

ANALISIS ECONOMICO DE DIFERENTES NIVELES DE APLICACION
DE NITROGENO Y FOSFORO EN LA FERTILIZACION DEL
CULTIVO DE MAIZ HIBRIDO H-27 EN LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Por: OSCAR A. LOBO CRUZ

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesario. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.



OSCAR A. LOBO CRUZ

15 de abril de 1988

DEDICATORIA:

A la memoria de mi Madre.

A mi padre, abuelos, hermanos, tíos y demas familiares por el apoyo que siempre me brindaron.

AGRADECIMIENTO

A los miembros del comité académico por la colaboración brindada en la elaboración de esta tesis y en forma especial al Dr. Jorge Moya por su valiosa ayuda.

Al jefe del Departamento de Agronomía y consejero de esta tesis Dr. Leonardo Corral por las facilidades prestadas en el Departamento para realizar los trabajos de campo de esta tesis.

Al Dr. Mario Salazar por sus sugerencias y correcciones al presente trabajo.

A mis compañeros y amigos por su ayuda y colaboración.

¡Gracias!

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAGINA
I. Introducción	1
A. Objetivos	3
1. General	3
2. Específicos	3
II. Revisión de literatura	5
III. Materiales y métodos	16
A. Descripción del area experimental	16
1. Localización	16
2. Descripción y antecedentes	16
B. Descripción del trabajo experimental	16
1. Disposición del experimento	16
2. Fertilizantes y tratamientos	17
C. Manejo del experimento	19
1. Análisis de suelo	19
2. Preparación del suelo	19
3. Siembra	19
4. Fertilización	19
5. Control de malezas	20
6. Control de plagas	20
7. Recolección de datos	21
a. Agronómicos	21
b. Económicos	21
8. Análisis estadístico	22
9. Ajuste de la función	22
10. Análisis económico	22
IV. Discusión de resultados	24
A. Respuesta a nitrógeno	30
B. Respuesta a fósforo	31
V. Determinación de las dosis óptimas	38
A. Máxima producción técnica	38
B. Económicos	38
VI. Análisis de sensibilidad	41

VII. Conclusiones y recomendaciones	43
A. Conclusiones	43
B. Recomendaciones	44
VIII. Resumen	46
X. Bibliografía	47
XI. Anexos.....	49

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Necesidades de nutrimentos en maíz	6
Cuadro 2. Resultados de ensayo presentado por Secretaría de Recursos Naturales	14
Cuadro 3. Niveles de nitrógeno y fósforo evaluados	18
Cuadro 4. Tratamientos empleados en el ensayo rea lisado	18
Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza	18
Cuadro 6. Resultados del análisis de suelos	22
Cuadro 7. Datos obtenidos de la variables analizadas en el ensayo	26
Cuadro 8. Análisis de varianza para días a floración	27
Cuadro 9. Análisis de varianza para rendimiento .	27
Cuadro 10. Precios de los insumos productos y costos fijos	28
Cuadro 11. Costos de producción (Lempiras) por hectárea para el cultivo de maíz Híbrido H-27 a un nivel tecnificado y a un nivel de 0 kg/ha de aplicación de fósforo	29
Cuadro 12. Costos y beneficios a determinados niveles de aplicación de P y al óptimo técnico de aplicación de N para máxima producción técnica	40
Cuadro 13. Costos y beneficios a determinados niveles de aplicación de P y al óptimo económico de aplicación de N para máxima producción económica	40
Cuadro 14. Cantidades óptimas de nitrógeno a un precio de 39.13 Lempiras por 45.45 kg con determinados niveles de aplicación de fósforo a diferentes precios del	

maíz 41

Cuadro 15. Cantidades óptimas de nitrógeno a un
precio de 43.48 Lempiras por 45.45 kg
con determinados niveles de aplicación
de fósforo a diferentes precios del
maíz 42

Cuadro 16. Cantidades óptimas de nitrógeno a un
precio de 47.83 Lempiras por 45.45 kg
con determinados niveles de aplicación
de fósforo a diferentes precios del
maíz 42

LISTA DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Efecto del nitrógeno a un nivel de 0 kg de aplicación de fósforo.....	32
Figura 2. Efecto del nitrógeno a un nivel de 30 kg de aplicación de fósforo.....	33
Figura 3. Efecto del nitrógeno a un nivel de 60 kg de aplicación de fósforo.....	34
Figura 4. Efecto del nitrógeno a un nivel de 90 kg de aplicación de fósforo.....	35
Figura 5. Efecto del nitrógeno a un nivel de 120 kg de aplicación de fósforo.....	36
Figura 6. Efecto del fósforo a distintos niveles de aplicación de nitrógeno.....	37

LISTA DE ANEXOS

	PAGINA
Anexo 1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental.....	49
Anexo 2. Distribución de la precipitación año 1988.....	50

I. INTRODUCCION

Como en la mayoría de los países latinoamericanos, el maíz es el cultivo de granos básicos de mayor importancia en Honduras, por ser un elemento básico en la alimentación humana y materia prima en la industria de concentrados para alimentación animal Pérez (1977). Ocupando la mayor área sembrada así como la mayor producción a nivel nacional. A partir del periodo de 1974-75 se dió un aumento en la producción, pero éste se debió más a un aumento del área sembrada; ya que la productividad del cultivo aunque a experimentado aumentos continúa siendo baja; con una productividad promedio de 1,053 kg/ha en el año de 1962 que aumentó en un 50% para el año de 1985 FAO (1987); en cambio en otros países como por ejemplo los EE. UU. la producción promedio es de 5,546 kg/ha, atribuyéndole estas diferencias al uso de variedades mejoradas, pero principalmente a un mayor uso de fertilizantes FAO (1978). Dado el alto precio de los fertilizantes en la producción de maíz, se considera que gran parte de los esfuerzos en investigación y extensión se deben dedicar a estudiar las dosis óptimas en el uso de los fertilizantes y a la transferencia de las recomendaciones obtenidas, para lograr un incremento significativo en la productividad del cultivo.

La necesidad de un aumento de productividad en los cultivos agrícolas, ha llevado al desarrollo de variedades con posibilidad de producir altos rendimientos; sin embargo, estos dependerán de que se produzcan las condiciones necesarias para que éstas puedan desarrollar su potencial, tales como: el uso apropiado de fertilizantes, buen suministro de agua, y prácticas adecuadas de cultivo.

En maíz, la fertilización ha desempeñado un papel muy importante en el aumento de productividad del cultivo, siendo así, que los países que han logrado obtener un alto grado de rendimiento, son aquellos países con un alto uso de fertilizantes FAO, (1978), sin subestimar el uso de prácticas mejoradas.

El maíz ha respondido en forma excelente a la aplicación de nitrógeno y fósforo lográndose aumentos de hasta un 236% en experimentos realizados en en distintas partes del mundo FAO (1984). Pero el agricultor no debe sólo buscar la mayor producción del cultivo en base a fertilización; sino que su objetivo debe ser el empleo de éste insumo en las dosis más rentables o económicas.

La dosis óptima de fertilizantes así como de otros insumos que se requieren en la producción de maíz o de cualquier otro bien, varia en relación con el precio de los insumos y del producto, lo que implica que las dosis no son algo fijo y que dependerá de los cambios en los precios. Para determinar las dosis óptimas de fertilizantes es nece-

sario realizar un análisis marginal de su aplicación, esto se refiere a conocer el incremento que experimenta el valor del producto por el costo cada unidad adicional que se utiliza del factor Bishop (1982).

El presente estudio, por ser realizado en un sólo período tiene la limitante de no poder tomar en cuenta variables tan importantes como la variación en clima, contenido de nutrientes en el suelo etc. Por lo que las recomendaciones de este trabajo serán aplicables al sitio donde se llevó a cabo el ensayo o sitios con iguales o similares condiciones, tanto en fertilidad de suelo, como precipitación. Sin embargo se recoge la información pertinente a estos factores, para que sean tomados en cuenta en futuras investigaciones en la Escuela Agrícola Panamericana.

A. Objetivos

1. General

a. Determinar los niveles económicos óptimos de fertilización de nitrógeno y fósforo en el maíz híbrido H-27 bajo las condiciones agroecológicas de la Escuela Agrícola Panamericana.

2. Específicos

a. Determinar la función matemática de respuesta del maíz híbrido H-27 a distintos niveles de nitrógeno y fósforo.

b. Determinar por medio del análisis marginal las cantidades óptimas de fertilizantes a utilizar en el maíz híbrido

H-27.

c. Utilizar las interpretaciones económicas para recomendar decisiones en la producción de maíz.

II. REVISION DE LITERATURA

Laird y J. H. Rodríguez (1965) indican que para poder obtener recomendaciones dignas de confianza, en cuanto a la aplicación de fertilizantes, se requiere del conocimiento de dos factores fundamentales, el primero se refiere al nivel inicial de fertilidad del suelo y el segundo a una buena selección de la función matemática y sus probabilidades. Para obtener la información sobre el primer factor se debe llevar a cabo el análisis de una muestra de suelo así como interpretar los resultados, tomando en cuenta el manejo, del suelo en los años anteriores. Para poder llegar a la función de respuesta específica se necesita realizar el experimento en el mismo sitio durante un periodo de varios años, para sistemas específicos de productividad. Cuando los factores climáticos tales como la precipitación, no varían se puede hacer una descripción de la función de respuesta que caracterizan un sistema de productividad, con un número reducido de experimentos. En cambio cuando se presenta variación de los factores climatológicos, es necesario repetir el experimento por varios años más, quizá cinco o más años para así obtener información digna de confianza, sobre las funciones de respuesta y las frecuencias.

El Cuadro No 1 elaborado por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MDARA) (1983), muestra

las necesidades de nutrientes, para diferentes producciones de maíz. Este muestra que la producción marginal de los nutrimentos es menor a medida que aumenta el nivel de producción.

Cuadro 1. Necesidades de nutrientes en maíz

Parte	Prod.	Nutrientes			kg/ha	
	t/ha	N	P	K	C	Mg
Grano	1	25	6	15	3	2.0
Resto de la planta	1.5	15	3	18	4.5	3.0
Total	2.5	40	9	33	7.5	5.0
Grano	4	63	12	30	8.0	6.0
Resto de la planta	4	47	6	38	10.0	8.0
Total	8	100	18	68	18.0	14.0
Grano	7	128	20	37	14.0	11.0
Resto de la planta	7	72	14	93	17.0	13.0
Total	14	200	34	130	31.0	24.0

Fuente: Ministerio de desarrollo agropecuario y reforma agraria, 1983.

