

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

EFFECTO DE SIETE NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y ZINC SOBRE
ALGUNOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL FRIJOL VARIEDAD
510-51 (Phaseolus vulgaris L.)

POR

CARLOS JOSE CHAVEZ ROJAS

TESIS

1976

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

EFFECTO DE SIETE NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y ZINC SOBRE
ALGUNOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL FRIJOL VARIEDAD
510-51 (Phaseolus vulgaris L.)

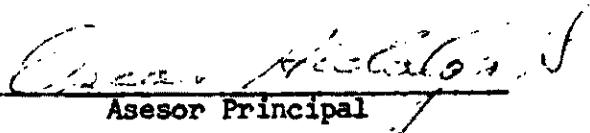
POR

CARLOS JOSE CHAVEZ ROJAS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO

APROBADA


Asesor Principal

16- FEBRERO -76
Fecha


Director de la Escuela

Fecha


Jefe del Departamento

16 de febrero de 1976
Fecha

DEDICATORIA

- A: Carlos Manuel Chávez
Procesa Rojas de Chávez
Mis queridos Padres.
- A: Carlos Alberto Morales
María Concepción Chávez
Mis queridos Tíos.
- A: Georgina del Carmen Chávez
Mi hija con inmenso cariño.
- A: Todos mis hermanos, especialmente a
María Concepción, Adolfo Enrique y
Angélica Chávez Rojas.
- A: Carlos Edwin Chávez
Mi sobrino.
- A: Carmen Brenes Vda. de Rojas
Mi querida Abuelita.
- A: TODA MI FAMILIA.
- A: Marta Báez Sáenz
Con todo mi amor.

AGRADECIMIENTO

Agradezco:

Principalmente al Dr. Oscar Hidalgo Salvatierra, al M.S. Javier Icaza G. y al M.S. Ernesto Terán H. quienes me brindaron su valiosa cooperación en la secuencia de este estudio.

Al M.S. José M. Narváez G. y al Agr. José A. González que inicialmente atendieron mis consultas sobre este estudio.

Al B.S. Alvaro Sequeira D. y Agr. Emilio Leypón, quienes desinteresadamente me prestaron su cooperación.

Al IICA que me facilitó el análisis de los datos realizados en este estudio.

A Todos mis Profesores y Compañeros que me legaron sus conocimientos.

A La Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, el centro educativo donde alcancé una de mis metas trazadas en mi vida.

CONTENIDO

SECCION	PAGINA
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE APENDICE	viii
I RESUMEN	1
II INTRODUCCION	3
III OBJETIVO	4
IV REVISION DE LITERATURA	5
V MATERIALES Y METODOS	9
VI RESULTADOS	12
VII DISCUSION	17
VIII CONCLUSION	20
IX BIBLIOGRAFIA	21
X APENDICE	24

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1.	Distribución de los tratamientos Nitrógeno, Fósforo y Zinc enmarcados en el Diseño Guadalupe en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973.	10
2.	Efecto de los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Zinc sobre la altura de la planta en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973.	13
3.	Efecto de los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Zinc sobre el número de vainas por planta en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973.	14
4.	Efecto de los niveles de Nitrógeno Fósforo y Zinc sobre el rendimiento de grano en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973	16

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1.	Configuración espacial de los tratamientos en la evaluación de siete niveles de Nitrogeno Fósforo y Zinc en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973.	29
2.	Efecto de varios niveles de P_2O_5 con N constantes y varios niveles de N con P_2O_5 constante y dos niveles de Zn en la altura de planta de frijol negro. variedad 510-51, Masatepe 1973.	30
3.	Efecto de varios niveles de P_2O_5 con N constante y dos niveles de Zn en el número de vainas por planta de frijol negro, variedad 510-51, Masatepe 1973.	31
4.	Relación de N-P-Zn con el rendimiento de grano de frijol negro. variedad 510-51, Masatepe 1973.	32
5.	Relación de la interacciones de N-P-Zn sobre el rendimiento de grano de frijol negro de la variedad 510-51, Masatepe 1973.	33
6.	Efecto de cada uno de los tratamientos sobre el rendimiento de grano de frijol negro, variedad 510-51, Masatepe 1973.	34
7.	Efecto conjunto de los tratamientos sobre el rendimiento de grano de frijol negro variedad 510-51, Masatepe 1973.	35
8.	Efecto conjunto de los tratamientos sobre altura de planta de frijol negro. variedad 510-51, Masatepe 1973.	36
9.	Efecto conjunto de los tratamientos sobre número de vaina por planta de frijol negro, variedad 510-51, Masatepe 1973	37

INDICE DE APENDICE

CUADRO		PAGINA
1.	Análisis de varianza para rendimiento de grano en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973.	25
2.	Análisis de varianza para la superficie de repuesta en el cultivo del Frijol variedad 510-51 Masatepe 1973.	26
3.	Análisis de varianza sobre altura de plantas en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973.	27
4.	Análisis de varianza para número de vainas por planta en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973.	28

RESUMEN

El frijol es uno de los cultivos más importantes en Nicaragua. Datos estadísticos indican que este cultivo ocupa el segundo lugar en importancia como alimento básico y el quinto lugar en cuanto al valor nutricional. Durante los últimos años se han obtenido bajos rendimientos y para 70-71 se obtuvo un rendimiento promedio de 537.2 kilogramos por hectarea (5). Como se puede observar el rendimiento promedio nacional es muy bajo. Para incrementar este rendimiento además de sembrar con variedades mejoradas se debe hacer necesario buscar los niveles más adecuados de Fertilización.

Se ha observado en la zona de Masatepe una aparente deficiencia de ciertos elementos menores y en especial del Zinc manifestándose con síntomas de necrosis general y deformaciones semejantes a rosetas en las yemas foliar en el cultivo de frijol (13).

Este ensayo se llevó a efecto el 4 de octubre de 1973 en la Estación Regional de Diversificación Agrícola Campos Azules. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del Nitrógeno, Fósforo y Zinc en algunos componentes de rendimiento del frijol variedad 510-51.

Las fuentes de fertilización que se utilizaron fueron: Urea Triple-superfosfato y Oxido de Zinc para Nitrógeno Fósforo y Zinc respectivamente. En la evaluación de los datos de rendimiento se empleó el Diseño Guadalupe y Bloque al Azar con dos repeticiones.

De acuerdo a los resultados para altura de planta, el efecto de los tratamientos fue estadísticamente significativo al nivel de 1 por ciento de probabilidad correspondiendo las mayores alturas para las dosis de 75-125-9, 75-150-9 y 150-150-18 Kg/ha. de N-P-Zn respectivamente. El

análisis de número de vainas por planta muestra diferencias significativas entre tratamientos lo mismo que para el rendimiento de grano siendo los niveles adecuados para rendimiento en la zona de Masatepe el 150-150-0 y 75-75-0 Kg/ha. de N-P-Zn con 1 101 y 1 044 Kg/ha respectivamente.

INTRODUCCION

En la zona de Masatepe Dpto. de Masaya se ha observado una aparente deficiencia de ciertos elementos menores y en especial del Zinc (13). Parece que esta deficiencia del elemento Zinc se ha manifestado con síntomas de necrosis general y deformaciones semejantes a rosetas en las yemas foliar en el cultivo del frijol. El frijol es uno de los granos básicos que tiene importancia predominante en la alimentación humana. Es una leguminosa que tiene un elevado porcentaje de proteínas y constituye parte de la dieta diaria de la familia nicaraguense siendo el consumo diario per cápita de 80 gramos (19).

El rendimiento de este cultivo es afectado adversamente por una serie de factores ambientales como biológicos lo que lo hace un producto de poca rentabilidad debido a la falta de tecnicismo en esta leguminosa. En los últimos años se han obtenido bajos rendimientos y durante el año 1975 el rendimiento promedio de 923.5 kilogramos por hectarea (22).

Los factores requeridos para obtener buen rendimiento sienta sus bases en los cuidados de Buena preparación del suelo el uso adecuado de semilla mejorada, la fertilización necesaria de acuerdo al suelo y el cuidado sobre control de malezas plagas y enfermedades.

Mediante este ensayo se tratará de obtener la correlación de nitrógeno, fósforo y Zinc y estudiar los efectos de estos elementos sobre algunos componentes de rendimiento del frijol variedad 510-51 (Phaseolus vulgaris L.)

La distribución de los tratamientos se hizo en un arreglo Guadalupe y el ensayo se llevó a efecto en la Estación Regional de Diversificación Agrícola Campos Azules el cual tuvo una duración de 72 días en su ciclo vegetativo.

OBJETIVOS

Evaluar el efecto del Nitrógeno, Fósforo y Zinc sobre la altura de planta número de vainas por planta y rendimiento del Frijol Negro variedad 510-51 (Phaseolus vulgaris L.).

REVISION DE LITERATURA

Las leguminosas al igual que los demás cultivos, son plantas que requieren principalmente los nutrientes nitrógeno y fósforo y también elementos menores que las plantas usan en cantidades mínimas.

Según Iglesias (12) el frijol no requiere de suelos de alta fertilidad para producir buenas cosechas, también indica que bajo las condiciones de los suelos de Nicaragua existe repuesta a las aplicaciones de Nitrógeno y Fósforo y que al aplicar estos con Potasio produce un descenso en la producción. Rodríguez y Miranda (18) en la evaluación de variedades de Frijol en Colombia, obtuvieron como resultado que las variedades que más se destacaron fueron México 307 con 675 kilogramos por hectarea y la variedad 510-51 con 626 kilogramos por hectarea de N-P-K.

