Condiciones meteorológicas del sitio en donde se llevó a cabo el experimento durante el período de siembra a cosecha. Los Altos, Masaya. 1971 - A.	15
3	Niveles de Nitrógeno edáfico, fuentes, épocas de aplicación y niveles de nitrógeno foliar aplicados en sorgo granífero. Los Altos, Masaya. 1971 - A.	17
4	Análisis de la varianza del número de panojas de sorgo granífero, cosechadas en ensayo de fertilización nitrogenada edáfica y foliar. Los Altos, Masaya. 1971 - A.	21
5	Rendimiento de grano de sorgo de la variedad E - 57 y relaciones de Beneficio/Costo obtenidas al comparar la nutrición edáfica a base de Urea, y foliar a base de Urea y Sarnpi No 3. Los Altos, Masaya. 1971 - A.	22
6	Análisis de la varianza de rendimientos de grano de sorgo, obtenidos al aplicar tratamientos fertilizantes nitrogenados al suelo y al follaje. Los Altos, Masaya. 1971 - A.	25

## INDICE DE GRAFICAS

GRAFICAS		PAGINA
1	Efecto de dosis y número de aplicaciones de nitrógeno foliar, sobre la relación B/C, en el cultivo del sorgo granífero.	26
2	Efecto de épocas de aplicación de nitrógeno foliar, sobre la relación B/C, en el cultivo del sorgo granífero, con base edáfica de 67.75 Kg/Ha de nitrógeno.	27
3	Efecto de épocas de aplicación de nitrógeno foliar, sobre la relación B/C, en el cultivo del sorgo granífero, con base edáfica de 135.5 Kg/Ha de nitrógeno.	28

## I N T R O D U C C I O N

La importancia que ha adquirido la fertilización foliar es debido a que puede suplir la falta de ciertos elementos esenciales, haciendo uso de la capacidad que tienen las hojas para absorber nutrimentos.

La fertilización foliar puede ser de gran ayuda en el aumento de rendimiento de los cultivos, en casos de sequía prolongada o humedad excesiva, durante la cual las plantas no pueden extraer los nutrimentos del suelo.

Por ésto, se hace necesario obtener información de la fertilización foliar en los cultivos que se siembran en el país. El presente trabajo trata de aportar información sobre la fertilización foliar en sorgo granífero. Este cultivo ha tenido últimamente un incremento en el área sembrada en Nicaragua, por las ventajas que presenta al adaptarse muy bien a las planicies de la costa del Pacífico y otras condiciones ecológicas desfavorables en que los otros cultivos no serían rentables, es además un cultivo mecanizable, que permite el uso de maquinaria utilizada en otros cultivos. La gran demanda adquirida para uso alimenticio en granjas avícolas y porcinas, es otro factor a considerar, siendo la producción nacional insuficiente para abastecerlas.

Además, habiéndose obtenido anteriormente resultados positivos respecto al incremento del rendimiento de grano con aplicaciones foliares complementarias (21), es conveniente conocer las técnicas de su uso referente a dosis y épocas adecuadas para su aplicación, para poder determinar la posibilidad de su uso a nivel comercial.

## O B J E T I V O S

Los objetivos planteados en este estudio son:

Determinar los períodos más adecuados durante el ciclo vegetativo del sorgo granífero para realizar aplicaciones de nitrógeno foliar.

Determinar la dosis adecuada de fertilización edáfica y el número de aplicaciones complementarias de fertilizante foliar.

Determinar cual de los fertilizantes foliares estudiados, tiene mejor efecto sobre el rendimiento de grano en sorgo.

Determinar la rentabilidad al usar fertilización foliar complementaria a la edáfica.

## LITERATURA REVISADA

En trabajo realizado en California por Raheja y Krantz en 1956, aplicando cantidades mayores de 80 libras de nitrógeno por acre ( 90.72 kilogramos por hectárea ) en forma de sulfato de amonio en suelos aluviales, encontraron que no hubo incremento en la producción de sorgo granífero ( 19 ).

En experimento realizado en sorgo en cultivo rante el período lluvioso, por Muñoz y Rachis en 1957, se encontró que aplicaciones de nitrógeno tenían un efecto positivo en el rendimiento, el cual se incrementó conforme aumentaron las dosis de nitrógeno aplicadas, las cuales también variaron de 0, 40, 80 y 120 kilogramos por hectárea. Causando esta última dosis una presentación mas temprana del estado de floración en las variedades usadas, la cual fue hasta de catorce días en la variedad Kafir 1, con la cual se obtuvo el mayor rendimiento. Con los rendimientos obtenidos se concluyó que la aplicación de nitrógeno es rentable. ( 16 ).

Observaciones realizadas durante ocho años por Grimes y Musick en 1959, en el rendimiento de sorgo granífero en ensayos en que se probaron los efectos producidos por el espaciamiento de plantas, fertilización con nitrógeno y fósforo e irrigación, concluyeron que el espaciamiento entre surcos afectó aún de manera más significativa el rendimiento que la fertilización nitrogenada a razón de 80 libras por acre ( 90.72 kilogramos por hectárea ) ( 9 ).

Porter, Jensen, Sletler en 1960 (13), investigaron el efecto de diferentes distancias, densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada en sorgo de grano, observando que los mejores rendimientos se obtenían a medida que se acortaba la distancia de siembra, pero se aumentaba la densidad de siembra y la cantidad de nitrógeno por unidad de área.

El Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua (STAN) en 1960, realizó un experimento en el que se aplicaron diferentes combinaciones de elementos fertilizantes, y para el cultivo de rebrote se aplicaron cantidades de nitrógeno igual a la original. Como resultado se obtuvo, que el sorgo responde muy bien a las aplicaciones de nitrógeno. El mejor tratamiento fue el de 150 libras de nitrógeno por manzana (98.65 kilogramos por hectárea), con un rendimiento de 74.5 quintales de grano por manzana ( 4,919.7 kilogramos por hectárea ) 48 por ciento más que el testigo (14).

Investigaciones sobre el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en el rendimiento de sorgo de grano, se hicieron en el Estado de Kansas por Herron y Erhart en 1960, en diez diferentes localidades durante varios años, obteniéndose los mejores resultados con las cantidades de 80 a 90 libras de nitrógeno por acre (90.72 a 102.06 kilogramos por hectárea) (10).

Ensayo llevado a cabo por Mathers en 1960 (13), en el que probó tres diferentes niveles de humedad en el suelo y cuatro diferentes niveles de nitrógeno en un rango de 0 a 240 libras por acre (0 a 272.26 kilogramos por hectárea). Observó este investigador que cuando se usaban las cantidades de 240 libras de nitrógeno por acre (272.26 kilogramos por hectárea) combinado con el mayor nivel de humedad se obtenían los mejores rendimientos.

Una serie de experimentos llevados a cabo en Costa Rica en dos localidades, por González y Salas en 1961 (8), en que se usaron diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, y diferentes densidades de siembra 20,30 y 40 libras de semilla por manzana ( 13.15, 19.73, 26.30 kilogramos por hectárea ), concluyeron que las aplicaciones de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno y 40 kilogramos por hectárea de fósforo, fueron los que dieron los mejores resultados.