La Dirección General de Investigación y Control (1965) afirma que el nitrógeno, fósforo y potasio son los nutrimentos cuyas deficiencias son las más frecuentes en los suelos siendo en tales casos, factores limitantes del desarrollo de las plantas y de sus rendimientos.

Por su parte Yrigoyen (1965) dice que el nitrógeno del suelo es un constituyente esencial de la materia orgánica, y que ésta, mediante un proceso bioquímico complejo, despren-

de gran cantidad de bióxido de carbono, lo que permite liberalizar el nitrógeno como un compuesto de amonio. Luego el nitrógeno se descompone dando nitritos y finalmente nitratos. A estas dos últimas transformaciones se les denomina nitrificación; y es llevada a cabo por bacterias especializadas.

El mismo autor también dice que generalmente cuando el fósforo se encuentra en el suelo en combinaciones orgánicas su descomposición es bastante rápida; mientras que cuando el fósforo se halla en el suelo en forma mineral, su descomposición se lleva a cabo más lentamente.

En publicación del Instituto Internacional de la Potasa (1980) se afirma que la absorción de fósforo es mucho mas lenta que la de nitrógeno y corre paralela a la acumulación de materia seca durante la mayor parte del ciclo vegetativo de la planta. También presenta una gran cantidad de referencias que señalan la influencia positiva que ejerce el abonado de nitrógeno en forma amoniacal, sobre la asimilación del fósforo. Esta influencia se manifiesta por la elevación del contenido de fósforo en la planta cuando ésta es joven. La razón de esto es clara si se piensa en la dificultad de la planta joven para extraer el fósforo del suelo, debido a su escaso sistema radicular. Una elevada concentración de nitrógeno en bandas preconditiona raíces para incrementar la absorción y traslocación del fósforo, que se halla concentrado en la porción del suelo en contacto con

las raíces

En el proceso de crecimiento de las plantas, hay un período durante el cuál su desarrollo es más rápido. La Dirección General de Investigación y Control (1965) menciona que durante dicho período la asimilación de nutrientes, sobre todo de nitrógeno, se hace más intensa; siendo por lo tanto necesario que en estos momentos, todos los elementos se encuentren en el suelo en forma disponible para la planta.

En los primeros días del cultivo la escasez de nutrimentos no es fundamental, señalan Aldrich y Leng (1974); sin embargo a medida que las raíces comienzan a nutrir a la planta, la escasez de elementos primarios, especialmente el fósforo, puede retrasar seriamente el crecimiento y desarrollo pudiéndose evitar efectos permanentes sobre el crecimiento y el rendimiento si se corrige a tiempo los problemas en esta etapa.

En la etapa de crecimiento vegetativo es muy frecuente que se presenten síntomas de falta de varios nutrimentos, especialmente fósforo, potasio y zinc.

También en la etapa de iniciación de la panoja y la mazorca presentan deficiencias de nutrientes, especialmente de nitrógeno y son estas las que causan los mayores trastornos. Sin embargo, el daño está dentro de la planta y cuando se hace visible es demasiado tarde para enmendarlo (Aldrich y Leng, 1974).

En la etapa de floración, liberación de polen y emer-

gencia de los estigmas los, se origina una enorme actividad fisiológica lo que provoca una gran necesidad de agua y nutrimentos, especialmente nitrógeno. En estas dos últimas etapas las consecuencias sobre rendimiento son muy importantes (Aldrich y Leng, 1974).

Durante el desarrollo y maduración del grano y en situaciones normales, las deficiencias no muy marcadas de nutrimentos no tienen consecuencias muy importantes sobre rendimientos, ya que se ha fijado la cantidad de espigas y de grano por espiga. Sin embargo, un serio déficit de humedad, escasez de nutrientes, enfermedades u otras condiciones adversas impedirán que se llene todo el grano; además determinarán si se llenan o no los granos de la parte superior de la espiga, incluso aunque hayan sido polinizados. Por lo tanto disminuciones en el rendimiento en esta etapa se da por una disminución en el llenado del grano (Aldrich y Leng, 1974).

Se ha verificado que cuando la aplicación del fertilizante se hace en la época adecuada y siguiendo un método eficaz, suele ser mayor la respuesta al fertilizante Instituto de Fomento de la Producción (1952). Pero se aclara que antes de hacer recomendaciones específicas para el empleo de éstos, debe estudiarse mucho lo referente a la cantidad, época y método de aplicación y efectos residuales en el suelo.

Según el Instituto de Fomento de la Producción (1965)

en cultivos que se siembran en surcos continuos como maíz, maicillo, etc., la fertilización al momento de la siembra, ya sea mecanizada o a mano debe efectuarse de manera que el abono quede en el fondo del surco, aislado de la semilla por una capa delgada de suelo. En cambio, al efectuar una segunda aplicación se hace colocando el abono a todo lo largo del surco a unos 10 cm al pie de las plantas, y con anterioridad al período de más rápido crecimiento. La distribución a la que debe dejarse el fertilizante depende de la cantidad por unidad de área que se desea aplicar.

De ser posible después de la aplicación puede incorporarse mejor el abono al suelo por medio de un rastrillo u otra herramienta; pero si éste se aplica en un suelo bastante húmedo esto no es necesario.

El Instituto de Fomento de la Producción (1952) señala que el resultado de la aplicación de fertilizantes y estiércol no suele traducirse únicamente en un aumento del rendimiento sino que producen también efectos residuales y acumulativos que afectan la siembra siguiente. En particular los fertilizantes fosfatados dan respuestas residuales considerables.

Por este motivo, se necesitan realizar estimaciones de los posibles efectos residuales acumulados antes de hacer recomendaciones acertadas del empleo de estas sustancias.

La determinación de las dosis óptimas en cada cultivo, sirve de base para formular la política nacional sobre fer-

tilizantes, en relación con los programas de fomento agrícola (FAO, 1966).

Dos de los usos más importantes de los datos de respuesta de los cultivos son:

1. La determinación de necesidades regionales o nacionales en fertilizantes.

2. El señalamiento de las metas de producción.

En caso de aplicarse las dosis óptimas se debe determinar:

- a. Las dosis óptimas para los diferentes cultivos y zonas.
- b. La extensión probable de la tierra a que pueden aplicarse las dosis óptimas.
- c. Las necesidades totales.

Sin embargo, según la FAO (1966) conviene calcular las necesidades de fertilizante en función de varios valores de la relación costo/precio, ya que ésta se halla muy expuesta a cambiar.

Para Aldrich y Leng (1974) los incrementos en la aplicación de fertilizante, sin llegar a llenar los requerimientos totales del cultivo disminuyen los beneficios a corto plazo; sin embargo a largo plazo una ligera sobreinversión anual puede desarrollar el potencial y aumentar la ganancia.

La medida en que los agricultores practiquen el abonado, depende en gran parte del margen de beneficio obtenido de su aplicación, (Instituto de Fomento de la Producción, 1952). Por lo tanto el abonado óptimo desde el punto de vis

ta económico es el que dados los niveles de precio, proporciona los mayores beneficios netos. Se señala que la dosis óptima no es necesariamente la que eleva al máximo los rendimientos, por el contrario, ésta suele ser menor.

En la misma publicación el Instituto de Fomento de la Producción (1952) muestra que los factores de que depende la dosis óptima y beneficio económico del abonado son:

1. El aumento que se prevé en la producción por cada incremento de la dosis de fertilizante.
2. El costo por unidad de fertilizante y el costo de su aplicación.
3. El precio por unidad de producto.
4. Los gastos adicionales de recolección, comercialización, etc., si los hubiese.

La mejor manera de obtener información respecto al primer apartado, consiste en efectuar experimentos de abonado, ensayando diferentes dosis de un nutriente.

Los datos de rendimiento obtenidos con diferentes cantidades de fertilizante se ajustan por medio de una curva adecuada de respuesta.

De las curvas así ajustadas, pueden deducirse las dosis que más convienen desde el punto de vista económico; tomando en cuenta la relación precio/costo.

Para el Instituto de Fomento de la Producción (1952) en las respuestas de los cultivos a los fertilizantes, no sólo influye la naturaleza del suelo, sino también otros facto-

res, tales como las variedades, densidad, época de siembra, el riego, etc. Por lo tanto será muy conveniente que las respuestas a los fertilizantes se clasifiquen por separado para cada combinación de tales factores, con el objeto de destacar las relaciones entre aquellas y éstos.

"La respuesta del maíz al nitrógeno es usualmente positiva, excepto en suelos recientemente incorporados a la agricultura; cuando la cantidad de nitrógeno es alta o cuando hay problemas de acidez u otros nutrimentos existentes (MDARA, 1983).

La misma institución cita a Ballesteros que encontró que para la variedad de maíz "Braquítico" la fertilización edáfica adecuada, bajo las condiciones de los Altos Masaya, fue de 96-96-48 kg/ha de N-P-K. En cambio en dos ensayos llevados a cabo en las localidades de Sumalalí, Matagalpa y Estanduela, Estelí; no se encontró respuesta significativa a los niveles de fertilizantes. Los suelos de estos sitios presentaban un contenido de P y K de 10 y 219 ppm para Sumalalí y 22 y 254 ppm para Estanduela.

En evaluación realizada por la Secretaria Recursos de Naturales (RRNN) (1976) de seis niveles de nitrógeno 0-25-50-100-200-400 kg/ha y seis de fósforo 0-25-50-100-200-400 kg/ha con 100 kg/ha de potasio en la comunidad de Danlí, en 1974; o se obtuvo respuesta significativa al 5%. El mejor rendimiento se obtuvo con 400-400-100 Kg/ha de N-P-K siendo este de 3,348 kg/ha.

En evaluación de cinco niveles de N y cinco de P en un diseño factorial incompleto y en dos ciclos; tratamientos con dosis de nitrógeno de 80 kg/ha presentaron rendimientos aceptables, sin diferencia estadísticamente significativa (DMS al 5%); y comparables a los rendimientos obtenidos con una fertilización más elevada como fueron las de 120 y 160 kg/ha de nitrógeno. Con base en esto se recomendó una fertilización no mayor de 80 kg/ha, en fraccionamientos iguales a la siembra y a los 30-35 días de la siembra (RRNN, 1981).