Leypón (13) indica que de 16 variedades comerciales de frijol sembrados bajo riego en Campos Azules, Masatepe durante marzo el mayor rendimiento de grano fue obtenido por la variedad 510-51 con 1.122 kilogramos por hectarea y en la siembra de postrera (septiembre) el mayor rendimiento de grano se obtuvo con la variedad 510-51 con 1.384 kilogramos por hectarea.

Ortiz (15) estudió la absorción acumulativa de elementos nutritivos por la planta de frijol lo cual llevó a demostrar que la absorción máxima ocurría entre los 33 y 44 días después de la germinación. Determinó que las utilidades obtenidas de fósforo solamente son siempre mayores que los logrados al fertilizar solo con nitrógeno por lo que recomienda fertilizar con 50 kilogramos por hectarea de fósforo.

Echaverría (9) determinó que en suelos muy pobres en Nitrógeno la aplicación de la formula 19-27-0 a razón de 508 kilogramos por hectarea (8 quintales/mz.) produce un crecimiento y una producción satisfactoria.

Para suelos más ricos en Nitrógeno, recomienda la aplicación de la fórmula 12-33-0 a razón de 413.5 kilogramos por hectarea (6.5 quintales/mz.).

Chacón (6) observó que los niveles óptimos de fertilización nitrogenada están comprendidos en el rango de 50-100 kilogramos por hectarea y que la fertilización con nitrógeno disminuye sensiblemente la formación de nódulos en las raíces. Sánchez (21) nos informa que la repuesta observada a la adición de nitrógeno en las plantas de frijol empieza a partir de los 40 kilogramos por hectarea y los niveles para repuesta a fósforo están en aplicaciones superiores a 100 kilogramos por hectarea.

Quirce (17) cita que el fósforo es uno de los elementos que más lleva la producción del frijol y Sequeira (23) en sus estudios de fertilización fosfórica nos cita que usando 91 kilogramos de fósforo por hectarea obtuvo los mayores rendimientos sin embargo resulta más económico usar 78 kilogramos por hectarea. Pinchinat (16) en ensayos en cinco variedades de frijoles y en cinco localidades de Honduras, encontró que con 45-90-0 kilogramos por hectarea de N-P-K respectivamente se obtienen buenos rendimientos.

Trabajos realizados en Masatepe por Tapia (27) usando Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la variedad compuesto veracruzano, determinó que solo el efecto fue altamente significativo y que con 91 kilogramos por hectarea de fósforo se obtenían los mayores rendimientos.

Malavolta citado por Igue y Boernemiza (11) indica que la absorción de zinc en muchos suelos es deficiente y recomienda que cuando se muestran deficiencias se hagan aplicaciones foliares de zinc usando diez kilogramos por hectarea de sulfato de Zinc disuelto en 40 litros de agua.

Carter (4) nos informa que en el proceso de meteorización, los micronutrientes son los elementos que más se lixivian. El pH del suelo tiene relación con el aprovechamiento de los micronutrientes por la planta y la asimilación del Zinc, tiende a reducirse cuando el pH del suelo pasa de 6.5. Las deficiencias de Zinc produce numerosos cambios morfológicos en las plantas, incluyendo hojas pequeñas, en rosetas, moteadas o amarillas y tallos bronceados (26).

La deficiencia de Zinc en durazno, frijol y algodón (3) produce un enrollamiento del hipocotilo. En plantas de tomate, frijol asemeja una deficiencia de fósforo en el largo de los entrenudos produciéndose una característica terminación en rosetas, también puede desarrollar áreas necróticas irregulares en el tejido intervenal de las hojas (25).

Skoog (24) encontró que la deficiencia de Zinc está caracterizada por una falla en la elongación de los tallos. El elemento Zinc (7) puede eliminar una de las muchas reacciones de competencia para la disponibilidad de compuestos amino-nitrogenados, resultando un incremento relativo en ciertas enzimas y un decrecimiento en otras. El mismo autor señala que en frijoles y guisantes la producción de semilla se reduce severamente por la deficiencia de Zinc.

Reed (20) reportó que la acumulación de fosfato inorgánico en la planta de frijol sugiere que sea debido a un posible papel de Zinc en la activación de una enzima que transfiere fosfato y puede ser hexoquinasa.

Iglesias (12) usando tres niveles de Zinc en frijol no encontró diferencias significativas, aunque si, diferencias numéricas en relación al testigo cuando aplicó 12.40 Kg/ha de la fuente comercial Nu-Z.

En trabajos realizados por Leypón (13) en Campos Azules, Masatepe, encontró que las deficiencias de Zinc son marcadas presentando el frijol coloraciones típicas de las deficiencias. El informa que la mejor dosis fue de 11.5 kilogramos por hectarea de Sulfato de Zinc.

Estudios realizados por Berger (1) en relación de las cantidades de Zinc aprovechable en el suelo, determina que los suelos con cantidades inferiores a 0.4 parte por millón de Zinc muestran deficiencias en las plantas.

MATERIALES Y METODOS

Este ensayo se realizó en la Estación Regional de Diversificación Agrícola Campos Azules localizada en Masatepe, Departamento de Masaya, en una zona ecológica clasificada como bosque subtropical húmeda a 540 metros sobre el nivel del mar con un suelo Clase II. Este suelo pertenece a la serie Masatepe, de buen drenaje, moderadamente profundo, de textura media y topografía plana (28).

Las condiciones climáticas en el campo durante el ciclo del experimento fueron de 23°C promedio de temperatura, con una precipitación pluvial de 472 milímetros y con un promedio mensual de 86.5 por ciento de humedad relativa.

El experimento se estableció el 4 de octubre de 1973 en un suelo no cultivado los dos últimos años para evitar influencias de la fertilización anterior. Para el análisis químico de suelo, se tomaron muestras por bloque antes de la siembra. Los valores encontrados fueron: pH-6.1, Materia Orgánica - 8%. Fósforo-2 parte por millón y Zinc-5.9 parte por millón.

Se usó la variedad 510-51 de color negro. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones, la distribución de los tratamientos se hizo usando el arreglo Guadalupe. Cada repetición consistió de tres bloques de nueve parcelas cada uno, el número de tratamientos fue de 27 (Cuadro 1), siendo el área útil de cada unidad experimental de 5 m².

La siembra se realizó en surcos separados a 50 cm. y a 7.5 cm. entre planta la parcela experimental constó de seis surcos de seis metros de largo. Se usó como fuente de nitrógeno. Urea al 46 por ciento de Fósforo Triplesuperfosfato al 46 por ciento y de Zinc Oxido de Zinc al 72.5 por ciento.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos Nitrógeno, Fósforo y Zinc enmarcados en el diseño Guadalupe en el cultivo del Frijol Negro variedad 510-51, Masatepe 1973.

Número de Tratamiento	T R A T A M I E N T O S					
	N	P	Zn	N	Kg/ha. P ₂ O ₅	Zn
	PARTE RADIAL			PARTE RADIAL		
01	1	4	4	0	75	9
02	2	4	4	25	75	9
03	3	4	4	50	75	9
04	5	4	4	100	75	9
05	6	4	4	125	75	9
06	7	4	4	150	75	9
07	4	1	4	75	0	9
08	4	2	4	75	25	9
09	4	3	4	75	50	9
10	4	5	4	75	100	9
11	4	6	4	75	125	9
12	4	7	4	75	150	9
13	4	4	1	75	75	0
14	4	4	2	75	75	3
15	4	4	3	75	75	6
16	4	4	5	75	75	12
17	4	4	6	75	75	15
18	4	4	7	75	75	18
	PARTE CENTRAL			PARTE CENTRAL		
19	4	4	4	75	75	9
	PARTE POLAR			PARTE POLAR		
20	1	1	1	0	0	0
21	7	1	1	150	0	0
22	1	7	1	0	150	0
23	1	1	7	0	0	18
24	7	7	1	150	150	0
25	7	1	7	150	0	18
26	1	7	7	0	150	18
27	7	7	7	160	150	18

La fertilización se realizó al momento de la siembra empleando los tratamientos que aparecen en el Cuadro 1. Las limpiezas de malezas se hicieron a mano cuatro veces durante el ciclo vegetativo.

En el control de plagas y enfermedades se hicieron dos aplicaciones preventivas de Methil Parathion 3%, a razón de 20 libras/mz. con un intervalo de 20 días entre aplicaciones, efectuando la primera a los 18 días de emergidas las plantas.

Para medir el efecto de los tratamientos se tomaron los siguientes datos: días a flor, días a cosecha, número de vainas por planta, altura de planta a los 50 días y rendimiento de grano. A excepción del rendimiento de grano y días a flor el resto de los datos se tomaron en base a diez plantas seleccionadas al azar de la parcela útil. El rendimiento de grano se determinó por unidad experimental mediante cosecha realizada a mano y evaluandose en base a 12 por ciento de humedad, y para días a flor se tomó el 50 por ciento de plantas florecidas por tratamiento.

Para detectar la diferencia de los efectos entre tratamientos sobre altura de planta y número de vainas por planta, se hizo un análisis de varianza correspondiente a bloques al azar, y para determinar el rendimiento de grano se realizó análisis de varianza con el fin de conocer las posibles diferencias originadas por los tratamientos.

Además, se determinaron los efectos principales de Nitrógeno, Fósforo y Zinc por el método de intercepción de curvas y análisis de superficie de repuesta utilizando el método de mínimo cuadrado.

RESULTADO

La floración ocurrió a los 36 días después de la emergencia en el cual ninguno de los tratamientos tuvo influencia en el número de días a flor. En el Cuadro 2 se presentan los promedios de altura de plantas y su correspondiente análisis de varianza en el Cuadro 3 (Apendice). El efecto de los tratamientos fue estadísticamente significativo al nivel de 1 por ciento de probabilidad.