Córdoba en 1962 concluyó que, cuando el cultivo se realice en período lluvioso, o siendo las precipitaciones pluviales muy bajas, no es recomendable aplicar fertilizante ya que el uso del mismo está acondicionado, a un límite de humedad en el suelo, para que la solución formada pueda ser utilizada por la planta en desarrollo (5).

En un ensayo con diferentes niveles de nitrógeno llevado a cabo por Fernández e Iglesias en 1963 (7), encontraron los mejores resultados con aplicaciones de 120 kilogramos por hectárea.

En experimento realizado por Musick y Grimes en 1963, para observar la respuesta del sorgo a diferentes niveles de fertilización nitrogenada que varió de 0 a 120 libras por acre (0 a 136.07 kilogramos por hectárea) y a diferentes contenidos de humedad del suelo, se concluyó que el sorgo responde a la fertilización nitrogenada relacionada con la humedad del suelo, siendo el nivel de 120 libras de nitrógeno por acre (136.07 kilogramos por hectárea), el que dió los mejores rendimientos (17)

Ensayos realizados por dos años consecutivos, observando la respuesta del sorgo a la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, usando el híbrido Amak R-10, dieron resultados que Jirón en 1964 concluyó con la recomendación de aplicaciones de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno y 75 kilogramos de fósforo por hectárea (11).

Kornerup en 1964 (12), menciona que el sorgo ha respondido a las aplicaciones de nitrógeno, que se han hecho en la Costa Atlántica y Tolima Colombia, y que pueden aplicarse de 70 a 150 kilogramos por hectárea.

Técnicos del Departamento de Agronomía, del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua en 1967, realizaron un ensayo en la época de primero en el cultivo del sorgo, llevando como objetivo determinar los diferentes patrones de respuesta de este cultivo, hacia aplicaciones edáficas de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales se hicie-

ron en dosis que variaron de 50 a 200 libras por manzana para cada elemento (32.88, 131.54, kilogramos por hectárea). Estos experimentos dieron como resultado que la combinación de 100 - 50 - 200 libras por manzana (65.77 - 32.88 - 131.54 kilogramos por hectárea) proporcionó el mayor incremento en la producción, por lo que se concluyó que el sorgo responde a aplicaciones medianas de nitrógeno (15).

Salazar en 1968 manifestó que el sorgo responde igual o mejor que el maíz a las aplicaciones de nitrógeno y de los otros elementos nutrientes que pueden encontrarse deficientes en el suelo, recomendándose en general para la Costa del Pacífico de Nicaragua aplicaciones de 50 - 100 libras de nitrógeno por manzana ( 65.77 - 32.88 kilogramos por hectárea ) y 50 libras de potasio por manzana ( 32.88 kilogramos por hectárea ) (20).

Analizando los datos suministrados por la literatura revisada, nos encontramos que la experimentación sobre fertilización edáfica nitrógenada en sorgo granífero se ha verificado desde niveles de 90.72 a 272.26 kilogramos por hectárea, dando como resultado que el sorgo responde a las aplicaciones de nitrógeno, incrementando el rendimiento de grano conforme se aumenta la cantidad de nitrógeno aplicado al suelo. La eficiencia del nitrógeno esta relacionada al nivel de humedad presente en el suelo, la cual va a determinar la disponibilidad de éste elemento a las necesidades demandadas por la planta en desarrollo; siendo este un problema bastante serio en países en donde la producción

de los cultivos está determinado por la regularidad de las precipitaciones durante el período lluvioso.

### Fertilización Foliar

Witter en 1969, en estudios sobre fertilización foliar encontró que la capacidad de las hojas para absorber nutrientes es grande, aún así no recomiendan el empleo sin dicornimiento de fertilizantes completos ( N - P - K ) en forma de aspersion foliar en cultivos hilerados. El mayor valor de la nutrición foliar ha quedado confirmado en cosechas donde es posible corregir ciertos trastornos producidos por deficiencias (22).

Aguilar y Virgili en 1965 manifestaron que, trabajos realizados en distintos países con la aplicación de isótopos radiactivos han permitido comprobar totalmente la absorción de elementos fertilizantes por la planta, no solo a través de los estomas, sino de todas las partes de sus órganos aéreos tanto hojas como rama y tallos, y que la absorción no diferenciándose de la radicular es mucho más rápida y completa (1).

Otro aspecto interesante de la aplicación foliar es el incremento en la actividad fotosintética de las plantas, es decir, el aumento de la utilización de la energía luminosa para la síntesis de sus alimentos (1).

En el estado actual se puede considerar el abonado al suelo y el foliar como complementarios, ya que el primero asegura el mantenimiento de la fertilidad potencial del suelo, mientras que el segundo nos permite la aportación rápida y directa a las plantas en el momento en que lo requieran, de los elementos cuya absorción del suelo sea lenta o imposible (1).

La importancia de los resultados obtenidos al comprobar la rápida y eficaz absorción de los elementos fertilizantes foliarmente por las plantas, radicó en que venía a ser una solución al caso en que la fertilización edáfica no pudiera suministrar los nutrientes necesarios, ya fuera por carencia de ellos o falta de humedad en el suelo. Lo que dio origen a la investigación de la fertilización foliar en los cultivos de mayor importancia.

De los resultados obtenidos en un experimento con sorgo, llevado a cabo por Técnicos del Departamento de Agronomía del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua en 1967, en el que se probaron aplicaciones de nitrógeno cuyas dosis variaron de 50 - 100 libras por manzana ( 32.88 - 65.77 kilogramos por hectárea), acompañadas de fósforo y potasio en forma constante 50 libras por manzana (32,88 kilogramos por hectárea) por cada elemento. Esta aplicación edáfica se complementó con aplicaciones del fertilizante foliar ENVY (10 - 20 - 10 ) a razón de 22.7 litros por hectárea, que se aplicó en tres etapas del desarrollo del desarrollo del sorgo E-56 A : 7.1 litros durante el encañe, 7.1 litros antes de emerger la

panoja y 8.5 litros en el estado masoso del grano. Se concluyó que la fertilización foliar complementaria a la fertilización edáfica verificada en las dosis y épocas de aplicación del experimento, no tienen ningun efecto en el rendimiento (15).

Bendaña en 1968 (3), en experimento que realizó en sorgo usando la variedad E - 56 A, no obtuvo respuestas positivas sobre el incremento del rendimiento al completar cuatro diferentes niveles fertilizantes N - P - K aplicadas al suelo; 50 - 50 - 50, 50 - 0 - 0, 10 - 50 - 50, 10 - 0 - 0 libras por manzana ( 32.88 - 32.88 - 32.88, 32.88 - 0 - 0, 65.77 - 32.88 - 32.88, 65.77 -0-0 kilogramos por hectárea ). con diferentes frecuencia de aplicaciones de fertilizante foliar ENVY ( 10 - 20 - 10) que variaron de una a tres, en tres épocas de crecimiento de la planta, cuando tenía 40 centímetros de altura, panícula en bandera, grano en media maduración. Por lo cual concluyó que aplicaciones foliares ENVY ( 10 - 20 - 10 ) en las dosis y épocas de aplicaciones en que se realizaron no mejoraron la producción de grano.