El programa de maíz de RRNN (1980) presentó los siguientes resultados de la evaluación de cuatro niveles de nitrógeno, 0-40-80-120 kg/ha; dos niveles de fósforo 0-40 kg/ha y dos tratamientos adicionales 90-40 y 37-42 kg/ha, de nitrógeno y fósforo respectivamente; en tres localidades, donde se puede apreciar la diferencia de rango que existe entre el mejor y el peor tratamiento en cada una de las localidades (cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados de ensayo realizado por RR NN

Localidad	Mejor trat.	rend.	Peor Trat.	rend.
Villa ahumada	80-40	6.9 t	0-0	5.1 t
Puente el aguila	80-40	6.1 t	0-40	2.7 t

En la comunidad del Tablón los coeficientes de variación fueron de 30% con lo que no se puede concluir sobre los resultados del ensayo sin la posibilidad de incurrir en

error.

Según experiencias del MDARA (1983) la respuesta positiva del maíz a aplicaciones de nitrógeno oscila entre el 60-80% de los casos, en cambio en el caso del fósforo está entre 20- 30% y a potasio de 2-5%.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Descripción del campo experimental

1. Localización

Para el presente trabajo se llevó a cabo un ensayo en la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el valle del río Yeguaré a 35 km al este de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras; a 14° 00' latitud norte y 87° 02' longitud oeste.

2. Descripción y antecedentes

El ensayo se realizó en la terraza No. 1 del Departamento de Agronomía, que se encuentra a 800 m sobre el nivel del mar, con temperatura media de 22°C y una precipitación promedio de 1100 mm al año.

El terreno tiene una textura franco-arcillo-arenosa y fue sembrado anteriormente con maíz, con un programa de fertilización de 100 a 120 kg/ha de nitrógeno y 80 kg/ha de fósforo.

B. Descripción de trabajo experimental

1. Disposición del experimento

Se dedicó para la realización del ensayo un área de 951.2 m², que incluye las parcelas experimentales y sus respectivas calles, anexo 1.

Las dimensiones del campo fueron las siguientes:

32.8 m en sentido transversal a los surcos.

29 m en el sentido de los surcos.

El tamaño de la parcela fue de 5 m de largo por 3.20 m de ancho, dando un área por parcela de 16 m², con cuatro surcos a una distancia de 80 cm entre cada uno.

El ensayo se llevó a cabo con el híbrido H-27, sembrado a una distancia entre surcos de 0.80 m y 0.25 m entre plantas, poniendo dos semillas por golpe; y realizando un raleo 18 días después de la siembra, para dejar una planta por golpe, con lo que se obtuvo una densidad de 50,000 plantas por hectárea.

Las distintas parcelas se separaron por un pequeño canal en sentido transversal a los surcos para evitar que el fertilizante de un tratamiento pasara a otro por efecto de escorrentía, causada por la lluvia.

2. Fertilizantes y tratamientos

Se utilizaron los siguientes fertilizantes:

Urea como fuente de nitrógeno.

Superfosfato triple como fuente de fósforo

Se evaluaron cinco niveles de nitrógeno y cinco niveles de fósforo; los cuales se describen en el cuadro 3

Cuadro 3. Niveles de nitrógeno y fósforo evaluados

ELEMENTO	kg/ha				
Nitrógeno	0	40	80	120	160
Fósforo*	0	30	60	90	120

* Los niveles de fósforo son en base a P205

De la combinación de cinco niveles de nitrógeno y cinco niveles de fósforo resultan los 25 tratamientos como se indica en el Cuadro 4

Cuadro 4 Tratamientos empleados en el ensayo

Nº DE TRATAMIENTO	FACTORES	TRATAMIENTO (kg/ha)	
1	N-P*	0 -	0
2	N-P	0 -	30
3	N-P	0 -	60
4	N-P	0 -	90
5	N-P	0 -	120
6	N-P	40 -	0
7	N-P	40 -	30
8	N-P	40 -	60
9	N-P	40 -	90
10	N-P	40 -	120
11	N-P	80 -	0
12	N-P	80 -	30
13	N-P	80 -	60
14	N-P	80 -	90
15	N-P	80 -	120
16	N-P	120 -	0
17	N-P	120 -	30
18	N-P	120 -	60
19	N-P	120 -	90
20	N-P	120 -	120
21	N-P	160 -	0
22	N-P	160 -	30
23	N-P	160 -	60
24	N-P	160 -	90
25	N-P	160 -	120

* Los niveles de fósforo son en base a P205

C. Manejo del experimento

1. Análisis de Suelo

Se tomaron muestras de suelo en el campo experimental en el mes de abril de 1987. Con éstas se realizaron los análisis de suelo correspondientes.

2. Preparación del Suelo

El suelo se preparò mecànicamente, se arò dos veces con arado de discos a una profundidad de 30 cm. Posteriormente se rastreò y surcò el terreno a una distancia de 80 cm entre surcos.

3. Siembra

El ensayo fue sembrado el 13 de junio. Se sembrò a una distancia de 25 cm entre planta y 80 cm entre surcos. Se colocò dos semillas por postura en el centro del camellòn, a una profundidad de dos a cuatro centímetros.

Al momento de la siembra se llevò a cabo una aplicación de Furadàn 5 G a razòn de 13 kg/ha. Con el objeto de alcanzar la densidad deseada (50,000 plantas/ha), se raleò 18 días después de la siembra, dejando una planta por postura.

4. Fertilización

La aplicación de fertilizantes se llevò a cabo de la siguiente forma:

Nitrògeno: se dividió la dosis en dos aplicaciones. El 33% de la dosis se aplicò al momento de la siembra y el resto se aplicò 35 días después de ésta.

Fósforo: se aplicó totalmente al momento de la siembra.

Tanto el fósforo como el nitrógeno de la primera aplicación se colocó en el fondo de un pequeño surco hecho en el centro del camellón y luego fue cubierto por una pequeña capa de suelo. La segunda aplicación se llevó a cabo en banda, incorporándolo superficialmente.

5. Control de Malezas

Se efectuó mediante la aplicación de una combinación de dos herbicidas. Se utilizó Dual a razón de 1.5 L/ha, en una aplicación antes de la siembra, para el control de gramineas; para el control de malezas de hoja ancha se aplicó Gesaprim a razón de 2.00 kg/ha, ambos se aplicaron con bomba de mochila.

A los 35 días después de la siembra se hizo una deshierba manual, previa a la segunda aplicación de fertilizante.

6. Control de Plagas

No hubo mayor incidencia de plagas. Sólo fue necesario aplicar una vez cuando el cultivo tenía una altura de 20 - 25 cm (etapa V3), cuando sufrió un leve ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda). Se utilizó Lannate con dosis de 0.3 kg/ha, en una aplicación dirigida con bomba de mochila. Posiblemente la baja incidencia de plagas se debió a la aplicación de Furadán a la siembra; además de la buena precipitación, durante todo el periodo del cultivo, (ver anexo No 2.)

7. Recolección de Datos

a. Agronómicos

1. Incidencia de malezas

Se registró a los 35 días después de la siembra, estimándose el porcentaje de la parcela que se encontraba infestado de malezas.

2. Días a la floración

Se observaba el cultivo diariamente a partir del inicio de la floración; registrando la parcela en la cual habían emergido más del 50% de las flores masculinas.

3. Rendimiento

El ensayo fue cosechado el nueve de octubre, recolectando la producción de los dos surcos centrales de cada parcela, de los cuales se dejó, al inicio y al final 50 cm sin cosechar. Esto resultó en una parcela útil de 6.4 m², que sirvió de base para calcular el rendimiento por hectárea.

b. Económicos

1. Costos fijos

se consideraron como costos fijos aquellos que no están afectados por cambios en la aplicación de fertilizantes o la producción.

2. Costos variables

Se consideraron todos aquellos costos que varían de acuerdo a los niveles de fertilización usados y a la producción.

3. Precios de insumos y producto

Se obtuvo el precio de los insumos puestos en Escuela Agrícola Panamericana y el precio de venta promedio del producto en el momento de cosecha del ensayo.

8. Análisis estadístico

Se utilizó en el ensayo un diseño de bloques completos al azar dispuestos en un factorial 5x5 con 25 tratamientos y 2 repeticiones. Se determinó la variación entre a tratamientos por medio de un análisis de varianza con el siguiente esquema:

Cuadro 5 Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	g.l.
Bloques	1
Tratamientos	24
Nitrógeno (A)	4
Fósforo (B)	4
N x F (AxB)	16
Error	24
Total	49

9. Ajuste de la función

Con los datos de rendimiento obtenidos, se obtuvo la función de mejor ajuste, con ayuda del paquete estadístico PSS/PC+.

10. Análisis económico

Con la función ajustada, se procedió a efectuar una derivación parcial de ésta; igualando estas derivadas parciales a la relación de precios de insumos y productos, para

obtener la dosis óptima económica y a cero para obtener la dosis óptima fisiológica.

IV. DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados del análisis del suelo, Cuadro 6 donde se llevo a cabo el ensayo, muestran que éste posee muy buena textura, (franco-arcillo-arenoso) lo que le da buena permeabilidad, capacidad de absorción de agua; así como facilidades de preparación. Un suelo con un pH en kcl de 5.4 se considera un suelo ácido en el cual se pueden presentar deficiencias de fósforo, calcio, magnesio, molibdeno y nitrógeno.

Un 3.6% de materia orgánica en el suelo se considera un contenido medio de ésta, de acuerdo con el clima existente; siendo éste un buen índice para estimar el comportamiento del nitrógeno y fósforo.

Con un contenido de nitrógeno total de 0.2% y 25ppm de fósforo se puede esperar una respuesta media a la aplicación de estos elementos (Seminario sobre Adelantos Tecnológicos en la producción de Maíz, 1987)(18).

Cuadro 6. Resultados del análisis de suelo
de la terraza 1 de agonomía

Arena: 50%
 Arena: 50%
 Limo: 26%
 Arcilla: 24%
 Textura: franco-arcillo-arenosa
 PH (KCl): 5.4
 Materia orgánica: 3.6%
 Nitrógeno total: 0.2%
 Fósforo: 25 ppm
 Potasio: 144 ppm

El cuadro 7 muestra los datos obtenidos de las variables tomadas en cuenta en el ensayo. Los datos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza. se empleó la prueba de Tukey's para separar medias posiblemente diferentes

El análisis de varianza, cuadros del 8 al 9 no mostró diferencias estadísticamente significativas para la variable días a la floración; en cambio para rendimientos se obtuvieron diferencias significativas, lo que hace evidente una respuesta positiva al 1% para el nitrógeno (factor A), y al 5% para el fósforo (factor B).