Las mayores alturas de plantas corresponden a los tratamientos 75-125-9, 75-150-9 y 150-150-18 kilogramos por hectarea de N-P-Zn respectivamente y en el que los niveles de nitrógeno y fósforo sobrepasan los 50 y 75 Kg/ha. cada uno. La influencia de nitrógeno, fósforo y Zinc se puede aplicar en la figura 2.

El Cuadro 4 (Apendice) muestra diferencias significativas entre tratamientos para número de vainas por planta. Los tratamientos 75-75-15, 75-75-0 y 75-150-9 Kg/ha. de N-P-Zn respectivamente fueron los mejores y se obtuvieron promedios que oscilaron entre 19.5 y 18.4 vainas por planta, los tratamientos con 0-0-0, 150-0-0 y 0-0-18 Kg/ha. de N-P-Zn presentaron los promedios más bajos de 5.3, 5.6 y 5.8 vainas por planta respectivamente (Cuadro 3). La Figura 3 demuestra el efecto del Nitrógeno, Fósforo y Zinc sobre el número de vainas por planta.

Para el rendimiento de grano, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos en el Cuadro 1 (Apendice).

Los tratamientos que produjeron los rendimientos más altos correspondieron a niveles de 75 Kg/ha. de Nitrógeno e igual cantidad para Fósforo combinados con las diferentes dosis de Zinc.

Cuadro 2. Efecto de los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Zinc sobre la altura de la planta en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973.

Número de Tratamientos	(Kg/ha.)			Altura de ^{1/} Planta (7)					
	N	P	Zn						
1	0	75	9	37.2	b	c	d	e	^{2/}
2	25	75	9	41.2	b	c	d	e	
3	50	75	9	42.4	a	b	c	d	e
4	100	75	9	40.4	a	b	cc	d	e
5	125	75	9	39.3	a	b	c	d	e
6	150	75	9	35.0				d	e f
7	75	0	9	27.5					f g
8	75	25	9	33.3					e f
9	75	50	9	36.0			c	d	e f
10	75	100	9	46.9	a	b			
11	75	125	9	46.6	a	b			
12	75	150	9	47.6	a				
13	75	75	0	46.5	a	b			
14	75	75	3	43.3	a	b	c	d	
15	75	75	6	44.8	a	b	c	d	
16	75	75	12	46.5	a	b			
17	75	75	15	43.0	a	b	c	d	e
18	75	75	18	45.2	a	b	c		
19	75	75	9	43.9	a	b	c	d	
20	0	0	0	21.2					g
21	150	0	0	18.1					g
22	0	150	0	35.4			c	d	e f
23	0	0	18	23.1					g
24	150	150	0	46.9	a	b			
25	150	0	18	22.2					g
26	0	150	18	39.9	a	b	c	d	e
27	150	150	18	47.0	a	b			

^{1/} Promedio de 10 plantas en cm.

^{2/} Los tratamientos que tengan la misma letra son iguales estadísticamente.

Cuadro 3. Efecto de los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Zinc sobre el número de vainas por planta en el cultivo del firjol variedad 510-51, Masatepe 1973.

Número de Tratamientos	(Kg/ha.)			Número de vainas ^{1/} por planta (\bar{x})				^{2/}
	N	P	Zn					
1	0	75	9	13.6	a	b	c	
2	25	75	9	18.2	a			
3	50	75	9	19.2	a			
4	100	75	9	17.3	a	b		
5	125	75	9	18.4	a			
6	150	75	9	15.6	a	b		
7	75	0	9	14.0	a	b	c	
8	75	25	9	12.6	a	b	c	
9	75	50	9	13.1	a	b	c	
10	75	100	9	17.1	a	b		
11	75	125	9	17.3	a	b		
12	75	150	9	18.6	a			
13	75	75	0	17.8	a			
14	75	75	3	16.5	a	b		
15	75	75	6	15.9	a	b		
16	75	75	12	13.4	a	b	c	
17	75	75	15	19.5	a			
18	75	75	18	16.5	a	b		
19	75	75	9	14.9	a	b		
20	0	0	0	5.3				d
21	150	0	0	5.6				d
22	0	150	0	10.5		b	c	d
23	0	0	18	5.8				d
24	150	150	0	18.3	a			
25	150	0	18	7.1			c	d
26	0	150	18	12.5	a	b	c	
27	150	150	18	15.9	a	b		

1/ Promedio de 10 plantas

2/ Los tratamientos que tengan las mismas letras son iguales estadísticamente.

Los rendimientos más altos fueron 1101.5 y 1044 Kg/ha. correspondiente a los tratamientos 150-150-0 y 75-75-0 Kg/ha. de N-P-K.

El rendimiento de grano se ajustó a la siguiente ecuación de repuesta:

$$\begin{aligned}
 Y &= 830.5507 + 25.84 X_1 + 95.975 X_2 + 15.465 X_3 - 31.37 X_1^2 \\
 &- 16.5429 X_2^2 + 14.9162 X_3^2 + 11.8888 X_1 X_2 - 14.5 X_1 X_3 \\
 &- 1.5972 X_2 X_3.
 \end{aligned}$$

que dió: $R^2 = 0.89$

De acuerdo a la ecuación de repuesta, el rendimiento aumenta en 25,84 Kg/ha. por cada Kg. de Nitrógeno aplicado, y en 95.975 Kg/ha. por cada Kg. de Fósforo aplicado y 15.465 Kg/ha. por cada Kg. de Zinc aplicado.

Del Cuadro 2, (Apendice) se deduce que la función de repuesta tiene un máximo al ser significativo al 1 por ciento la repuesta cuadrática pura.

Para determinar que combinaciones de dosis producen un máximo rendimiento se utilizó el método de intersección de curvas, obteniendose que la dosis codificada para N-P y Zn son de: 70, 81.5 y 1.95 Kg/ha. de N-P-Zn respectivamente.

En la figura 5 observamos la influencia de las interacciones de N-P y Zn en el rendimiento de grano.

Cuadro 4. Efecto de los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Zinc sobre el rendimiento de grano en el cultivo del frijol variedad 510-51. Masatepe 1973.

Número de Tratamiento	(Kg/ha.)			Rendimiento ^{1/} de Grano (7)							
	N	P	Zn								
1	0	75	9	236.5			c	d	e	f	^{2/}
2	25	75	9	769.0	a	b	c	d	e		
3	50	75	9	904.0	a	b	c				
4	100	75	9	972.5	a	b	c				
5	125	75	9	815.5	a	b	c				
6	150	75	9	709.0	a	b	c	d	e		
7	75	0	9	427.0			c	d	e	f	
8	75	25	9	561.5	a	b	c	d	e	f	
9	75	50	9	667.5	a	b	c	d	e	f	
10	75	100	9	926.0	a	b	c				
11	75	125	9	894.5	a	b	c				
12	75	150	9	930.0	a	b	c				
13	75	75	9	1044.0	a	b					
14	75	75	3	857.5	a	b	c				
15	75	75	6	535.0	a	b	c	d	e	f	
16	75	75	12	814.0	a	b	c				
17	75	75	15	976.0	a	b	c				
18	75	75	18	857.5	a	b	c				
19	75	75	9	917.0	a	b	c				
20	0	0	0	531.0							f
21	150	0	0	188.5				d	e	f	
22	0	150	0	469.5			c	d	e	f	
23	0	0	18	480.0		b	c	d	e	f	
24	150	150	0	1101.5	a						
25	150	0	18	162.0					e	f	
26	0	150	18	907.5	a	b	c				
27	150	150	18	871.0	a	b	c				

^{1/} Promedio del rendimiento de grano en Kilogramos por hectarea.

^{2/} Los tratamientos que tengan las mismas letras son iguales estadísticamente.

DISCUSION

Las condiciones climáticas prevaletientes durante el transcurso del experimento resultaron satisfactorias para el desarrollo normal de las plantas de frijol de la variedad 510-51, siendo la precipitación uno de los factores de importancia para el ciclo vegetativo, la cual fue de 472 milímetros y según Cardona, citado por Icaza (10) con una precipitación de 300 a 400 milímetros son suficientes para obtener una buena cosecha durante el ciclo vegetativo del cultivo de frijol.

La altura de planta presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos observamos que aun con 18 Kg/ha. de Zinc no hay diferencias (Tratamiento con 0-0-0 y 0-0-18 Kg/ha. de N-P-Zn). Al combinar Zinc con Nitrógeno se observa una tendencia a reducir la altura, esto puede estar influenciado por lo que según Skoog (24) que el Zinc está caracterizado por una falla en la elongación de los tallos. En la Figura 8 se ve que las mayores alturas corresponden a los tratamientos 75-100-9 y 150-150-18 Kg/ha. de N-P-Zn.

Al comparar cada una de las tres variables independiente bajo estudio en ausencia de las otras observamos que la mayor altura de planta (35.4 cm.) se alcanza con 150 Kg/ha. de Fósforo en cambio para Nitrógeno (150 Kg/ha) y Zinc (18 Kg/ha.) son de 18.1 y 23.1 cm. de altura respectivamente por lo que parece indicar que la altura de planta esta más influenciada por el Fósforo.