En experimento realizado en sorgo granífero por Tapia y Sequira en 1970, en que se usó la variedad Jumbo L, se estudiaron tres niveles de nitrógeno aplicados al suelo : 0, 67.7, y 135.5 kilogramos por hectárea, complementadas con cuatro aplicaciones foliares, usando el producto Gro - Green, a razón de 10 gramos de producto comercial por litro de agua,

cuya composición química es 20 - 30 - 10 además de contener elementos menores. Las aplicaciones foliares se hicieron en los períodos : Preemergencia de la panoja ( Panzoneo ), Floración (50 por ciento de plantas con panoja soltando polén ) siete días después de la floración y catorce días después de la floración. Los resultados obtenidos mostraron un efecto marcado y favorable al aplicar fertilizantes nitrogenados al suelo, y al hacer aplicaciones foliares complementarias, alcanzando incrementos en la producción de grano hasta de 24 por ciento sobre el testigo sin aplicación edáfica y foliar (21).

Los resultados obtenidos en experimentación sobre la fertilización foliar como complemento, en el cultivo del sorgo granífero en Nicaragua, no habían proporcionado efecto satisfactorio en el rendimiento de grano, hasta en 1970 que se obtuvo un incremento significativo en el rendimiento.

Haciendo éste necesario experimentos posteriores que vinieran a proporcionar mayor información sobre las técnicas de aplicación de la fertilización foliar.

## MATERIALES Y METODOS

Este ensayo se estableció el 2 de Julio de 1971 en la localidad " Los Altos Masaya, en una extensión de 1,550 metros cuadrados, presentando el suelo las siguientes características alta fertilidad, ligeramente ácido, textura arcillo limosa, con una topografía casi plana a ligeramente inclinada, con buen drenaje. En el cuadro 1 se presenta el análisis físico - químico del suelo.

La variedad usada fue el híbrido E-57, que tiene un período vegetativo intermedio de 90 a 95 días cuando se siembra en zonas con temperaturas altas y 95 a 105 días en zonas con temperaturas frescas. El porte de la planta es mediano con una altura de 1.2 - 1.5 metros, tallo resistente al acame, con panoja grande y abierta, el grano es grande de color bronce, susceptible al ataque de pájaros. Los fertilizantes usados como fuente de nitrógeno fueron : Urea al 46 por ciento que se aplicó al suelo, y en forma foliar Sampi No. 3, cuya composición química es 8.0-3.0-3.0-2.0-1.0 por ciento de N-P-K Mg- Ca respectivamente. Para la aplicación del fertilizante foliar se usó una bomba de mochila de motor con capacidad de 10 litros.

Las condiciones climáticas durante el período del ensayo se presentan en el Cuadro 2, habiendo sido la precipitación de Julio a Septiembre de 866.9 milímetros, con una variación en la temperatura de 25.0 a 25.9 grados centígrados.

El diseño experimental que se usó fue bloques completos al azar y arreglo de parcelas divididas con seis repeticiones.

CUADRO 1. Analisis físico-químico del suelo donde se estableció el experimento. Los Altos, Masaya. 1971 - A. 1/

Prof. Text.	% Arena	% Lino	% Arcilla	pH	C.O.	M.O	N			
Cm.	2.0-0.5 mm.	0.05-0.002 mm.	Menos 0.002 mm.	Pasta 1:2:5	%	%	Total % C/N			
0-8	AL <sup>2/</sup>	16	42	42	6.4	6.6	3.36	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	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					CIC		Sat. Base		BAR	H <sub>2</sub> O	Fertilidad	
Me/100 Gr. de suelo					Me/100 gr				Humedad %		ppm.	
Ca	Mg	Na	N	H	Suma	NH <sub>4</sub> AC	Suma	NH <sub>4</sub> AC	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 e Inventario de Recursos Naturales de Nicaragua. 2/ AL = Arcillo Limoso

3/ A = Arcilloso.

Los métodos que se usaron en el Análisis físico-químico fueron : Textura, Método del Hidrómetro; pH, Pasta de suelo (Método A) y Relación Suelo - Agua 1:2:5 (Método B); Carbono Organico (CO), Método Walkley y Black; Materia Organica (MO), C.O. x 1.724; Nitrógeno Total, método Macro Kjeldahl; Relación Carbono Nitrógeno (C/N), Carbono Orgánico/Nitrógeno total (C.O/N) ; Cationes Intercambiables, Método Destilación en Macro Kjeldahl; Saturación de Base, Sat. Base =  $\frac{Ca + Mg + Na + K}{Ca + Mg + Na + K + H} \times 100$ ; Humedad, Capacidad de Campo a 1/3 Bar. y Coeficientes de Marchitez 15

CIC Bar. ; Fertilidad, Método Carolina del Norte.

CUADRO 2. Condiciones Meteorológicas del sitio donde se llevo a cabo el experimento durante el período de siembra a cosecha.  
Los Altos, Masaya. 1971 - A.

Meses	Temperatura Promedio °C	Precipitación (mm)	Humedad Relativa %	VElocidad del viento km/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
Total		866.9		

1/ Ministerio de Defensa de Nicaragua. 1971.

Los tratamientos que se evaluaron fueron 24, que resultaron de combinar dos niveles de nitrógeno aplicados al suelo, con doce tratamientos foliares. Los tratamientos foliares resultaron de aplicar dos fuentes de nitrógeno foliar en seis formas diferentes en número y época. Estos tratamientos se detallan en el Cuadro 3.

Cada tratamiento se aplicó a una sub-parcela de cuatro surcos de 6 metros de largos y 0.35 metros entre surcos, o sea en un área de 8.4 metros cuadrados, considerándose la parcela útil la formada por los surcos centrales. La cantidad de semilla usada fue de 19.5 kilogramos por hectárea.

Los niveles de nitrógeno aplicados al suelo fueron de 67.75 y 135.5 kilogramos por hectárea, usando como fuente Urea al 46 por ciento. Esta aplicación edáfica se hizo, la mitad al momento de la siembra y la otra mitad a los 30 días al lado del surco sin tapar.

Los niveles de nitrógeno aplicados al follaje fueron : 0.5 y 4.5 kilogramos por hectárea, por aplicación, con las fuentes de Sampi No. 3 y Urea al 46 por ciento respectivamente.

Estas aplicaciones se hicieron en diferentes épocas del ciclo vegetativo del cultivo, que fueron : Preemergencia de la panoja (Panzoneo), Floración (Antesis), Siete días después de la Floración y catorce días después de la floración.

Este se hizo con el objetivo de determinar cual es la época más adecuada de aplicación foliar y cuántas aplicaciones

Cuadro 3. Niveles de nitrógeno edáfica, fuentes, épocas de aplicación y niveles de nitrógeno foliar aplicados en sorgo granífero. Los Altos, Masaya. 1971 - A.