El cuadro No 10 muestra los precios de los insumos variables, productos y los costos fijos que se utilizaron para determinar los beneficios en las dosis óptimas o más rentables de fertilizantes. Los costos fijos fueron determinados según el esquema que se muestra en el cuadro No 11.

Cuadro 7. Datos obtenidos de las variables analizadas en el ensayo

Trat.	Bloque 1					Bloque 2				
	Niveles		Dias florac.	Incidenc.malez. %	Rend. 14% h	Dias florac.	Incidenc.malez. %	Rend. 14% h		
	N	P								
					kg/ha			kg/ha		
1	0	0	58	5	4548.55	60	5	5187.75		
2	0	30	60	5	4057.24	60	5	5454.63		
3	0	60	61	10	4400.60	60	20	5391.67		
4	0	90	60	5	7046.95	60	25	6226.80		
5	0	120	61	10	6583.65	60	20	5447.14		
6	40	0	60	5	7103.92	61	10	6669.11		
7	40	30	61	10	5958.42	60	5	7496.75		
8	40	60	60	5	5496.62	59	20	6436.71		
9	40	90	60	10	5860.96	59	15	5952.42		
10	40	120	59	5	4976.35	60	10	5193.75		
11	80	0	61	15	5881.96	59	25	5088.79		
12	80	30	60	10	7412.79	58	5	7622.70		
13	80	60	59	5	5229.74	61	15	5881.96		
14	80	90	59	5	7483.26	60	20	8044.02		
15	80	120	61	5	6627.13	61	25	10368.01		
16	120	0	60	10	7903.08	61	5	6163.83		
17	120	30	60	5	8226.94	60	10	5096.30		
18	120	60	59	10	6591.15	59	15	7159.40		
19	120	90	60	10	6064.87	60	10	7271.85		
20	120	120	60	5	8949.62	59	10	9265.99		
21	160	0	59	5	5418.65	60	15	5313.70		
22	160	30	60	5	7208.88	59	5	7229.87		
23	160	60	60	10	7832.61	61	20	5523.61		
24	160	90	61	10	7258.36	60	30	4892.38		
25	160	120	60	5	7426.28	60	10	8184.96		

Cuadro 8. Analisis de varianza para días a floración

F. V.	g. l	S. C.	C. M.	F
Rep.	1	0.08	0.080	0.13ns
A	4	0.48	0.120	0.19ns
B	4	0.28	0.070	0.11ns
AB	16	13.92	0.870	1.40ns
Error	24	14.92	0.622	
Total	49			

C. V. 1.32 %

Cuadro 9. Analisis de varianza para rendimientos

F. V.	g. l	S. C.	C. M.	F
Rep.	1	20625.61	20625.608	0.02ns
A	4	12429612.45	3107403.113	2.96*
B	4	21061089.37	5265272.342	5.02**
AB	16	28322366.53	1170147.908	1.69ns
Error	24	25195379.59	1049807.483	
Total	49			

C. V. 15.81 %

Cuadro 10. Precio de los insumos, Productos y costos fijos por hectàrea.

Insumo o producto	Precio/Kg
Maiz	0.4730
fòsforo	1.4349
nitrógeno	0.9666
Transporte	0.0070
Procesamiento	0.0418
Costos fijos	588.77

Cuadro 11. Costos de producción (Lempiras) por hectárea para el cultivo de maíz Híbrido H-27 a un nivel tecnificado y a un nivel de 0 kg/ha de fósforo.

Insumo	Unidad	Cantidad	Costo/U.	Costo tot.	%
Costos fijos					
Maquinaria	H/M			207.76	20.66
Arado		0.98	43.18+	42.32	
Rastreado		0.78*	43.18	33.68	
Siembra		0.79	20.83++	16.46	
Aspersión		0.91**	20.83	18.96	
Cultivado		0.93	20.83	19.37	
Fertilizado		0.93	20.83	19.37	
Cosecha		1.47	39.19+++	57.61	
Semilla	Kg	25.00	1.66	41.50	4.13
Herbicidas				66.70	6.63
Dual	Lt	1.50	26.00	39.00	
Gesaprin	Kg	2.00	13.85	27.70	
Insecticidas				106.74	10.62
Furadán	Kg	13.00	6.60	85.80	
Lannate	Kg	0.30	69.80	20.94	
Mano de obra	D/H	10.00	6.50	65.00	6.46
Asist. téc.	H/H	15.00	4.17	62.55	6.22
Intereses				38.52	3.83
14% en 6 meses sobre costos fijos directos					
Total cost. fij.				588.77	
Costos variables					
Procesamiento	Kg	6608.4346	0.0418	276.23	27.47
Transporte	Kg	6608.4346	0.0070	46.26	4.60
Fertilizantes				94.29	9.38
nitrógeno	Kg	97.5490	0.9666	94.29	
fósforo	Kg	0.0000	1.4349	0.00	
Total cost. var.				416.78	
COSTOS TOTALES				1005.55	100.00

* Dos pasadas, una para incorporar el rastrojo y otra para incorporar herbicida aplicado para control de gramíneas

** Tres pasadas, una para aplicar herbicida contra hoja ancha y dos para aplicación de insecticida

+ Tractor Mercedes Benz 1500

++ Tractor John Deere 3130

+++ Combinada John Deere

Con los datos de rendimiento presentados, (cuadro No 7) se estimó un modelo de regresión tomándose como variables independientes el nitrógeno, fósforo, con sus efectos cuadráticos y sus interacciones; y el rendimiento como variable dependiente.

La superficie de respuesta obtenida fué la siguiente:

$$Y = 5253.527 - 8.095P + 27.760N + .10198P^2 - .14219N^2 + 0.06415NP$$

Donde:

Y = Rendimientos del maíz en Kgs/Ha

P = Kgs/Ha de fósforo aplicados

N = Kgs/Ha de nitrógeno aplicado

El coeficiente de determinación múltiple R^2 igual a 70%. Los parámetros obtenidos para el efecto lineal y cuadrático del nitrógeno son estadísticamente significativos, sin embargo los estimados para la aplicación del fósforo no resultaron significativos, lo que significa que no se pueden estimar dosificaciones de fósforo en forma confiable. Por esta razón se estimaron los niveles óptimos físicos y económicos de nitrógeno para los distintos niveles de fósforo analizados en el ensayo.

A. Respuesta a nitrógeno

La respuesta a nitrógeno fué positiva y significativa en el presente ensayo y concuerda con la ley de rendimientos decrecientes. A medida que se incrementan las unidades de nitrógeno, el incremento en producción es cada vez menor,

hasta llegar a un punto (máxima producción posible) en que la adición de nitrógeno no aumenta la producción y luego más bien la reduce. Esto se puede apreciar en las figuras del No 1 a la No 5. La flecha señala el punto óptimo económico en cada nivel de aplicación de fósforo.

B. Respuesta a fósforo

En la figura No 6 se muestra como la respuesta a fósforo no fue significativa ya que se pueden obtener rendimientos similares tanto a una dosis media o baja de aplicación de fósforo como a dosis muy altas, mostrando una tendencia siempre creciente lo que se aparta totalmente de los resultados obtenidos en otros ensayos con resultados estadísticamente significativos. Esto puede deberse en parte a la heterogeneidad del suelo en las parcelas, por aplicaciones de fósforo en áreas muy pequeñas en ensayos anteriores en las mismas parcelas de experimentación.