Al analizar la Figura 8 podemos notar que la mayor altura (46.9 cm.) se alcanza con 100 Kg/ha. de Fósforo y que hay interacción positiva entre N y P en cambio para N y Zn sucede lo contrario. Lo cual puede ser debido a que un metal como el Zinc (7) puede eliminar una de las muchas reacciones de competencia para la disponibilidad de compuestos Amino-Nitrogenados.

lo cual resulta una disminución de ciertas enzimas. La interacción N-P se determina como positiva de acuerdo a los resultados obtenidos ya que en aumento N-P, produce aumento en la producción.

El mayor promedio de vainas por planta se obtiene al usar 75-75-15 y 50-75-9 Kg/ha. de N-P-Z respectivamente, al analizar la Figura 3 y Cuadro 3 se observa que hay interacción entre N y P; sin embargo no hay interacción entre P y Zn, ya que a diferentes niveles de P y Zn se observa una ligera disminución en el número de vainas lo cual puede estar originado por una acumulación de fosfato inorgánico ocasionado por el Zinc en la activación de una enzima que transfiere fosfato.

Los mayores rendimientos de grano se obtuvieron al usar 150-150-0 y 75-75-0 Kg/ha. de N, P, Zn respectivamente. Podemos observar que los rendimientos más altos tienen relación 1:1 N-P. De acuerdo a los diferentes niveles aplicados de N-P-Zn (Cuadro 4) se encontró una repuesta diferente en rendimiento de grano, lo cual esta de acuerdo con Iglesias (12) en que los suelos de Nicaragua existe repuesta a las aplicaciones de Nitrógeno y Fósforo.

En los Cuadros 2, 3 y 4 comparando los tratamientos de Nitrógeno solamente y Fósforo solamente podemos apreciar que los rendimientos obtenidos con Fósforo solamente (469.5 Kg/ha.) son mayores que los obtenidos solo con Nitrógeno (188.5 Kg/ha.) al igual en número de vainas por planta y altura de planta, lo cual concuerda con lo mencionado por Ortiz (15) y Quirce (17). El Nitrógeno tuvo efecto como factor de producción en la planta de frijol, al igual el fósforo al aumentar el número de vainas por planta y rendimiento de grano, (Cuadro 3 y 4). Los tratamientos 150-150-0 (1.101 Kg/ha.) y 75-75-0 (1.044 Kg/ha.) produjeron los mayores rendimientos y se puede observar que en estos tratamientos los niveles de fósforo están en el rango men-

cionado por Tapia (27) y Sequoira (23). quienes en sus trabajos definen que la fertilización en frijol requiere niveles de 30 Kg/ha. de fósforo en la zona de Masatepe.

Leypón (13) encontró en la zona de Campos Azules que existe necesidad de aplicar Zinc y la mejor dosis fue de 11.5 Kg/ha. de Sulfato de Zinc, lo cual no coincide con los resultados de este experimento. El micronutriente Zinc no tuvo efecto como factor positivo (Producción, altura de planta y número de vainas por planta) durante el desarrollo del cultivo, ya que los niveles utilizados no conllevan a una secuencia sino más bien a una alteración en el orden de los niveles, sin ubicarse en ningún nivel adecuado.

CONCLUSIONES

Al concluir la experiencia e interpretación de los análisis de varian-za se observa que:

- 1° Los mayores rendimientos se obtuvieron con 150-150-0 (1,101 Kg/ha.) y 75-75-0 (1,044 Kg/ha.) de N - P₂O₅ - Zn, respectivamente. Juntos los elementos N y P₂O₅ se obtuvo una interacción positiva.
- 2° A nivel de 75-75 Kg/ha. de N - P₂O₅ cualquier nivel de Zinc afecta la asimilación del Nitrógeno.
- 3° Las dosis codificadas que produjeron un máximo rendimiento obtenidos por el método de intersección de curva para N - P₂O₅ - Zn son de: 70, 81.5 y 1.95 Kg/ha. respectivamente.
- 4° En ausencia del Zinc, responde mejor el fósforo solo que el nitrógeno solo, en secuencia el Zinc ayuda al fósforo, pero no al nitrógeno.

BIBLIOGRAFIA

1. BERGER, et. al. 1965. Estimación de Zinc aprovechable en suelos. CENICAFE, Colombia. 17 (1): 34-35.
2. BRESSANIT, R. 1969. Variación del contenido de nitrógeno, metionina, cistina y lisina de selección de Frijol. In: Reunión del Programa Cooperativo de Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 15a. San Salvador del 24 al 28 de febrero. p.p. 5-7.
3. BROWN, L. and WILSON, C. 1952. Some effects of Zinc of Gossypium L. Plant Physiol. 27:812-817.
4. CARTER, R. L. 1967. What are micronutrients. Georgia Agricultural Experiment Station. Boletín N-S 126:7-12.
5. COMISION NACIONAL PERMANENTE PARA LA COORDINACION DE ASISTENCIA TECNICA AGROPECUARIA. 1975. El Cultivo del Frijol en Nicaragua. In: Nuestra Tierra. Managua, Nicaragua, Vol. 1. Nº4: 11-17.
6. CHACON, M. 1961. Ensayos sobre fertilización e inoculación en frijoles (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr., Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía, p. 72 (Inedita).
7. CHAPMAN, H. D. et al. 1937. The production of citrus mottle leaf in controlled nutrient cultures. I. Agr. Research 58:365-379.
8. COCHRAN, W. and COX, G. 1962. Experimental designs. New York, Wiley p.p. 45-60.
9. ECHAVERRIA, G. 1960. Investigaciones sobre fertilización en frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la estación experimental Agrícola "San Fernando". Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía p.p. 70 (Inedita).

10. ICAZA, J.G. 1971. Zonificación del cultivo del frijol en Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. p.p. 61.
11. IGUES, K. y BOERNEMIZA, E. 1967. El problema del Zinc en suelos y plantas de regiones tropicales y de zonas templada. Fitotecnia Latinoamericana, Costa Rica. 1 (1-2): p.p. 11-13.
12. IGLESIAS P.G. 1962. Estudio sobre la repuesta del Frijol (Phaseolus vulgaris L.) a los fertilizantes. In: Reunión Centroamericana del Proyecto Cooperativo Centroamericano, 1a. San José, Costa Rica, p.p. 35.
13. LEYPON, E. y GONZALEZ, A. 1972. Efecto de tres niveles de Zinc aplicados al suelo y follaje en el comportamiento de cuatro características del frijol común. Managua, Nicaragua, MAG. p.p. 7.
14. _____, 1972. Evaluación de dieciseis variedades comerciales de frijol en tres épocas de siembra. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. p.p. 44.
15. ORTIZ, F.C. 1968. El análisis de la planta como guía de fertilización del frijol. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, p.p. 37.
16. PINCHINAT, A. 1969. Ensayos extensivos de fertilizantes en Centroamérica, Turrialba, Costa Rica, IICA. Publicación Miscelánea Nº58. p.p.11-14.
17. QUIRCE, O. 1960. Ensayo de fertilización N-P-K e inoculación de frijoles (Phaseolus vulgaris L.) Tesis Ing. Agr., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, p.p. 67.
18. RODRIGUEZ, C.L. y MIRANDA, M.H. 1970. Ensayo de frijol del Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de cultivos Alimenticios en Santa Martha Colombia. PCCMCA, 15; 27-29. San Salvador, El Salvador.

19. RODRIGUEZ, M.A. 1969. Situación del Frijol en Nicaragua. Reunión Técnica sobre Programación de Investigación y Extensión. Turrialba, Costa Rica. p.p. 142-144.
20. REED, H.S. 1946. Effect of Zinc deficiency on phosphate metabolism of the tomato plant. Am. J. Botany. 33: 778-784.
21. SANCHEZ, P.M. 1972. Estudio sobre abonamiento y densidad de sombra en el cultivo del frijol. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, p.p. 28.
22. SENNELMANN, KLAUS. 1976. Primer Seminario sobre Programación del Gobierno de Bienestar del Campesino. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua p.p. 28.
23. SEQUEIRA, F.B. 1972. Efecto de fertilización fosfórica y la cantidad de semilla de siembra en los rendimientos del frijol negro (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr. Managua Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. p.p. 24.
24. SKOOG, F. 1940. Relationships between zinc and auxin in the growth of higher plants. Am. J. Botany. 27:939-951.
25. SMITH, M.E. and BAYLISS, N.S. 1942. The necessity of zinc for *Pinus radiata*. Plant Physiol- 17: 303-310.
26. STEWARD, F.C. Plant physiology. Vol. 11, Inorganic nutrition of plant. ed. Academic Press. New York. p.p. 811.
27. TAPIA, H. 1965. Ensayos de fertilización en frijol en Nicaragua. In: Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano de Cultivos Alimenticios, 11a. Panamá, p.p. 91-94.
28. Tax Improvement and natural Resources Inventory Project. Soil Survey of the Pacific Regions of Nicaragua. p.p. 491-494.

ANEXO

Cuadro 1. Análisis de varianza por rendimiento de grano en el cultivo de Frijol de la variedad 510-51, Masatope 1973.

Fuente Variación	Grado de Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado Medi
Repeticiones	1	52515.85	52515.85 ^{N.S.}
Tratamientos	26	4249774.	163452.14 ^{**}
Error	26	1346928.14	51574.15
Total	53	5643218.0	C.

N.S. · No significativo

** : Significativo al 1 por ciento de probabilidad.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la superficie de repuesta en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio
Bloques	1	52515.85	-
Tratamientos	26	4249774.0	-
Repuesta Lineal	3	2023614.4	674538.13 **
Repuesta Cuadrática pura	3	1184934.3	394978.1 **
Repuesta Cuadrática Mixta	3	458974.23	152991.41 *
Desviación del Modelo	17	582251.07	34250.06
Error	53	1340928.14	51574.15 N.S.