Trat. No.	Aplicación Edáfica		Aplicación Foliar Fuente				Nitrógeno Foliar Aplicado		
	Kg/Ha	1/		2/	3/	4/	5/	Kg/Ha	6/
				<u>7/</u>					
1	135.50		Sampi No 3	x	x	x	x	2.0	1
2	"		"	x	x	x		1.5	2
3	"		"	x	x			1.0	3
4	"		"	x				0.5	4
5	"		"	x		x		1.0	3
6	"		"		x			0.5	4
7	"		Urea	x	x	x	x	18.0	5
8	"		"	x	x	x		13.5	6
9	"		"	x	x			9.0	7
10	"		"	x				4.5	8
11	"		"	x		x		9.0	7
12	"		"		x			4.5	8
13	67.75		Sampi No.3	x	x	x	x	2.0	4
14	"		"	x	x	x		1.5	2
15	"		"	x	x			1.0	3
16	"		"	x				0.5	4
17	"		"	x		x		1.0	3
18	"		"		x			0.5	4
19	"		Urea	x	x	x	x	18.0	5
20	"		"	x	x	x		13.5	6
21	"		"	x	x			9.0	7
22	"		"	x				4.5	4
23	"		"	x		x		9.0	7
24	"		"		x			14.5	9

1/ Nitrógeno en forma de Urea. 2/ Panzoneo. 3/ Floración 4/ Siete días después de la floración. 5/ Catorce días después de la floración. 6/ Total de nitrógeno foliar aplicado. 7/ Aplicación foliar.

deben hacerse en determinado período del cultivo

Los datos registrados para la evaluación de los tratamientos fueron :

- 1.- Días a Flor.- Considerándose en floración cuando el 50 por ciento de las plantas de una parcela presentan sus panojas con anteras soltando polen, anotándose el número de días que habían transcurrido a partir de la siembra
- 2.- Altura de Planta.- La cual fue tomada cuando la planta alcanzó su desarrollo total (después de floración) midiéndose del suelo hasta la punta de la panoja.
- 3.- Daño de Pájaros.- Fue corregido por medio de la Ecuación propuesta por Cano (4), al calcular el rendimiento de grano,  $Y = 0.3097 + 0.83 x$
- 4.- Incidencia de Plagas.- No se presentó ataque significativo,
- 5.- Número de Panojas cosechadas.- Este dato se tomó al momento de la cosecha de la parcela útil, contándose el número de panojas cosechadas.
- 6.- Rendimiento de Grano.- Se obtuvo pesando las panojas cosechadas en la parcela útil, se tomó muestra para determinar su porcentaje de humedad y estimar el peso seco de panoja por parcela. Con este dato se usó la ecuación propuesta por Cano (4) para calcular el rendimiento de grano seco por parcela, para eliminar el daño de pajaros. Posteriormente se

hicieron las conversiones a kilogramos por hectárea más el 12 por ciento de humedad.

Obtenidos los datos de rendimiento se procedió a efectuar el análisis estadístico de la varianza para determinar con que tratamientos se lograba incrementar significativamente la producción de grano.

Se verificó también un análisis de Beneficio/Costo para determinar los porcentajes de rentabilidad por concepto de la inversión realizada en fertilizantes.

## R E S U L T A D O S

Los datos tomados en el ensayo de campo al ser analizados estadísticamente dieron los siguientes resultados :

Altura de Planta.- Las aplicaciones de nitrógeno al suelo complementadas con las diferentes aplicaciones de nitrógeno foliar, no causaron ninguna diferencia significativa de la altura de planta entre tratamientos, ya que la altura alcanzada por la planta en los diferentes tratamientos varió entre 1.20 y 1.30 metros, los cuales están comprendidas entre el rango del tamaño normal de la variedad E-57.

Días a flor.- Las diferencias encontradas entre los diferentes tratamientos para alcanzar su floración, no fueron significativas, ya que éstas diferencias tuvieron un máximo de 2 días, alcanzando la floración entre 57 - 50 - 59 días, después de la siembra.

Número de panojas cosechadas.- El análisis estadístico del número de panojas cosechadas, reveló que no hubieron diferencias significativas entre tratamientos ni en la interacción edáfico por foliar, debido a que la diferencia en el número de panojas cosechadas fue mínima entre tratamientos (Cuadro 4).

Rendimiento de grano.- Los rendimientos obtenidos en los 24 tratamientos evaluados, variaron entre 4, 856 y 7,350 kilogramos por hectárea de grano con 12 por ciento de humedad (Cuadro 5).

CUADRO 4. Análisis de varianza del número de panojas cosechadas de sorgo granífero, en ensayo de fertilización nitrogenada edáfica y foliar. Los Altos, Masaya. 1971 - A.

---

Fuente de variación	G L	S C	C M	Significancia Estadística
Repetición	5	8678.20	1735.64	NS
Edáfico	1	0.34	0.34	NS
Error (A)	1	5323.20	1064.64	
Foliar	11	4658.83	423.53	NS
Foliar x Edáfico	11	4726.99	429.72	NS
Error (B)	110	103962.87	945.11	
TOTAL	143	127350.23	890.56	

---

CUADRO 5. Rendimiento de grano de sorgo de la variedad E-57 y relaciones de Beneficio/Costo obtenidas al comparar la nutrición edáfica a base de Urea; y foliar a base de Urea y Sampi No. 3 Los Altos, Masaya. 1971 - A.

Aplicación Edáfica Kg/Ha 1/	Trat. al follaje					Nitrógeno Foliar Kg/Ha 6/	Rendimiento Grano 12% H. Kg/Ha	Relación B/C 7/
	Fuente	Epoocas de Aplic.						
		2/	3/	4/	5/			
67.75	Urea	x				4.5	7350	30.16
135.50	Sampi		x			0.5	6849	15.64
135.50	Urea	x	x			9.0	6772	13.36
135.50	Sampi	x	x	x	x	2.0	6662	10.95
135.50	Sampi	x	x			1.0	6493	12.59
135.50	Urea		x			4.5	6399	13.72
135.50	Urea	x				4.5	6380	13.67
67.75	Sampi	x		x		1.0	6362	22.83
67.75	Sampi	x	x	x		1.5	6317	18.84
67.75	Sampi	x	x	x	x	2.0	6245	16.43
135.50	Sampi	x	x	x		1.5	6214	11.01
135.50	Sampi	x		x		1.0	6200	11.97
135.50	Urea	x	x	x		13.5	6155	11.11
67.75	Sampi	x				0.5	6078	25.45
67.75	Urea		x			4.5	5966	24.29
67.75	Urea	x	x	x		13.5	5808	17.79
135.50	Urea	x	x	x	x	18.0	5965	9.45
135.50	Urea	x		x		9.0	5672	11.03
135.50	Sampi	x				0.5	5660	11.92
67.75	Urea	x	x	x	x	18.0	5582	16.14
67.75	Sampi		x			0.5	5524	23.13
67.75	Sampi	x	x			1.0	5249	17.83
67.75	Urea	x	x			9.0	5249	18.27
67.75	Urea	x		x		9.0	4846	16.82

1/ Nitrógeno aplicado al suelo. 2/ Panzones. 3/ Floración. 4/ Siete días despues de la floración. 5/ Catorce días despues de la floración. 6/ Total de nitrógeno foliar aplicado. 7/ B/C Relación Beneficio/Costo. expresado en córdobas y fue calculado con los siguientes valores 1 kg. de nitrógeno como fuente Urea al 46 % @ 1.47; 1kg. de Sampi No. 3. @ 16.03; Costo de aplicación por aviación @ 0.28/litro; 1 kg. de sorgo @ 0.49 (precios correspondientes a Febrero de 1972).