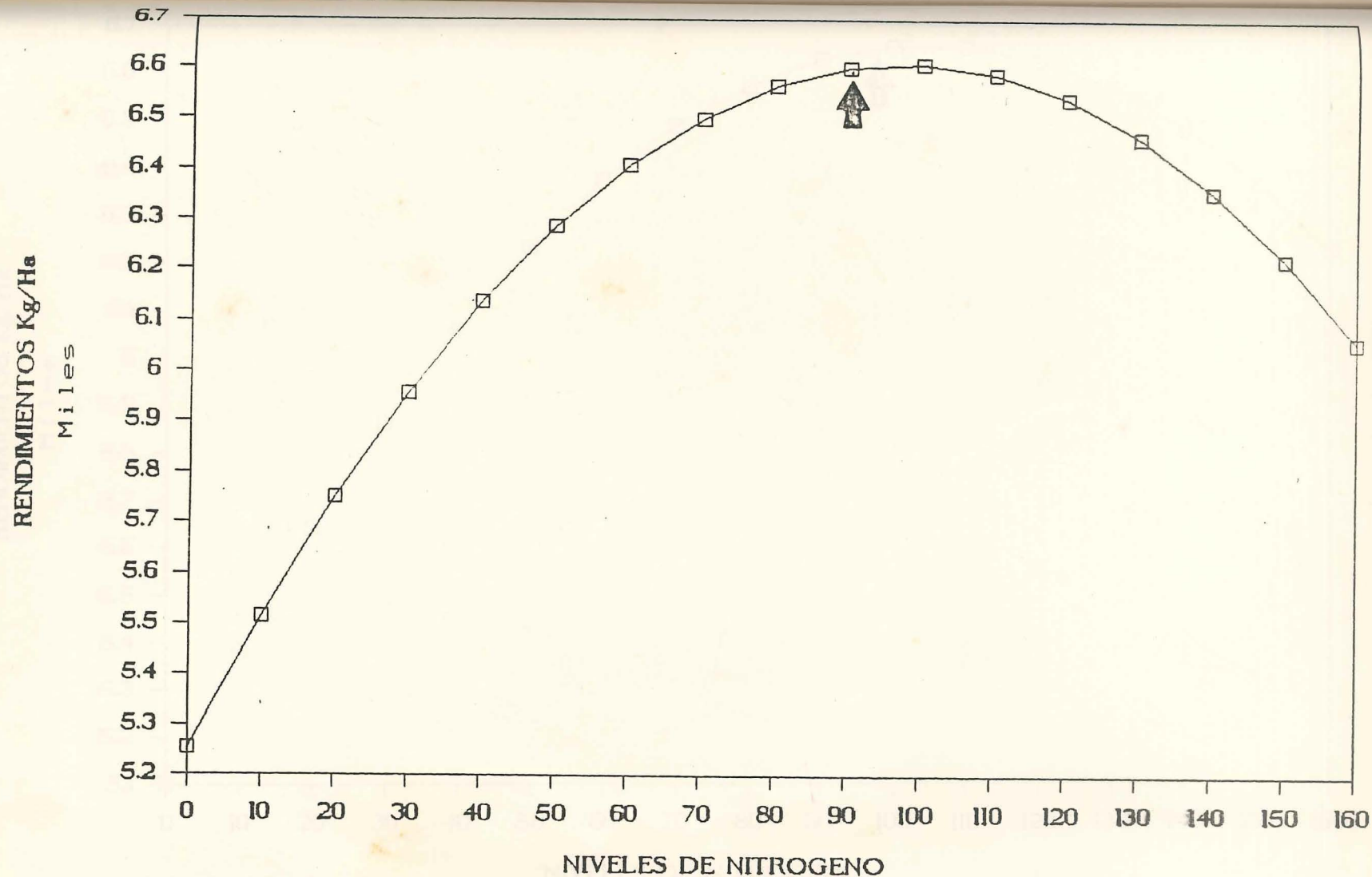


Figura 1. Efecto del nitrógeno a un nivel de 0 Kg de aplicación de fósforo

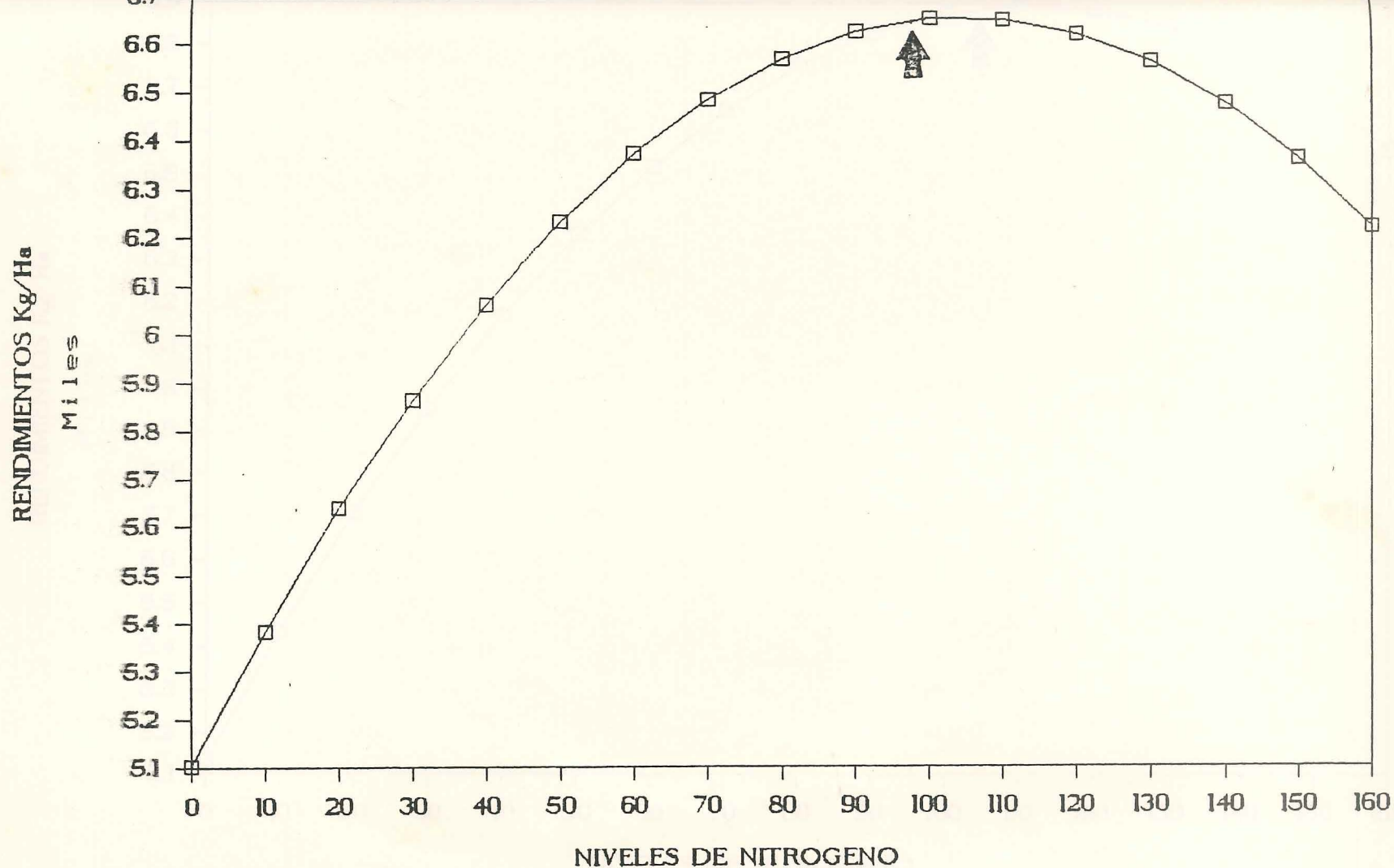


Figura 2. Efecto del nitrógeno a un nivel de 30 Kg de aplicación de fósforo

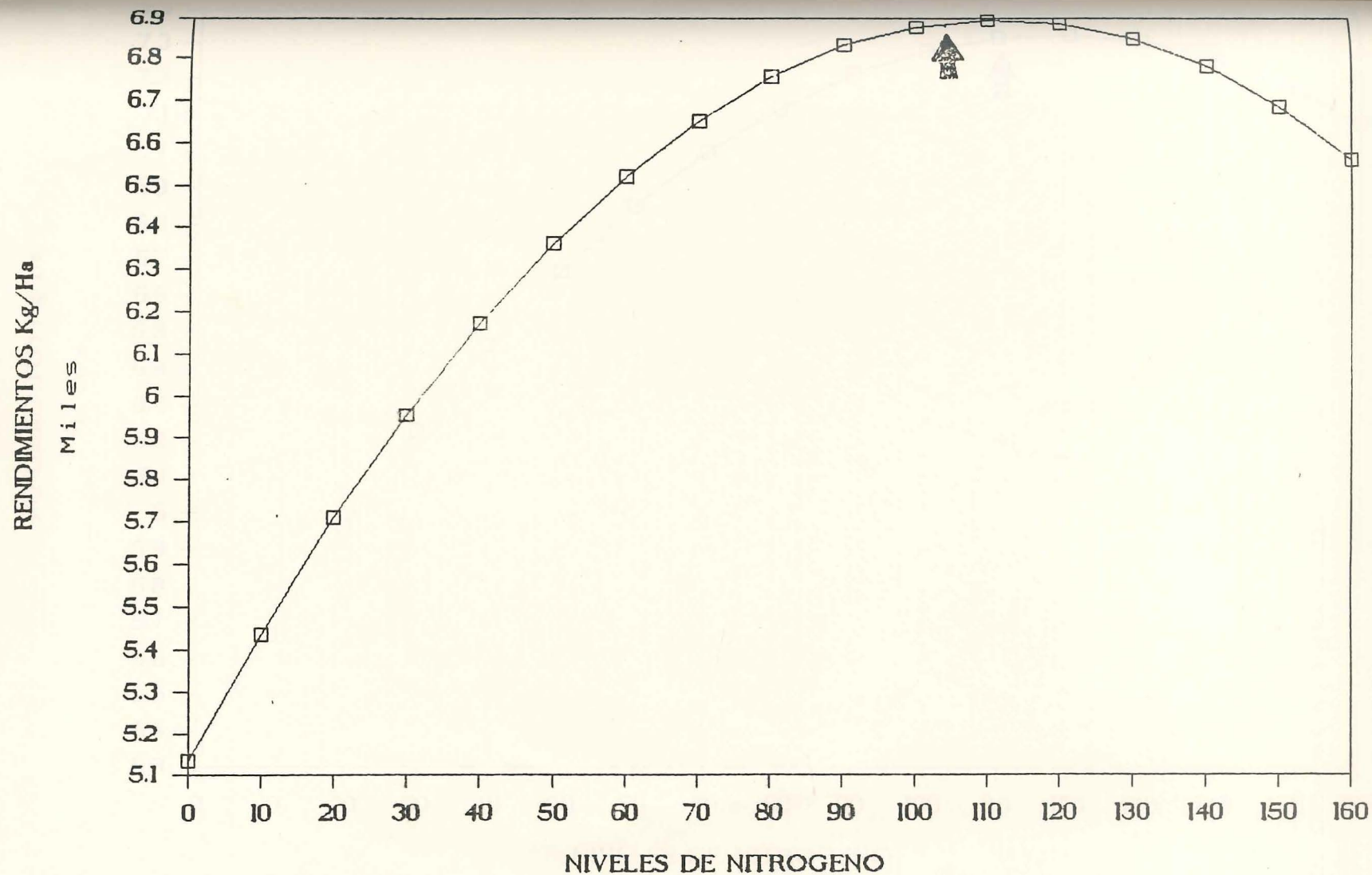


Figura 3. Efecto del nitrógeno a un nivel de 60 Kg de aplicación de fósforo

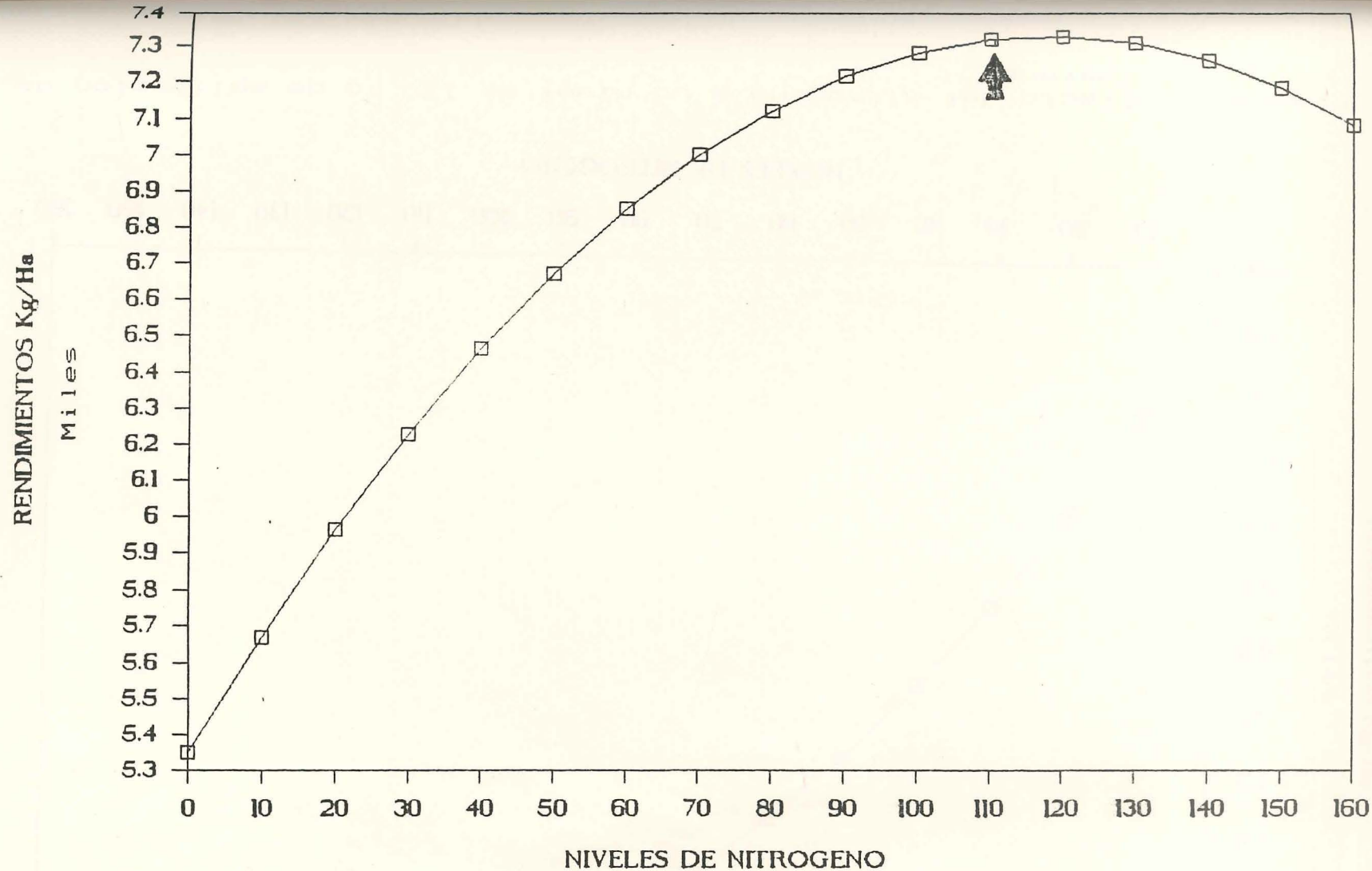


Figura 4. Efecto del nitrógeno a un nivel de 90 Kg de aplicación de fósforo

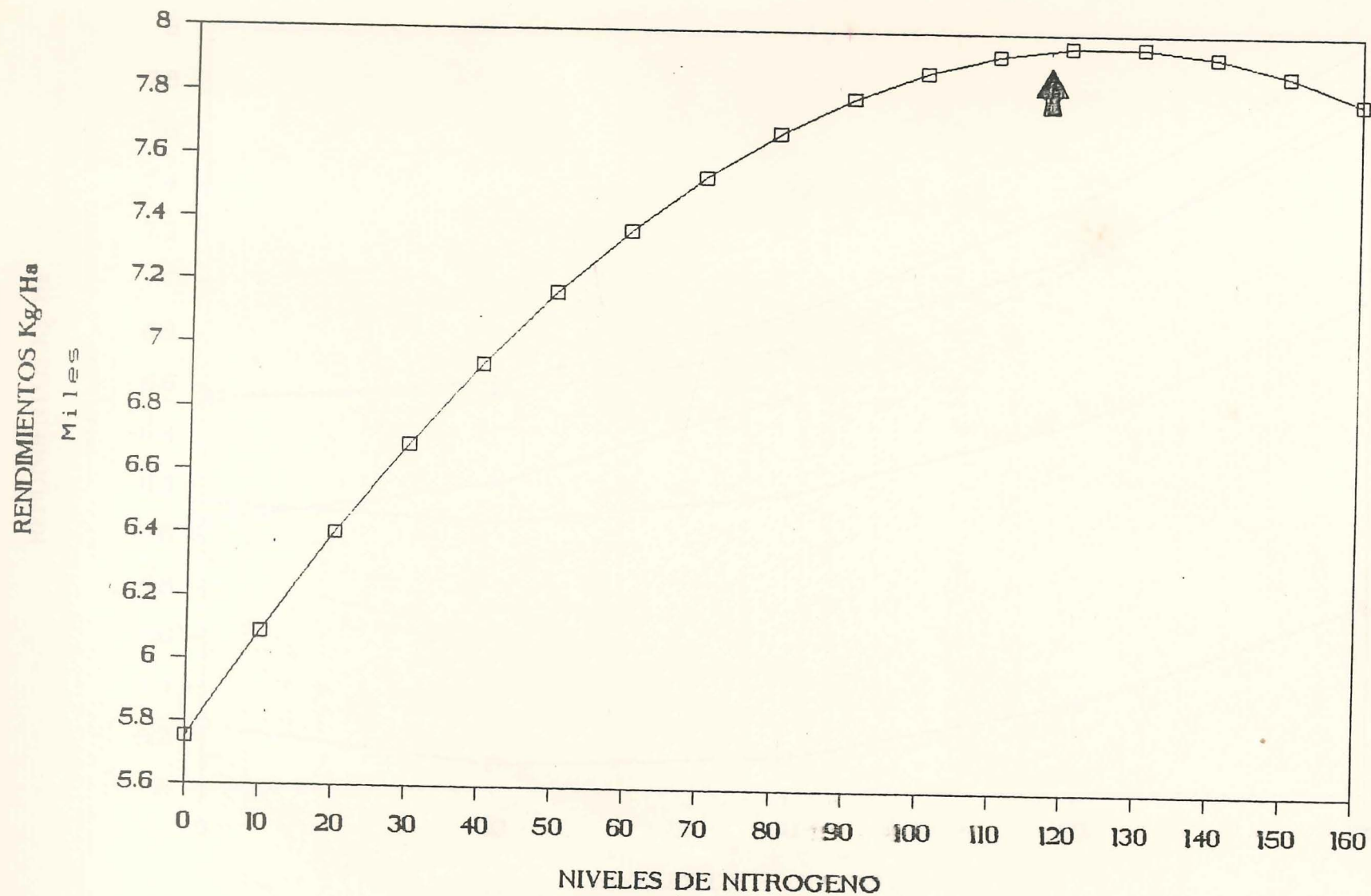


Figura 5. Efecto del nitrógeno a un nivel de 120 Kg de aplicación de fósforo

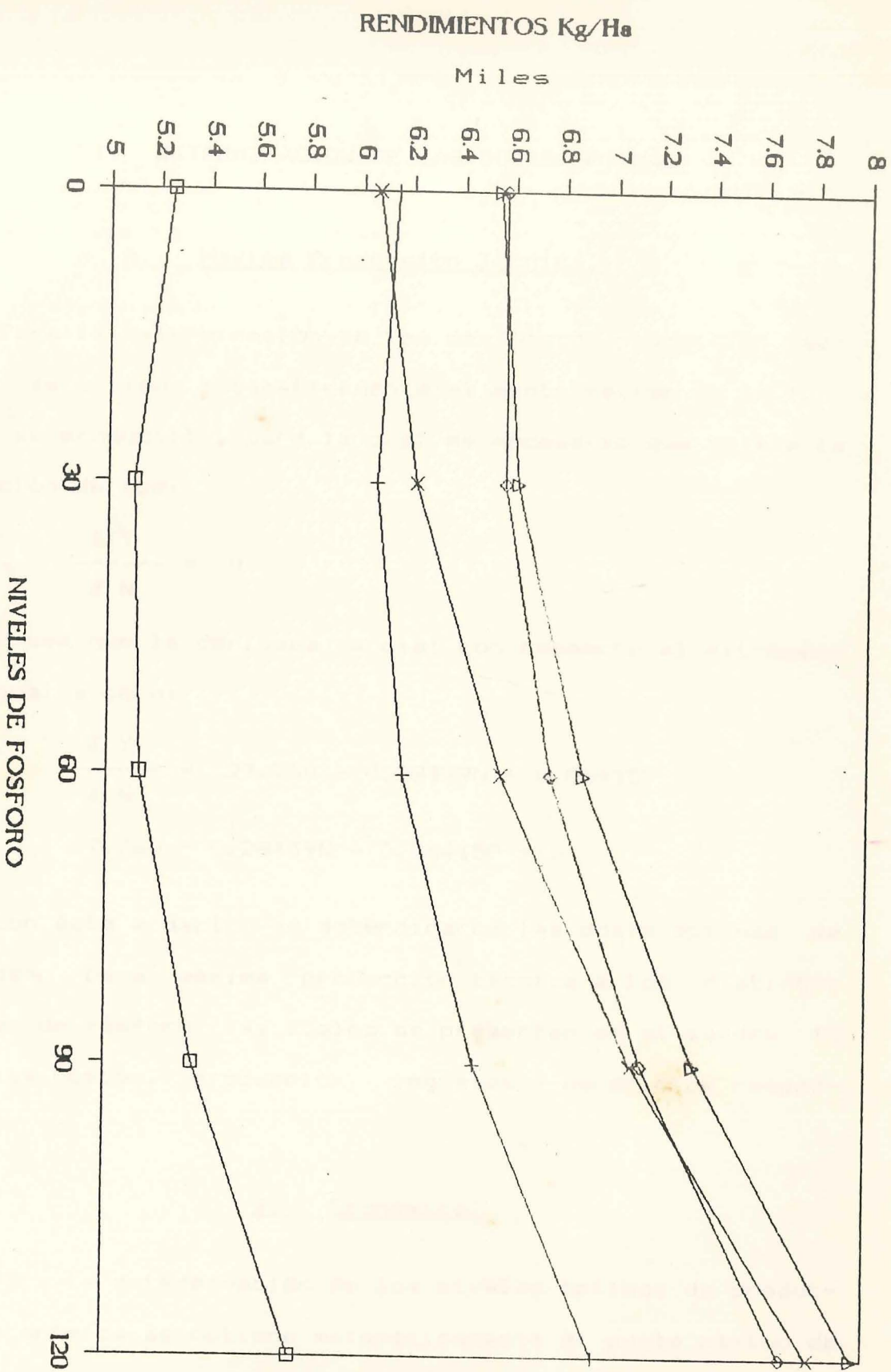


Figura 6. Efecto del fósforo a distintos niveles de aplicación de nitrógeno

VI. DETERMINACION DE LAS DOSIS OPTIMAS

A. Máxima Producción Técnica.

Para la determinación de los máximos de producción técnica, se obtiene matemáticamente el punto máximo de la función de producción, para la cual es necesario que exista la condición de que:

$$\frac{\delta Y}{\delta N} = 0$$

O sea que la derivada parcial con respecto al nitrógeno sea igual a cero:

$$\frac{\delta Y}{\delta N} = 27.760 - 0.28439N + 0.06415P$$

$$27.760 - 0.28439N + 0.06415P = 0$$

Con esta ecuación se determinaron las dosis óptimas de nitrógeno para máxima producción técnica a los distintos niveles de fósforo, las cuales se presentan en el cuadro 12 con los costos, producción, ingresos y beneficios respectivos