* : Significativo al 5 por ciento de probabilidad de error.

** : Significativo al 1 por ciento de probabilidad de error.

N.S. : No significativo.

Cuadro 3. Análisis de varianza sobre altura de plantas en el cultivo del Frijol variedad 510-51, Masatepe 1973.

Fuente Variación	Grado de Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio
Repeticiones	1	131.20	13.12**
Tratamientos	26	4154.09	159.77
Error	26	435.97	16.77
Total	53	4725.26	

** - Significativo al 1 por ciento de probabilidad.

Cuadro 4. Análisis de varianza para número de vainas por planta en el cultivo del Frijol variedad 510-51 Masatepe 1973.

Fuente Variación	Grado de Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio
Repeticiones	1	34352	34352 ^{**}
Tratamientos	26	996.12	38.31
Error	26	231.40	8.90
Total	53	1571.00	

** : Significativo al 1 por ciento de probabilidad.

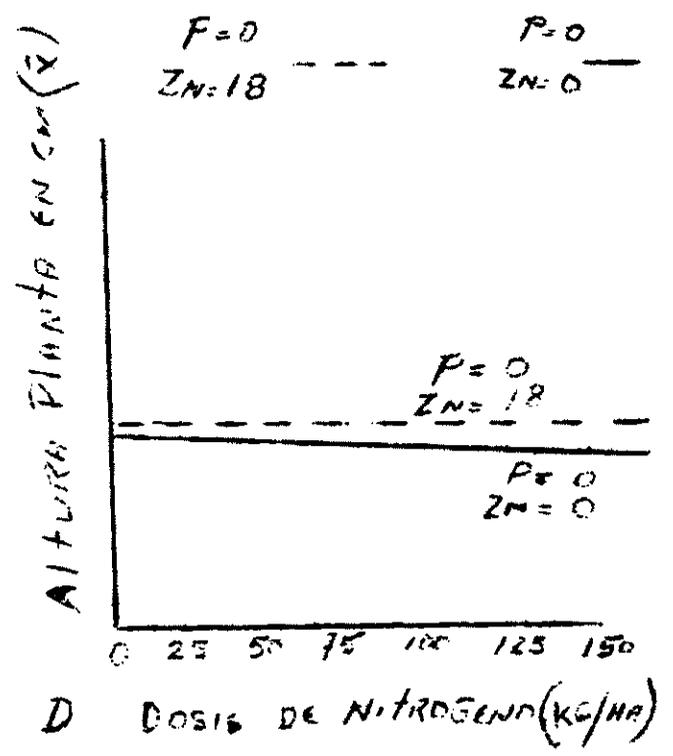
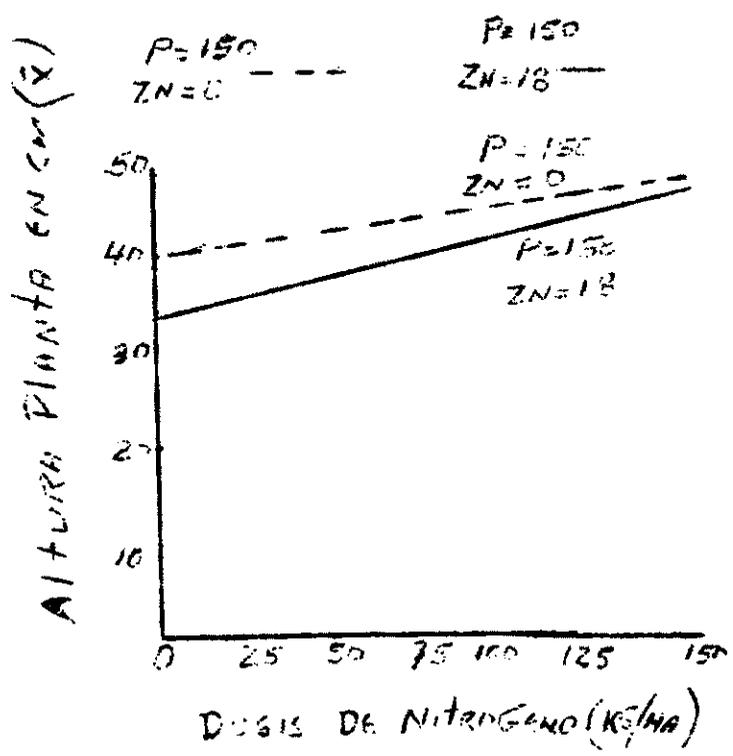
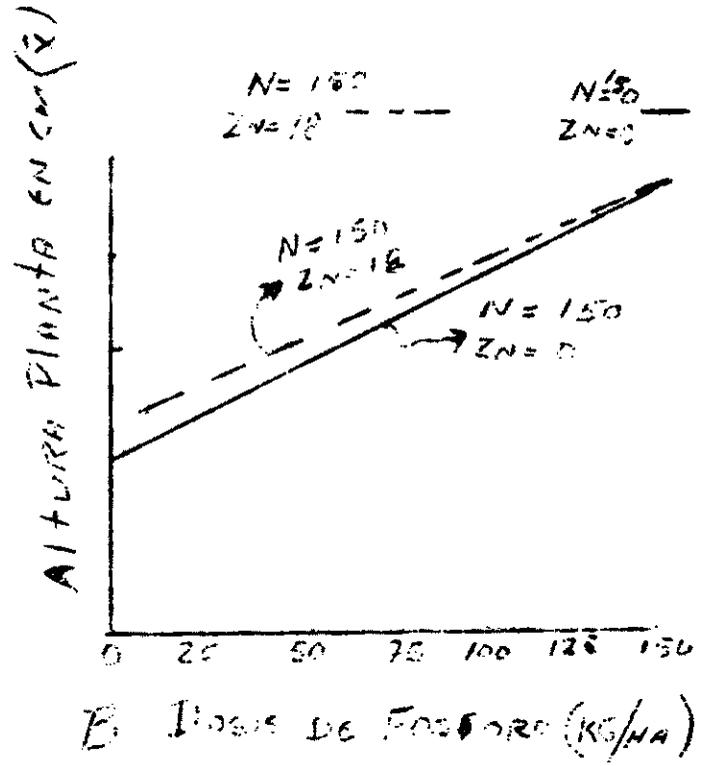
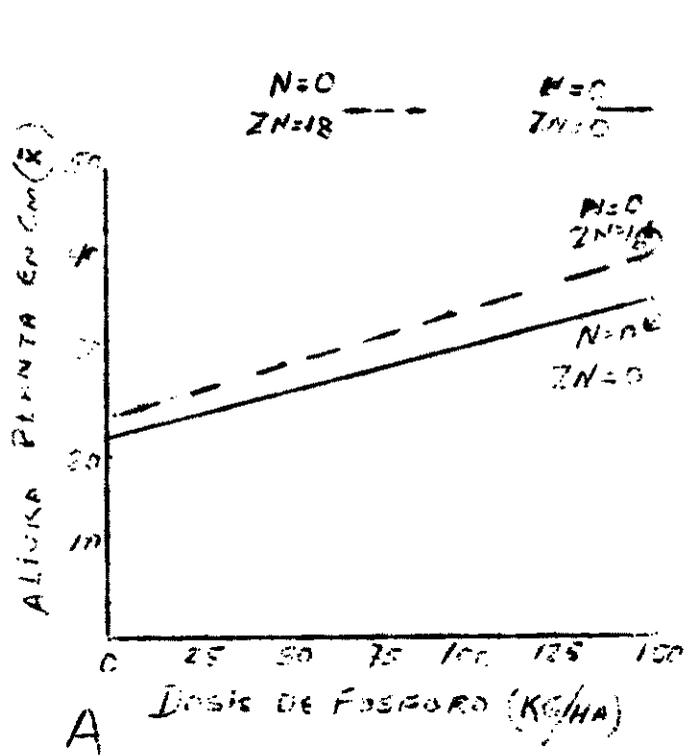


Fig. 2. Efecto de varios niveles de P_2O_5 con N constante y varios niveles de N con P_2O_5 constante y dos niveles de Zn en la altura de planta de frijol negro, variedad 510-51, Masatepe 1973.