Se observó que en los tratamientos que recibieron nitrógeno aplicado al suelo en el nivel de 135.50 kilogramos por hectárea, los rendimientos fueron mayores que los obtenidos en los tratamientos con el nivel de 67.75 kilogramos por hectárea.

En cuanto a las dos fuentes de fertilizante foliar evaluadas, Sampi No. 3 y Urea al 46 por ciento, el promedio fue mayor con Sampi No. 3 al nivel de 0.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

La época de panzoneo resultó ser la más adecuada para realizar las aplicaciones foliares, ya que los tratamientos en que se hizo una sola aplicación de fertilizante foliar en esta época produjeron en promedio los mayores rendimientos. Es importante hacer notar que en esta época la aplicación foliar con Urea al 46 por ciento en el nivel de 4.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea, resultó tener mayor efecto en el rendimiento que Sampi No. 3 en el nivel de 0.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea, a los dos niveles de nitrógeno aplicados al suelo.

Se consideró este último factor como decisivo para que se haya obtenido con el tratamiento de 67.75 kilogramos de nitrógeno por hectárea al suelo, y una aplicación de fertilizante foliar en la época de preemergencia de la panoja, usándose Urea al 46 por ciento a nivel de 4.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea, el mayor rendimiento 7.350 kilogramos de grano por hectárea con 12 por ciento de humedad.

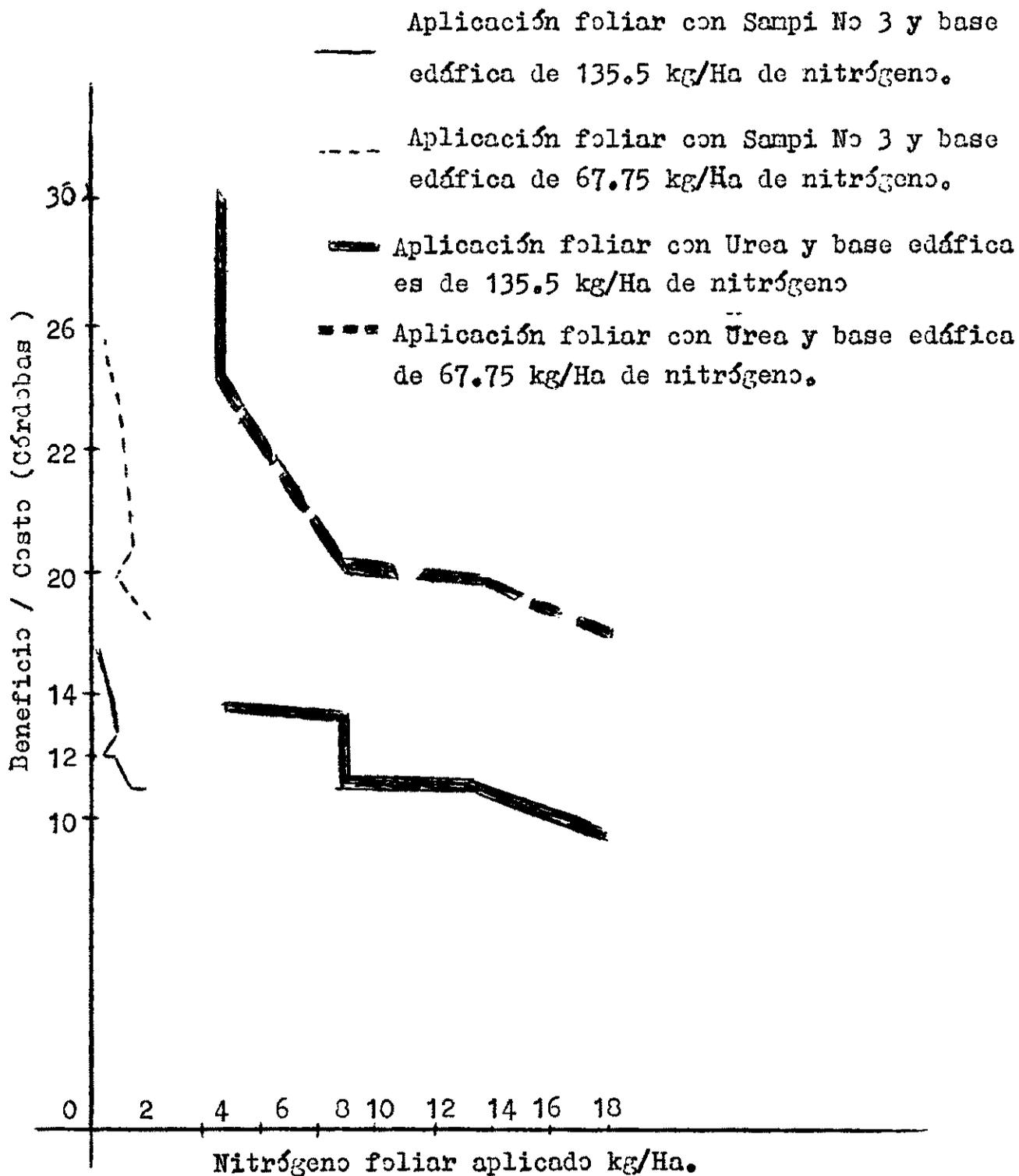
Al analizar estadísticamente los rendimientos obtenidos con los tratamientos evaluados en el ensayo, se encontró que no hubo diferencias significativas para la interacción de fertilización edáfica por foliar y las dos fuentes de nitrógeno foliar, igual que entre tratamientos ( Cuadro 6 ).

Para completar este estudio se realizó un análisis económico con el propósito de determinar con cual de los tratamientos se obtenía la mayor relación Beneficio/Costo (B/C) (Cuadro 5) ya que el tratamiento con la mayor relación Beneficio/Costo sería el más indicado al no existir diferencia significativa estadísticamente en el rendimiento. De este estudio se obtuvo el siguiente resultado : que los tratamientos en que el nivel de nitrógeno aplicado al suelo fue de 67.75 kilogramos por hectárea, con todas las aplicaciones foliares complementarias, se consiguieron las mayores relaciones Beneficio/Costo, Gráfico 1. En éstas, las menores relaciones Beneficio/Costo fueron originadas por los tratamientos que recibieron las cuatro aplicaciones foliares, tanto con Samp. No. 3 como con Urea al 46 por ciento ( Gráfica 2 y 3 ).