B. Económica.

Para la determinación de los niveles óptimos de producción económica se obtiene matemáticamente el punto máximo de

la función de producción, o esa la derivada parcial con respecto al nitrógeno, la cual se iguala a la relación de precios nitrógeno/maíz.

$$\frac{\partial Y}{\partial N} = \frac{P_N}{P_Y}$$

$$\frac{\partial Y}{\partial N} = 27.760 - 0.28439N + 0.06415P$$

L. 43.478 es el precio de 45.45 Kg de nitrógeno

L. 21.50 es el precio de 45.45 Kg de maíz

$$27.760 - 0.28439N + 0.06415P = \frac{43.478}{21.50}$$

$$N = 90.49699 + 0.22255588P$$

Las dosis óptimas de nitrógeno para máxima producción económica (máximo beneficio) a los distintos niveles de fósforo se presentan en el cuadro 13 así como los costos, producción, ingresos y beneficios de cada nivel.

Cuadro 12. Costos y beneficios a determinados niveles de P y a niveles de N para máxima producción técnica

Niv. P	Kg de N	C. Fert.	C. Trans.	C. Prosc.	C. Fijos	C. Totales	Producción	Ingresos	Beneficios
0	97.5490	94.291	46.2590	276.2326	588.7700	1005.5525	6608.4346	3125.7896	2120.2371
30	104.3830	143.944	46.5622	278.0428	588.7700	1057.3186	6651.7408	3146.2734	2088.9548
60	111.1500	193.532	48.2414	288.0703	588.7700	1118.6133	6891.6342	3259.7430	2141.1297
90	117.0630	242.294	51.2961	306.3109	588.7700	1188.6711	7328.0115	3466.1494	2277.4783
120	124.6850	292.709	55.7283	332.7775	588.7700	1269.9843	7961.1843	3765.6402	2495.6559

Cuadro 13. Costos y beneficios a determinados niveles de P y al óptimo económico de N para máxima producción económica

Niv. P	Kg de N	C. Fert.	C. Trans.	C. Prosc.	C. Fijos	C. Totales	Producción	Ingresos	Beneficios
0	90.5030	87.480	46.2087	275.9319	588.7700	998.3908	6601.2414	3122.3872	2123.9964
30	97.2700	137.068	46.5118	277.7420	588.7700	1050.0920	6644.5463	3142.8704	2092.7784
60	104.0390	186.658	48.1911	287.7697	588.7700	1111.3889	6884.4430	3256.3416	2144.9526
90	110.8060	236.246	51.2465	306.0146	588.7700	1182.2771	7320.9235	3462.7968	2280.5197
120	117.5740	285.835	55.6780	332.4769	588.7700	1262.7599	7953.9937	3762.2390	2499.4791

VI. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

En los cuadros del 14 al 16 se aprecia como al aumentar el precio del producto (maíz) a una disminución del precio del factor (nitrógeno) la cantidad óptima económica en la aplicación de fertilizantes aumenta, en cambio cuando el precio del producto disminuye o el precio del factor aumenta la cantidad óptima disminuye. Aumentos en el precio del producto y aumentos en el precio del factor proporcionales no tienen ningún efecto en la cantidad óptima de aplicación de fertilizantes.

Cuadro 14 Cantidades óptimas económicas de nitrógeno a un precio de 39.13 Lempiras por 45.45 Kg con determinados niveles de aplicación de fósforo a diferentes precios del Maíz

	Precio del Maíz *						
	16.80	18.27	19.35	21.50	23.65	24.73	25.80
Nivel de P							
0	89.43	90.09	90.50	91.22	91.80	92.05	92.28
30	96.19	96.85	97.27	97.98	98.57	98.82	99.05
60	102.96	103.62	104.04	104.75	105.33	105.59	105.82
90	109.73	110.39	110.81	111.52	112.10	112.35	112.58
120	116.49	117.16	117.57	118.29	118.87	119.12	119.35

* por 45.45 Kg

Cuadro 15 Cantidades óptimas económicas de nitrógeno a un precio de 43.48 lempiras por 45.45 Kg con determinados niveles de aplicación de fósforo a diferentes precios del maíz

Nivel de P	Precio de Maíz ₡						
	16.8	18.27	19.35	21.5	23.65	24.73	25.8
	88.52	89.25	89.71	90.50	91.15	91.43	91.69
	95.28	96.02	96.48	97.27	97.92	98.20	98.46
	102.05	102.78	103.25	104.04	104.69	104.97	105.22
	108.82	109.55	110.02	110.81	111.45	111.73	111.99
	115.58	116.32	116.78	117.57	118.22	118.50	118.76

₡ por 45.45 Kg

Cuadro 16 Cantidades óptimas económicas de nitrógeno a un precio de 47.83 lempiras por 45.45 Kg con determinados niveles de aplicación de fósforo y a diferentes precios del maíz

Nivel de P	Precio del Maíz ₡						
	16.8	18.27	19.35	21.5	23.65	24.73	25.8
0	87.61	88.41	88.92	89.79	90.50	90.81	91.10
30	94.37	95.18	95.69	96.56	97.27	97.58	97.86
60	101.14	101.95	102.46	103.33	104.04	104.35	104.63
90	107.91	108.72	109.23	110.10	110.81	111.12	111.40
120	114.67	115.48	115.99	116.86	117.57	117.88	118.17

₡ por 45.45 Kg

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

La ausencia de respuesta significativamente diferente a la aplicación de fósforo se debió posiblemente al contenido inicial de fósforo en el suelo.

El máximo de producción técnica para el Híbrido H-27 en el nivel de 0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha de fósforo se alcanza a una dosis de 97.56, 104.38, 111.15, 117.06 y 124.69 kg/ha de nitrógeno respectivamente, por lo que al pasar de éstas se estaría colocando una cantidad de nitrógeno que no sólo no aumenta sino que disminuye los rendimientos del cultivo.

El máximo de producción económica para el Híbrido H-27 en el nivel de 0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha de fósforo se alcanza a una dosis de 90.50, 97.27, 104.04, 110.81 y 117.57 kg/ha de nitrógeno respectivamente, es aquí donde se logra igualar el valor del producto marginal al costo del factor por lo que aplicando más allá de esta dosis se estará incurriendo en mayores costos que los ingresos obtenidos de dicha aplicación.

Disminuciones porporcionales del precio del producto y del precio del factor mantienen la relación precio del factor/precio del producto por lo que la dosis de aplicación

óptima no cambia.

Al disminuir la relación precio del factor/precio del precio del producto las dosis óptimas de aplicación de fertilizantes aumentan.

En el presente ensayo las distintas dosis de fertilizantes no afectaron el desarrollo fisiológico del cultivo por lo que se puede concluir que éstas no provocaron una disminución o aumento en el ciclo total del cultivo.

En el presente ensayo los incrementos obtenidos en los ingresos con una aplicación de 30 kg/ha de fósforo son proporcionalmente menores a los aumentos en los costos del fertilizante aplicado, por lo que el beneficio absoluto disminuye.

Se alcanzó un coeficiente de variación de 1.32% para la variable días a floración y 15.81% para la variable de rendimientos por lo que se puede decir que el ensayo se desarrolló en buenas condiciones.

Existe una gran variación en la información existente sobre fertilización en maíz, lo que justifica dedicar esfuerzos a la experimentación en éste aspecto, de acuerdo a los cultivos de mayor importancia en cada zona con el propósito de hacer un uso más eficiente de los fertilizantes.

B. Recomendaciones

Dependiendo del nivel de fósforo que se esté dispuesto a usar se debe aplicar la dosis óptima económica de nitrógeno de dicho nivel con la finalidad de obtener los

máximos beneficios en el cultivo de maíz.

Si no es posible realizar aplicaciones mayores a los 60 kg de fósforo por hectárea, en el suelo donde se realizó el ensayo, o en suelos con condiciones similares de fertilidad; resulta mejor desde el punto de vista económico no llevar a cabo aplicaciones menores de 60 kg de fósforo por hectárea ya que en este caso los beneficios son mayores o similares que aplicándolos.

Sería de mucho interés realizar otro ensayo en el mismo terreno readecuando las dosis de fósforo para estudiar mejor los efectos de este elemento sobre el cultivo del maíz en esas condiciones; y de mayor valor aún si es llevado por un largo periodo (3-5 años) para medir el efecto residual de los fertilizantes así como las variaciones de clima.

14. MONTERO, B. E.; PEREZ, V. 1967 Investigaciones Económicas y Experimentación Agrícola, Funciones de producción para formular recomendaciones para el uso de fertilizantes. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y Universidad Católica de Chile, Motevideo Chile. 393 p.
15. MORDECAI, E.; KARL, A. F. 1959 Methods of correlation and regression analysis. Linear and curvilinear. 3 ed. John Wiley & Sons. London, Sidney. 548 p.
16. NICARAGUA. MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA 1983 Técnicas para la producción de -- maíz Managua, Nicaragua. 214 p.
17. SEMINARIO SOBRE AVANCES TECNOLOGICOS EN LA PRODUCCION DE MAIZ 1987 Etapas de desarrollo y crecimiento de las plantas de maíz, El Zamorano, Honduras 8 p.
18. ----- 1987 Relación entre el análisis de suelos y la fertilización en la producción de maíz El Zamorano, Honduras 16 p.
19. ----- 1987 Manejo químico de las malezas con énfasis en el cultivo de maíz El Zamorano, Honduras. 8p.
20. PEREZ SILVA, R. 1977 Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y poblaciones de plantas sobre los rendimientos en maíz. Revista agronomía tropical (Ven.) 26(4): 241-259.
21. YRIGOYEN GOMEZ, F. M. 1966 Ensayo de abonamiento en el cultivo del maíz Híbrido PM-203 a cuatro niveles de nitrógeno tres de fosfórico y dos niveles de potasio, Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Agraria -- "La Molina" 60 p.