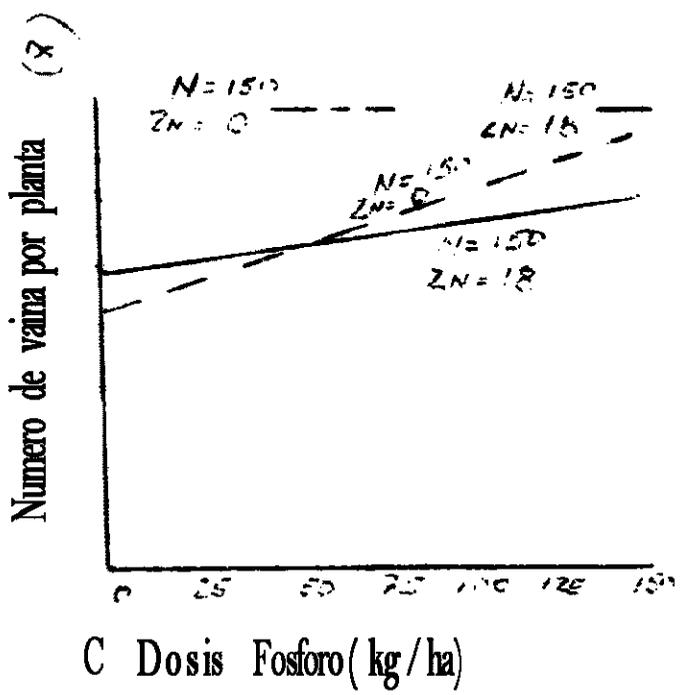
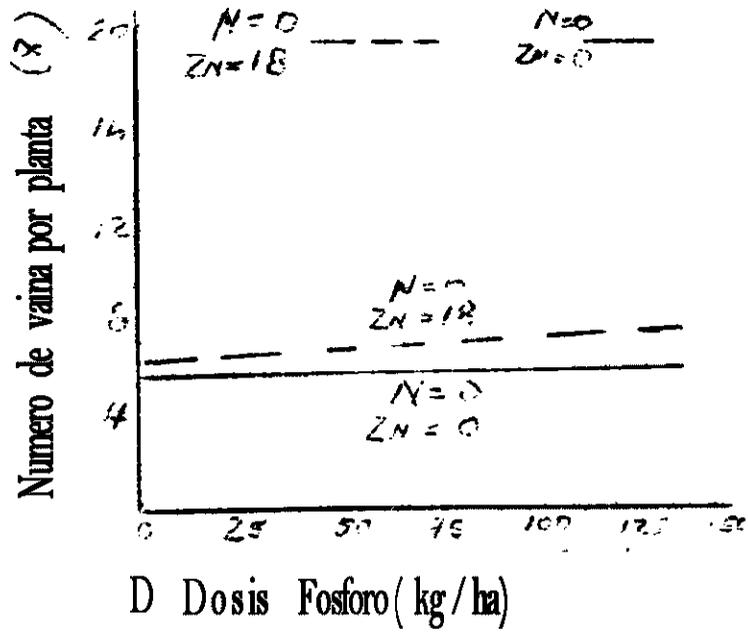
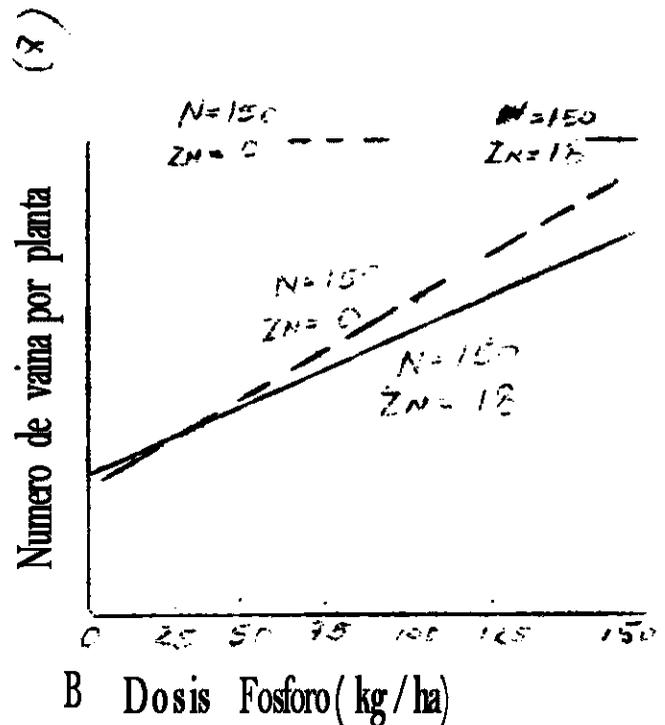
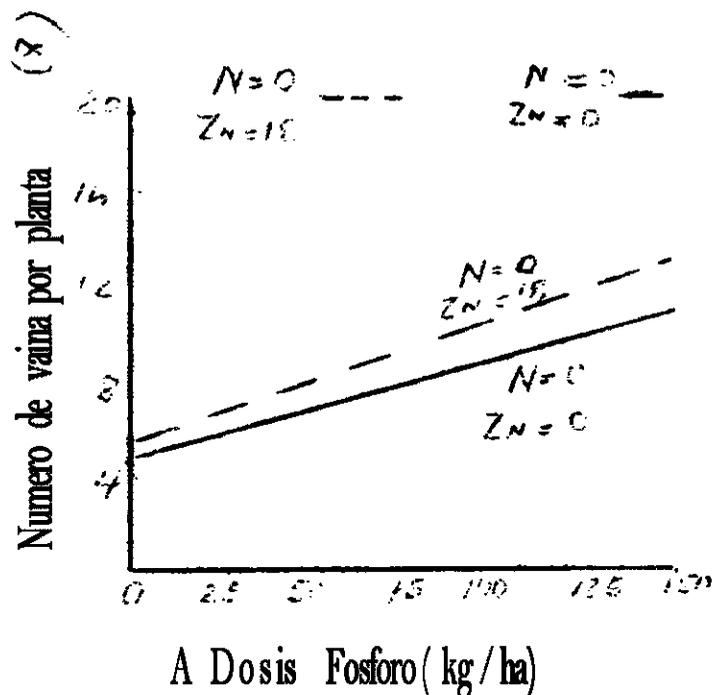


Fig. 3. Efecto de varios niveles de P_2O_5 con N constante y dos niveles de Zn en el número promedio de vainas por plantas de frijol negro variedad 510-51 Masitepe 1973.

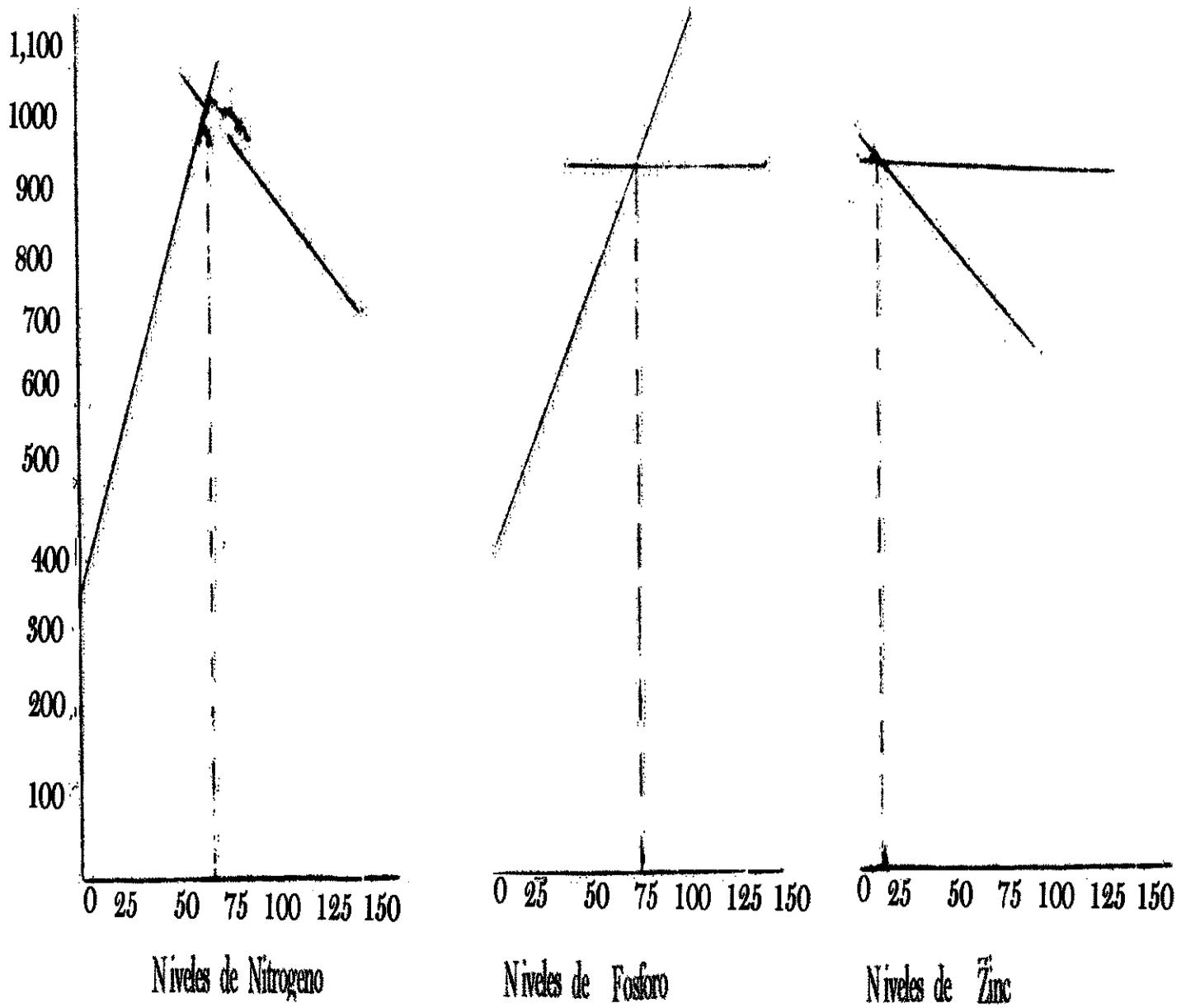


Fig. 4. Relacion de N,P, Zn con el rendimiento de grano de frijol negro de la varciudad 510 51 , Masatepe 1973