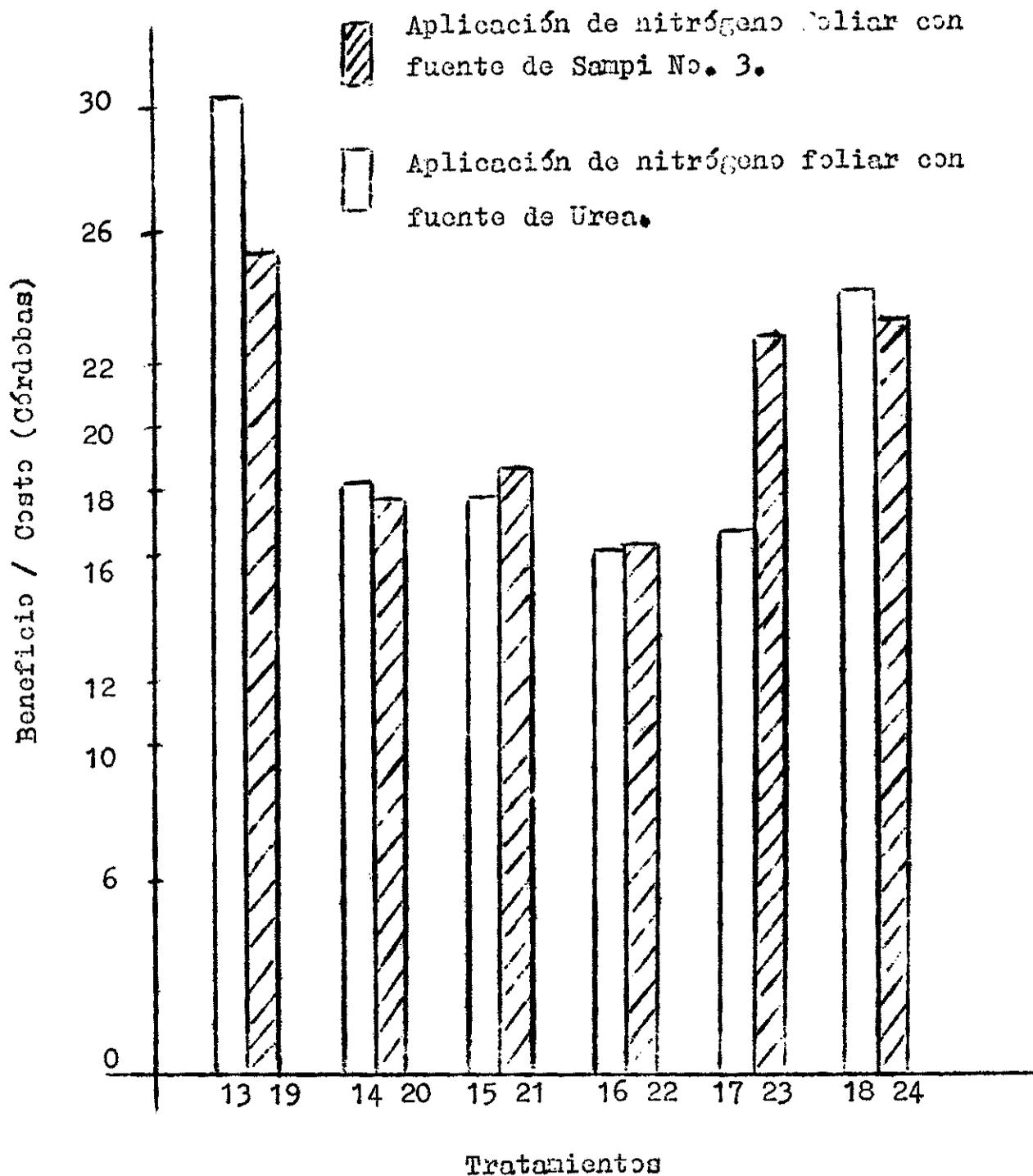
Referente a la época de aplicación las mayores relaciones Beneficio/Costo correspondieron a tratamientos que recibieron una aplicación foliar al momento de preemergencia de la panoja (Panzoneo). Se logró la mayor relación Beneficio/Costo en esta época de aplicación, cuando el fertilizante foliar usado fue Urea al 46 por ciento en el nivel de 4.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea, obteniéndose la mayor relación Beneficio/Costo con el tratamiento que le correspondió el mayor rendimiento.

CUADRO 6, Análisis de la varianza de rendimientos de grano de sorgo obtenidos al aplicar tratamientos fertilizantes nitrogenados al suelo y al follaje. Los Altos, Masaya. 1971 - A.

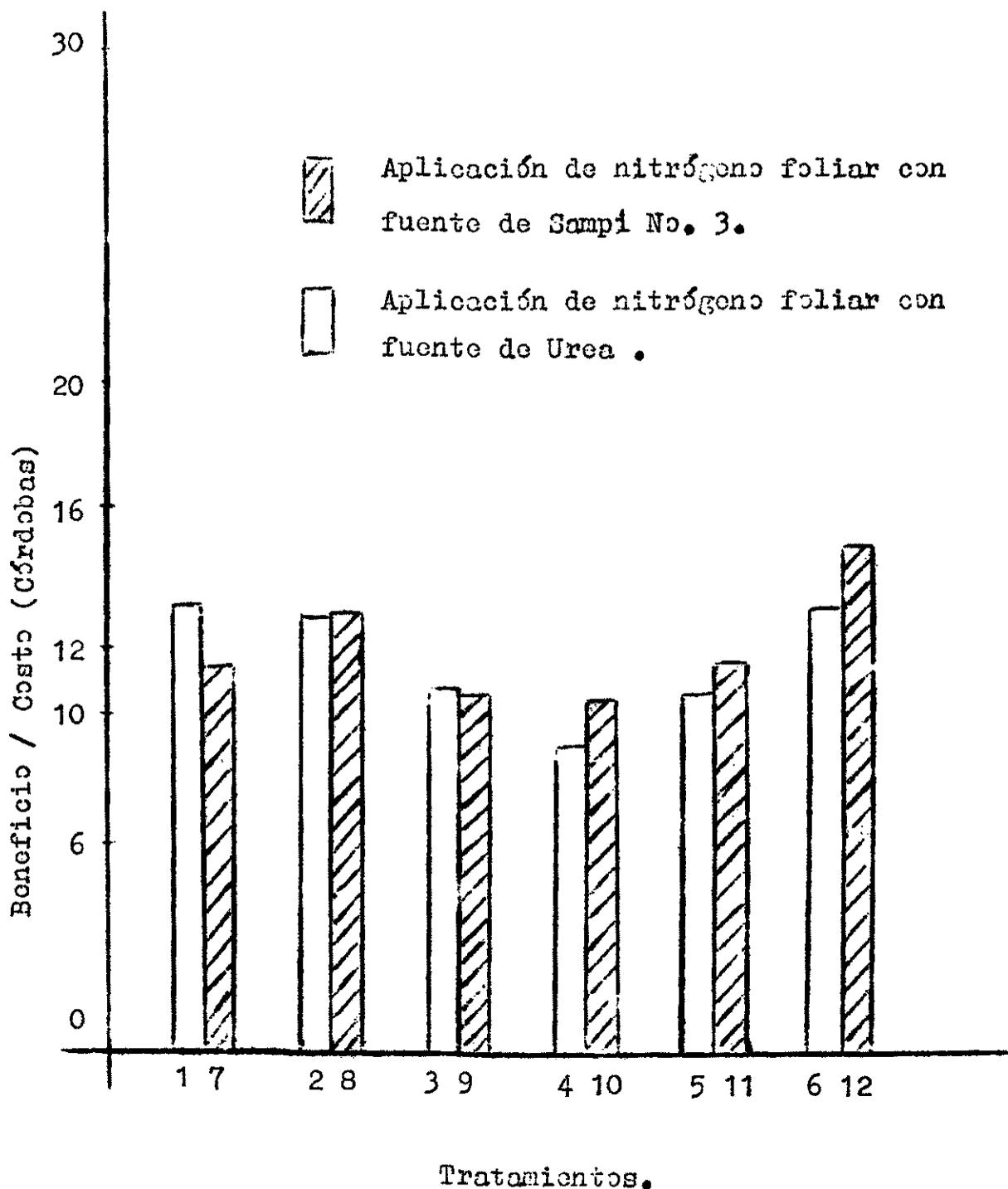
Fuente de Variación	G L	S C	C M	Significancia Estadística
Repetición	5	84975469.30	16995093.86	NS
Edáfico	1	4130761.56	4130761.56	NS
Error (A)	5	10683715.43	2136743.08	
Foliar	11	1963124.60	178465.87	NS
Foliar x Edáfico	11	36738341.93	3339489.26	NS
Error (B)	110	213493938.48	1940853.98	
T O T A L	143	351985315.30	2461436.02	