IX. RESUMEN

En Honduras el cultivo de maíz tiene una gran importancia ya que es un elemento básico en la alimentación humana y materia prima importante en fabricación de concentrados para alimentación animal.

La necesidad de aumentar la producción ha obligado a aumentar el área de cultivo, ya que la productividad sólo ha logrado aumentar un 50% en los últimos 20 años.

Se ha determinado que el uso de fertilizantes juega un papel muy importante en el aumento de la productividad del cultivo de maíz así como en la de otros cultivos.

El presente trabajo tiene la finalidad de cuantificar la respuesta del maíz híbrido H-27 al nitrógeno y fósforo; para lo cual se evaluó la aplicación de 5 niveles de nitrógeno 0-40-80-120-160 kg/ha y 5 niveles de fósforo 0-30-60-90-120 Kg/ha en un diseño factorial.

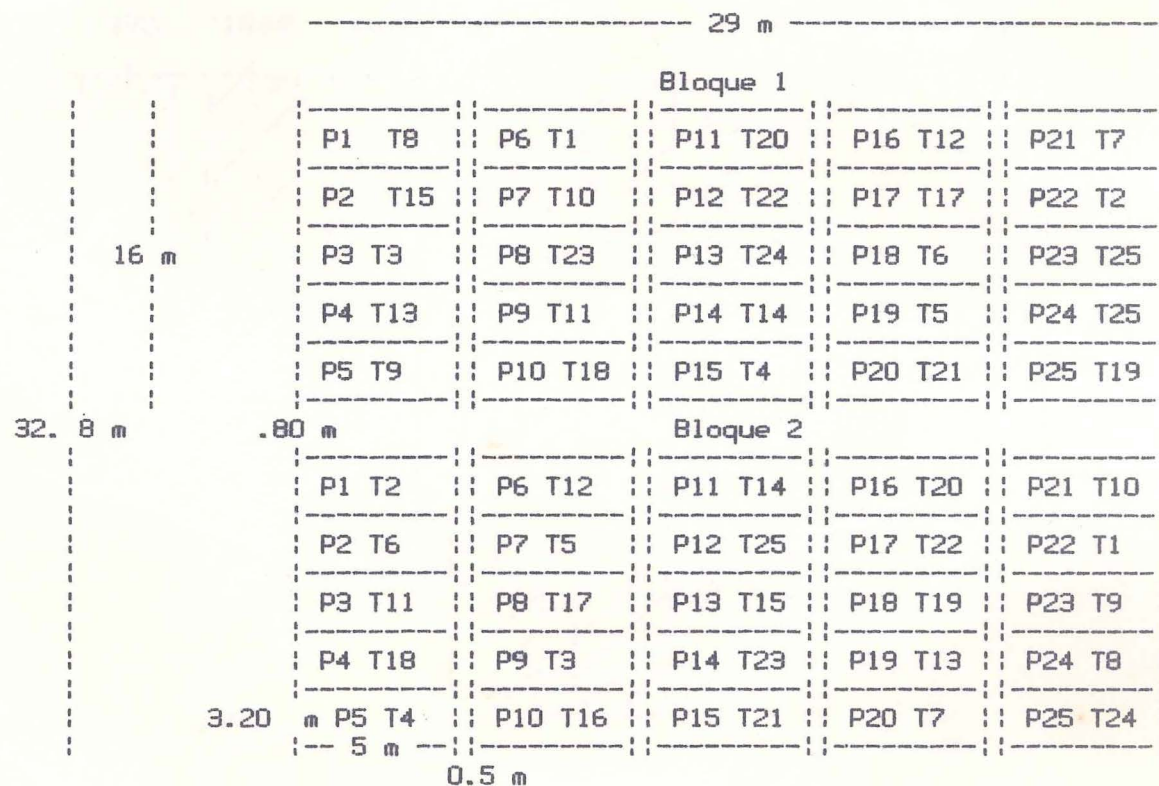
Al no resultar estadísticamente significativa la respuesta del fósforo se determinaron las dosis óptimas económicas de nitrógeno a los niveles de aplicación de fósforo de 0-30-60-90-120 kg/ha los cuales fueron 90.50, 97.27, 104.04 110.81 y 117.57 kg/ha respectivamente.

La aplicación de los distintos tratamientos no mostró diferencias estadísticamente significativa sobre el tiempo de desarrollo del cultivo.

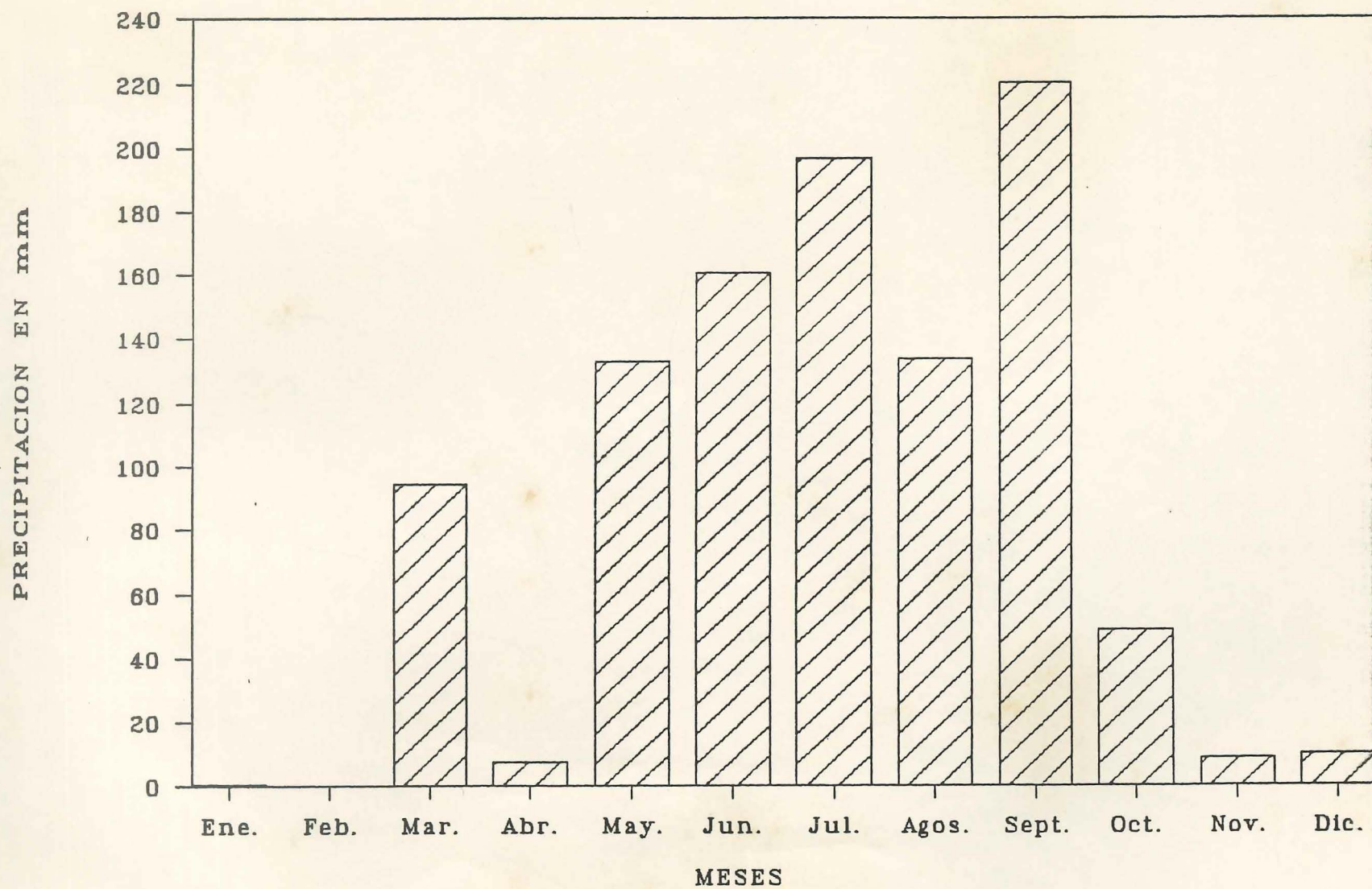
X. BIBLIOGRAFIA REVISADA

1. ALDRICH S.A.; LENG E. R. 1974 Producción moderna de -
maíz Trad. por Oscar Martínez Teneiro y Patricia Le
guisamon Buenos Aires, Argentina; Hemisferio Sur.
308 p.
2. BISHOP C. E. ; TOUSSAINT W. D. 1982 Introducción al aná
lisis de economía agrícola. Limusa, México D. F.
262 p.
3. FAO (Italia) 1966 Estadística de la respuesta de los
cultivos al abonado
4. ----- 1978 Anuario de producción
5. ----- 1984 fertilizantes y nutrición vegetal.
6. ----- 1987 Estadísticas agropecuarias mundiales,
superficie, rendimientos y producción de los cultivos
1954 - 1985.
7. GUATEMALA. INSTITUTO DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1952
Producción y conservación del maíz en Guatemala,
Guatemala, Guatemala. 45 p.
8. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y CONTROL
1965 Experiencias sobre fertilización en Guatemala
Guatemala, Guatemala; 72 p.
9. HEADY E. O.; DILLON J. L. Agricultural producción fun--
tions, Iowa State University Pres, Ames, Iowa 663
p.
10. HONDURAS. SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES 1976 Avan-
ces del programa de investigación agropecuaria 1973
-1974. Tegucigalpa, Honduras. 118 p.
11. ----- 1980 avances de comprobación de tecnologías
de maíz Tegucigalpa, Honduras. 22 p.
12. ----- Programa de investigación agropecuaria 1981.
Proyecto de maíz, Informe técnico anual 1980. San
Pedro Sula, Honduras. 47 p.
13. INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA POTASA 1980 Fertiliza---
ción-Rendimientos. Berna, Suiza 72 p.

Anexo 1 Distribución de los tratamientos en el área experimental



P = Parcela
T = Tratamiento



Anexo 2. Distribución de la precipitación año 1987