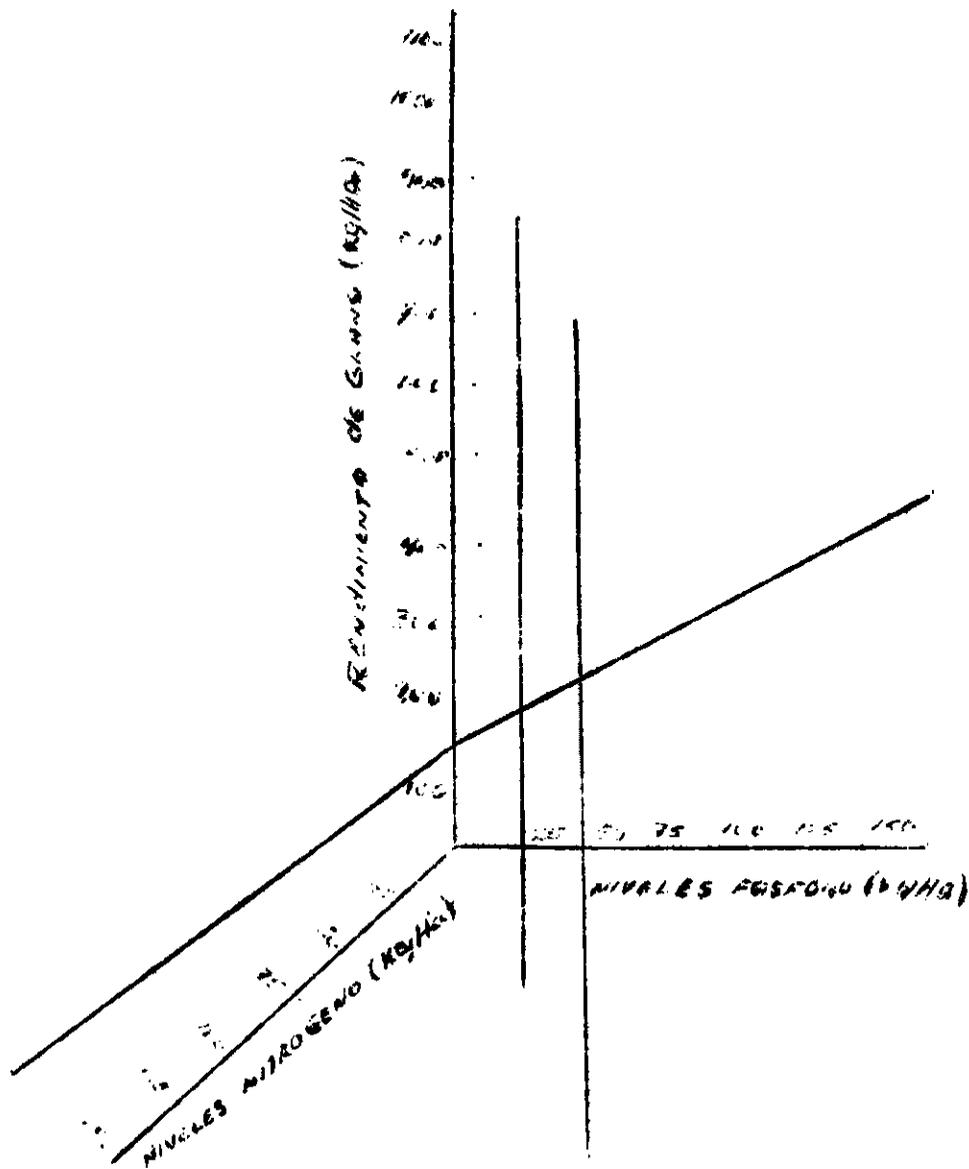


Fig. 5. Relación de la interacciones de N-P-Zn sobre el rendimiento de grano de frijol negro de la variedad 510-51, Masatepe 1973.

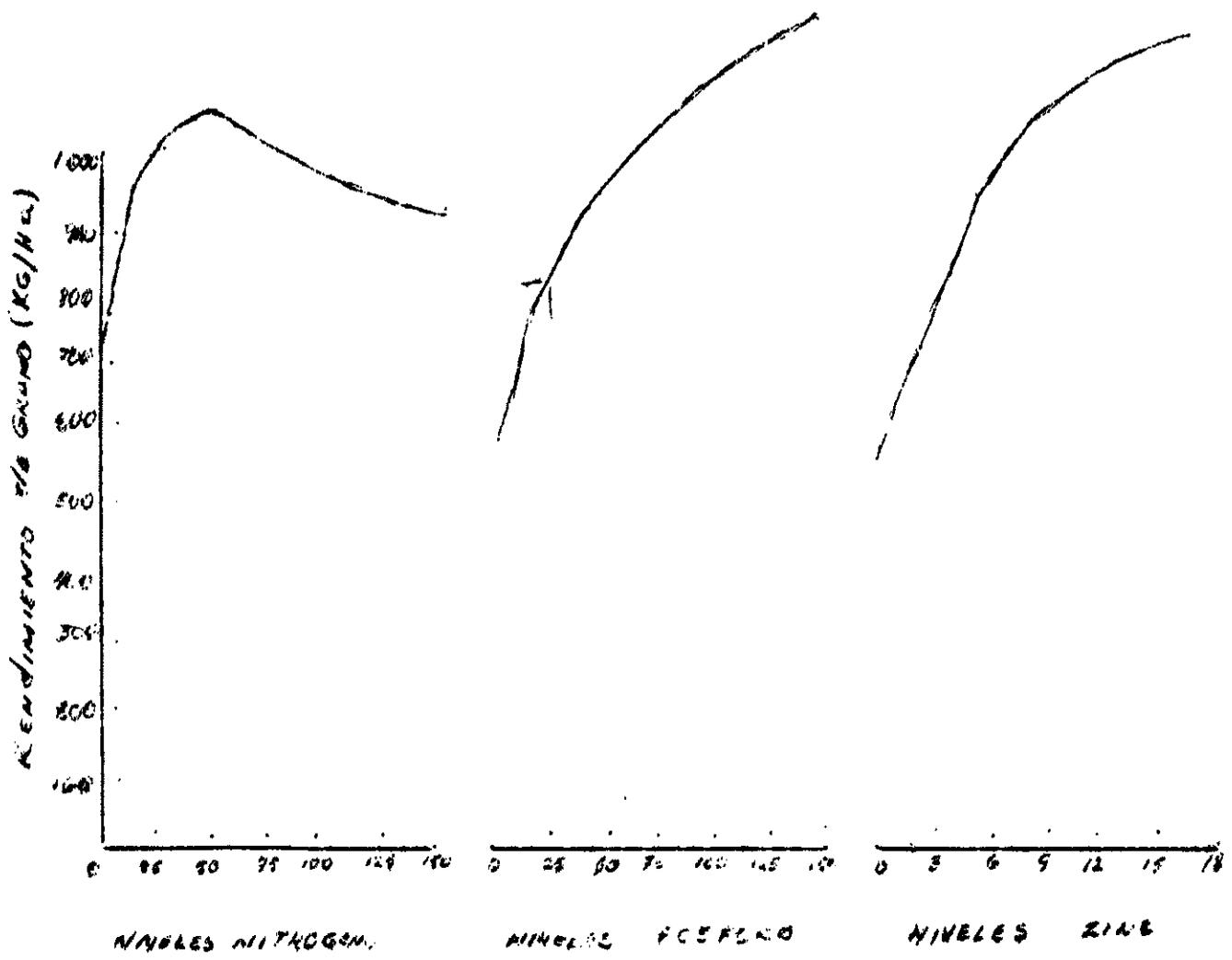


Fig. 6. Efecto de cada uno de los tratamientos sobre el rendimiento de grano de frijol negro de la variedad 510-51, Masatepe 1973. .