Gráfica 1. Efecto de dosis y número de aplicaciones de nitrógeno foliar, sobre la relación B/C, en el cultivo del sorgo granífero



Gráfica 2. Efecto de épocas de aplicación de nitrógeno foliar, sobre la relación B/C, en el cultivo del sorgo granífero, con base edáfica de 67.75 Kg/Ha de nitrógeno.



Gráfica 3. Efecto de épocas de aplicación de nitrógeno foliar, sobre la relación B/C, en el cultivo del sorgo granífero, con base edáfica de 135.5 Kg/Ha de nitrógeno.

## D I S C U S I O N

Los resultados obtenidos en este ensayo nos indican que la fertilización edáfica complementada con aplicaciones foliares efectuadas en la época adecuada del ciclo vegetativo del cultivo, incrementar significativamente el rendimiento de grano en sorgo. Resultados similares fueron obtenidos por Tapia y Sequeira (19), en 1970, que evaluaron el fertilizante foliar Gro-Green aplicado en las mismas épocas como complemento de igual fertilización nitrogenada al suelo.

La aplicación foliar de nitrógeno en época de pre-emergencia de la panoja (Panzoneo) resultó la más adecuada en el ciclo vegetativo del cultivo. Es en este período en que la planta realiza las actividades más esenciales de su desarrollo como es el crecimiento de las estructuras reproductivas seguida de la floración y fecundación, que la planta necesita de nutrición mineral balanceada para suplir sus necesidades que posteriormente se reflejan en la producción del grano. Esto sugiere que es esencial una adecuada provisión de nitrógeno en este período, por ser este elemento un componente estructural de las proteínas.

Tomando en consideración la gran eficiencia que tienen las plantas para absorber nutrimentos por el follaje, es lógico suponer que una aplicación foliar que pueda suplir nitrógeno en esta época, provocará consecuentemente un aumento en la síntesis de proteínas, que provoca a su vez un aumento de tamaño en las células y especialmente del ritmo de sus divisiones, lo que significa mayor producción de grano.

Resultados contrarios obtenidos por Bendaña (3) pueden deberse a que las aplicaciones foliares realizadas en su experimento no se hicieron en la época adecuada durante el ciclo vegetativo del cultivo. Estas aplicaciones se efectuaron : La primera muy tempranamente, cuando la planta tenía 40 centímetros de alto, la segunda estando la panicula emergida sin ocurrir antesis, la tercera en estado de media maduración del grano. La aplicación foliar tiene que ser oportuna, y a que el nitrógeno es absorbido rápidamente a través del follaje. Igual puede ser el caso para el experimento realizado por Técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (15), en donde se obtuvieron resultados similares a los obtenidos por Bendaña (3).

Durante el desarrollo del experimento la aplicación foliar de nitrógeno en los períodos críticos fue determinante para incrementar el rendimiento de grano, si bien es cierto que el suelo donde se sembró el experimento, presentaba buena fertilidad, ésta no pudo ser utilizada por la planta en las cantidades necesarias, debido a la escasa precipitación ocurrida en el mes de Agosto, correspondiente a 132.4 milímetros, cuadro 2; se puede observar que esta fue la menor precipitación pluvial registrada en la estación lluviosa, y es equivalente a menos de 4.5 milímetros diarios, posiblemente durante este mes la planta necesitó mayor humedad en el suelo para obtener suficiente aporte de nitrógeno y satisfacer así las necesidades nutricionales en su desarrollo. Esto viene a corroborar que la

principal función de la fertilización foliar es la de complemento, a la fertilización edáfica, cuando este último no puede ser usada por la planta según la expresa Aguilar (1) y Wintter (22).

Referente a condiciones de escasa precipitación, Córdoba (5) recomienda que no es conveniente aplicar fertilizantes al suelo, bajo estas condiciones.

Los resultados proporcionados por el análisis estadístico al no encontrar diferencias significativas en los rendimientos obtenidos de los diferentes tratamientos, nos hace deducir que el nivel de 67.75 kilogramos de nitrógeno por hectárea aplicado al suelo, es el nivel a usar, completando esto con una sola aplicación de fertilizante foliar al momento de preemergencia de la panocha (Panzoneo).

Esto significa que una aplicación de Urea 46 por ciento para proveer 4.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea como complemento en la época de panzoneo, tiene un efecto similar o mayor que el producido por la aplicación de 135.50 kilogramos de nitrógeno por hectárea al suelo, y hace innecesario otras aplicaciones foliares posteriores.

El análisis económico sugiere que la aplicación foliar de Urea al 46 por ciento para proporcionar 4.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea, como complemento a la aplicación edáfica de 67.75 kilogramos de nitrógeno por hectárea, presenta la relación Beneficio/Costo más alta. Esto es contrario a lo obtenido por Tapia y Sequeira (21) en 1970 en el que la mayor relación Beneficio/Costo fue obtenida al aplicar 135.50 kilo-

gramos de nitrógeno por hectárea al suelo, debido al alto costo del fertilizante foliar usado en ese experimento.