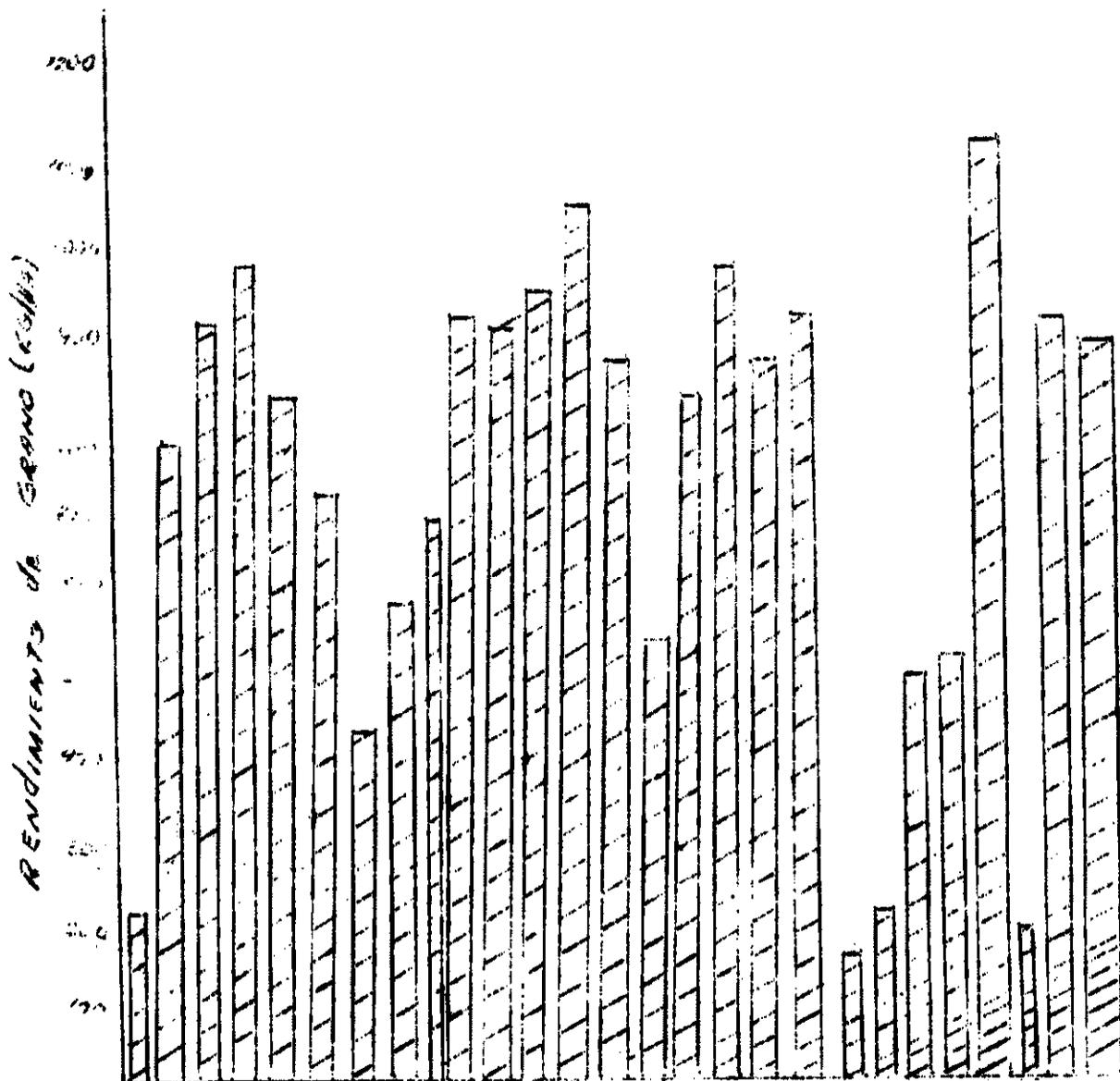


Fig. 7. Efecto conjunto de los tratamientos sobre el rendimiento de grano de frijol de la variedad 510-51, Masatepe 1973.

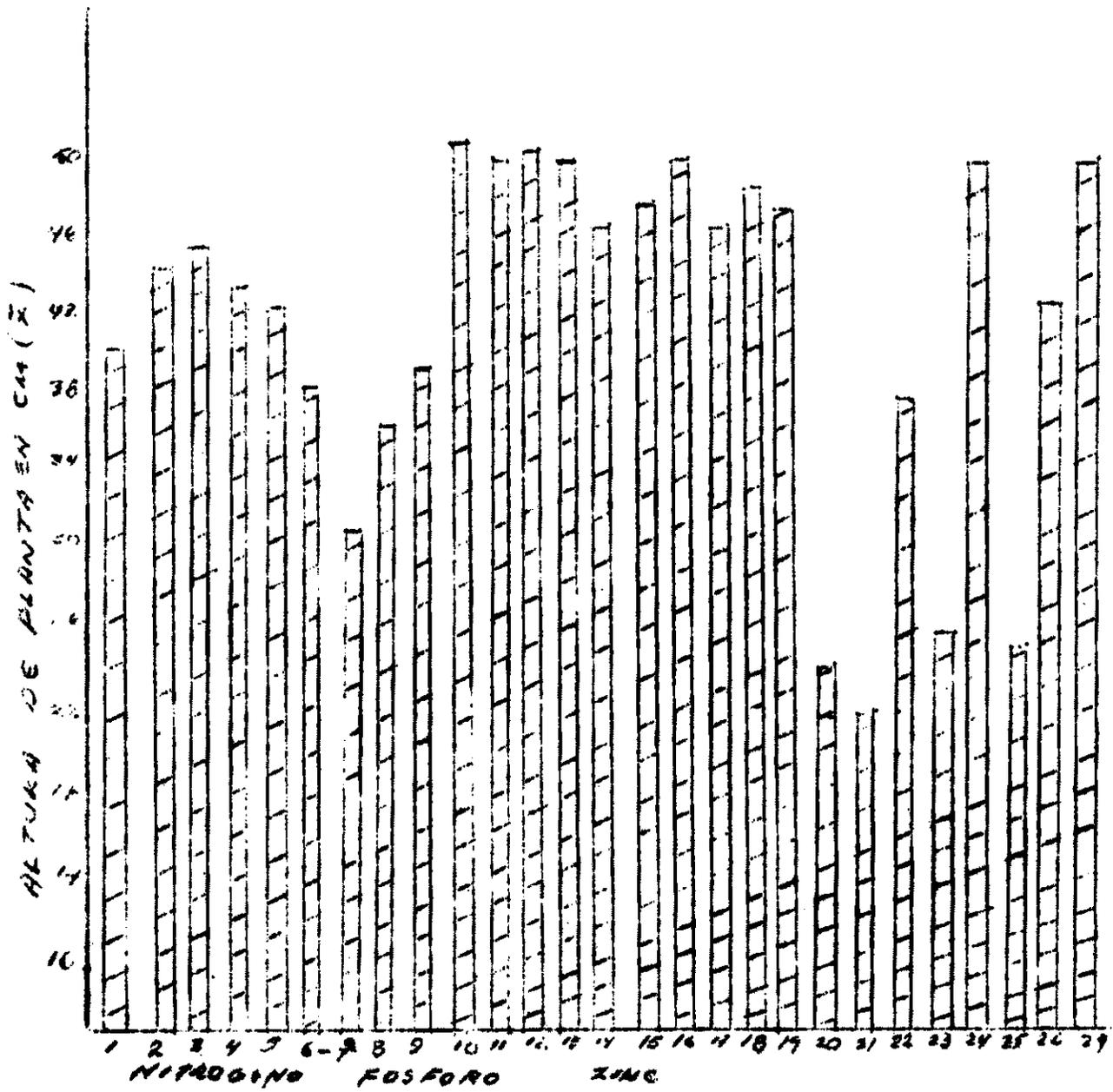


Fig. 8. Efecto conjunto de los tratamientos sobre altura de planta de frijol negro de la variedad 510-51, Masatepe 1973.

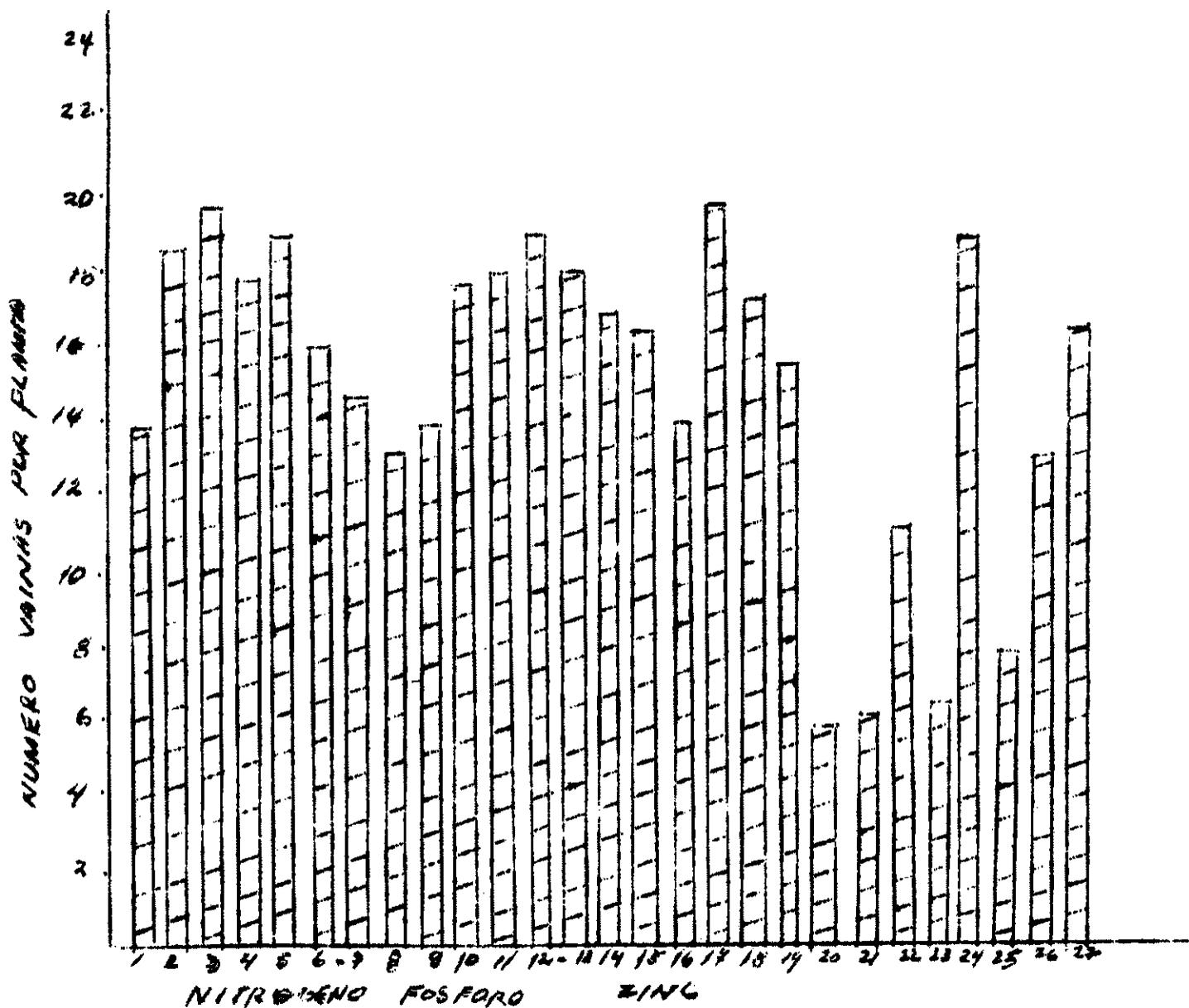


Fig. 9. Efecto conjunto de los tratamientos sobre número de vainas por planta de frijol negro de la variedad 510-51, Masatipe 1973.