El resultado de haber obtenido la mayor relación Beneficio/Costo, con una aplicación foliar de Urea al 46 por ciento para proveer la dosis de 4.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea, se explica al analizar las Gráficas 1, 2, y 3. Las que indican que si las relaciones Beneficio/Costo tienden a ser mayores a menor número de aplicaciones foliares, Gráficas 2, y 3, lógico es que la mayor relación se obtendría con la fuente foliar que aporta mayor cantidad de nitrógeno por aplicación, y mayor aún si el costo es menor, tal es el caso de la Urea al 46 por ciento, Gráfica 1.

Por lo que al usar fertilizantes foliares de menor costo como fuente de nitrógeno, hacen rentables estas aplicaciones, al incrementar el rendimiento de grano de sorgo a menor costo.

## C O N C L U S I O N E S

Las épocas más adecuadas durante el período vegetativo del cultivo del sorgo granífero, para verificar aplicación foliar fueron : Panzoneo y Floración.

El nivel de nitrógeno más eficiente aplicado al suelo, fue de 67.75 kilogramos por hectárea complementado con una aplicación foliar de 4.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea en forma de Urea al 46 por ciento.

Las dos fuentes de fertilizante foliar usado resultaron igualmente efectivas.

El costo de la fuente usada en la fertilización foliar, determina su rentabilidad.

## R E S U M E N

En sorgo granífero usando la variedad E - 57, fue realizado un ensayo de fertilización edáfica y foliar, en el que se evaluaron dos niveles de nitrógeno aplicado al suelo 67.75 y 135.50 kilogramos por hectárea, usando como fuente Urea al 46 por ciento, complementados con doce tratamientos foliares, siendo la fuente de nitrógeno foliar Sampi No. 3 y Urea al 46 por ciento en los niveles base de 0.5 y 4.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea respectivamente, la diferencia entre estos tratamientos foliares radicó en la época y frecuencia de aplicación.

Resultando que aplicaciones foliares de nitrógeno efectuadas al panzoneo del sorgo granífero, incrementaron el rendimiento de grano.

El mayor rendimiento obtenido fue de 7.350 kilogramos de grano por hectárea, lográndose con la aplicación de 67.75 kilogramos de nitrógeno por hectárea suministrado al suelo y como complemento una aplicación de Urea foliar al Panzoneo, a nivel de 4.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Con este tratamiento se obtuvo la mayor relación Beneficio/Costo, equivalente a ₡ 30.16

Todos los tratamientos foliares con base edáfica de 135.50 kilogramos de nitrógeno por hectárea mostraron las más bajas relaciones Beneficio/Costo, pero en promedio fueron las que produjeron mayores rendimientos de grano.

Las diferencias entre los rendimientos de grano no fueron estadísticamente significativos para los tratamientos de edáfico por foliar.

De esto podemos concluir que fuentes de nitrógeno foliar de bajo costo, con aplicaciones complementarias durante el período en que el cultivo tienen mayor necesidad de nitrógeno, redujeron los niveles de aplicación de nitrógeno al suelo a 67.75 kilogramos por hectárea, lográndose relaciones Beneficio/Costo mayores, y, como consecuencia haciendo posible su uso.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Aguilar, A. D y Virgili, G. A. 1965. Las plantas pueden abonarse por las hojas. La Hacienda, Florida E.U.A. Año 60, No. 6 : 72 - 74.
- 2.- 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 Ingeniero Agrónomo. Sin publicar. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 42 p.
- 3.- Bendaña, G. G. 1968. Efecto de la fertilización foliar complementaria sobre el rendimiento de grano en sorgo (Sorghum vulgare, Pers) Variedad Dekalb E-56-A. Tesis Ingeniero Agrónomo. Sin publicar. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 40 p.
- 4.- Cano, I. 1968. Conrelación entre el peso de raquis, peso de panícula y rendimiento de grano en 12 variedades de sorgo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Sin publicar. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 48 p.
- 5.- Córdoba, O. B. 1972. Generalidades en el cultivo del Sorgo. Escuela Superior de Agricultura " Antonio Narro ". Saltillo, México. Bol. Tec. No. 3. 3 p.
- 6.- Cochran, W y Cox G. 1965. Diseños Experimentales. 2 a. Ed. México. Edit. Trillas S. A. 661 p.
- 7.- Fernández, F. e Iglesias, G. 1963, Ensayo de niveles de nitrógeno. Estación Experimental San Fernando. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Alajuela, Costa Rica.

- 8.- González, A. T y Salas, J. C. 1961. Experimentación del Cultivo del sorgo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Sin publicar. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 48 p.
- 9.- Grimes, D. W y Musick, J. T. 1959. How plant spacing, fertility and irrigation affect grain sorghum production in South Western Kansas. Kansas Agricultural Experiment Station Bulletin, No. 414.
- 10.- Herron, G. M y Erhart, A. B. 1960. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers en the yield of irrigated grain sorghum in South Western Kansas. Agronomy Journal. 52 ( 8 ) : 499 - 501.
- 11.- Jiron, P. M. D. 1964. Ensayos de Fertilización en Sorgo Sorghum vulgare, Pers) en el Cantón Central de Liberia, Guanacaste. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José Costa Rica. 68 p.
- 12.- Kornerup, O. J. 1964. El cultivo de sorgo de grano y sus posibilidades en Colombia. Agricultura Tropical. 5 (7) 239 - 252.
- 13.- Mathews, A.C. 1960. Relationship of nitrogen and grain sorghum yield under three moisture regimes. Agronomy Journal. 52 (8) : 443 - 446.
- 14.- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1960. Resumen de los experimentos en sorgo. Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua, (STAN) Archivo, (Mimeografiado). 105 p.

- 15.- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1967. Informe Individual Anual de la Sección de Maíz y Sorgo. Estación Experimental Agropecuaria La Calera. Departamento de Agronomía. Managua, D.N. Nicaragua. 102 p.
- 16.- Muñoz, M. J y Rachis, O. K. 1957. Fertilización y espaciamento en el sorgo. Agricultura Técnica en México. No. 3 : 17.
- 17.- Musick, J. T ; Grimes, K. W y Herron, G. M. 1963. Irrigation water management and nitrogen fertilization of grain sorghum. Agronomy Journal 55 (12) : 295 - 298.
- 18.- Porter, K. B ; Jenson, 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. Agronomy Journal. 52 (8) : 431 - 434.
- 19.- Raheja, P. G y Krantz, J. 1956. Aplicación de fertilizantes en suelos aluvionales en el cultivo del sorgo. Agronomy Journal. 42 (5) : 325 - 328.
- 20.- Salazar, B. A. 1968. Como cultivar sorgo para grano en Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua. D. N. Nicaragua. 26 p.
- 21.- Tapia, B. H y Sequeira, B. 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. Centro Experimental Agropecuario La Calera. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, D. N. Nicaragua. 245 p.
- 22.- Witter H. S. 1969. Use fertilización foliar. La Hacienda. Florida E. U. S. Año 10. No. 6.43 p.