

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION DEL OPTIMO ECONOMICO DE FERTILIZACION CON
N. P. O. Y DENSIDAD DE SIEMBRA PARA TRIGO DE TEMPORAL EN
LA MIXTECA ALTA DE OAXACA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
PRESENTA EL PASANTE

SERGIO CAMPOS DE JESUS

040.633

91

MONTERREY, N. L.

FEBRERO DE 1979

T

SB19

W5

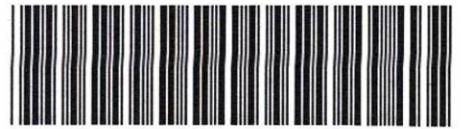
C35

c.1

THE
DUBLIN

040.633

91



1080061019

Este libro debe ser devuelto, a más tardar, en la última fecha sellada, su retención más allá de la fecha de vencimiento, lo hace acreedor a las multas que fija el reglamento.

20 FEB 1991

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**DETERMINACION DEL OPTIMO ECONOMICO DE FERTILIZACION CON
N, P₂ O₅ Y DENSIDAD DE SIEMBRA PARA TRIGO DE TEMPORAL EN
LA MIXTECA ALTA DE OAXACA.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O A G R O N O M O
PRESENTA EL PASANTE

SERGIO CAMPOS DE JESUS

MONTERREY, N. L.

FEBRERO DE 1979.

T
SB191
•WS
C35



Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. Tesis



B. Raúl Rangel Fila
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

040.633
FA2
1979
c.5

AL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS, POR LAS FACILIDADES OTORGADAS EN LA ELABORACION DEL PRESENTE TRABAJO.

AL ING. M.C. ANDRES MALDONADO ORTIZ-
POR SUS ACERTADOS JUICIOS Y VALIOSO ASESORAMIENTO EN EL DESARROLLO DEL MISMO.

AL ING. M.C. GILDARDO CARMONA R. POR SU DESINTERESADA COLABORACION EN LA REVISION FINAL.

A LOS TRABAJADORES DE CAMPO Y A TODOS AQUELLOS QUE COLABORARON PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

"MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO"

A mis padres
con todo cariño, gratitud y respeto.

A mi esposa e hijos
con infinito amor.

A mi escuela.

A mis compañeros y amigos.

INDICE GENERAL.

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION.	1
REVISION BIBLIOGRAFICA	4
Condiciones Ecológicas para la Producción de Trigo	4
El Nitrógeno y su Importancia	9
Nitrógeno y Fructificación.	11
Epoca de Aplicación del Nitrógeno	13
Formas Asimilables de Nitrógeno	13
Importancia de la Asimilación del Nitrógeno	15
El Fósforo y su Importancia.	16
Fósforo y Fructificación	18
Formas Asimilables de Fósforo	19
Importancia de la Asimilación Fosfórica	20
La Densidad de Siembra como un Factor en la Producción	21
Conceptos Sobre la Densidad de Siembra.	21
Investigación Sobre Fertilización y Densidades de Siembra.	23
Mundial.	23
Nacional	26
MATERIALES Y METODOS.	30
Generalidades de la Región	30

	<u>PAGINA</u>
Características de los Sitios Experimentales	34
Localización.	34
Precipitación Pluvial	37
Características de los Suelos	37
Diseño Experimental y Tratamientos.	41
Materiales y Manejo Experimental	41
Variedades y Fertilizantes	41
Preparación del Suelo	43
Siembra.	43
Control de Malezas.	43
Datos Fenológicos	44
Altura de Planta	44
Floración.	44
Plagas.	44
Amacollo	44
Cosecha	45
Rendimiento de Grano	45
Análisis Realizados	45
Análisis Estadístico.	45
Análisis Gráfico	46
Análisis Económico	46

	<u>PAGINA</u>
RESULTADOS EXPERIMENTALES	50
Rendimiento de Grano.	50
Análisis Estadístico	54
Ciclo 1974 Ensayos 1 y 2	54
Ciclo 1975 Ensayos 3 y 4	56
Ciclo 1977 Ensayos 5 y 6	59
Análisis Gráfico.	61
Análisis Económico	64
DISCUSION	73
Ciclo 1974	73
Ciclo 1975	74
Ciclo 1977	76
Análisis Económico.	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
RESUMEN	83
BIBLIOGRAFIA	86
APENDICE	90

INDICE DE CUADROS.

	<u>PAGINA</u>
1. Epoca de siembra y cosecha de trigo en otoño y primavera en el mundo.....	5
2. Producción Nacional de Trigo.....	7
3. Propiedades físicas y químicas de algunos suelos de la Mixteca Oaxaqueña.....	35
4. Relación de ensayos de fertilización en trigo y metodología utilizada.....	38
5. Propiedades físicas y químicas de los lotes experimentales.....	40
6. Lista de tratamientos ensayos 1-4 período 1974-1975	42
6a. Lista de tratamientos ensayos 6-7 período 1977-1977	42
7. Cálculo de las relaciones costo del insumo-valor del producto.....	48
8. Rendimiento en kg/ha., de grano de trigo temporal; San P. Topiltepec-Xacañí; Ciclo 1974.....	51
9. Rendimiento en kg/ha., de grano de trigo temporal; San Mateo Yucucuy-Xacañí; Ciclo 1975.....	52
10. Rendimiento grano de trigo temporal en kg/ha., - Yucuita-Suchixtlahuaca Ciclo 1977-77.....	53
11. Relaciones costo del insumo/valor del producto, para tasas de retorno al capital del 0 y 50%.....	64
12. Tratamientos calculados gráficamente, de los ensayos 1 a 4 Campo Agrícola Experimental de la Mixteca Oaxaqueña 1974 - 1975.....	65

13. Tratamientos óptimos económicos, seleccionados con factorial 4 x 4 y plan Puebla I. Campo Agrícola Experimental de la Mixteca Oaxaqueña 1974-1977.. 66
14. Tratamientos óptimos económicos, recomendados, para las localidades estudiadas. Campo Agrícola Experimental de la Mixteca Oaxaqueña 1974- 1977... 67

INDICE DE FIGURAS.

PAGINA

1.	Localización de la región Mixteca en el estado de Oaxaca.	31
2.	Mixteca Oaxaqueña y localización del área estudiada.	32
3.	Configuración de la Mixteca Oaxaqueña.	33
4.	Lluvia anual acumulada promedio de 10 años en 3 distritos de la Mixteca Alta.	36
5.	Precipitación ocurrida durante el ciclo del trigo- (jun-nov) en los sitios experimentales.	39
6.	Respuesta a niveles de nitrógeno y fósforo, San Pedro Topiltepec. CAEMOAX 1974.	55
7.	Respuesta a niveles de nitrógeno y fósforo, Xacañí CAEMOAX 1974	57
8.	Respuesta a niveles de nitrógeno y fósforo, San Mateo Yucucuy. CAEMOAX 1975.	58
9.	Respuesta a niveles de nitrógeno y fósforo, Xacañí CAEMOAX 1975.	60

10.	Respuesta a niveles de nitrógeno, Coix. CAEMOAX 1977.....	62
11.	Respuesta a niveles de nitrógeno, fósforo y densi- dades de siembra, Yucuita, Noch. CAEMOAX 1977.....	63
12.	Niveles óptimos económicos finales, de curvas se- leccionadas con el análisis marginal usando tasas - de retorno al capital de 0 y 50%, San Pedro Topil- tepec 1974.....	68
13.	Niveles óptimos económicos finales, de curvas se- leccionadas con el análisis marginal, usando tasas de retorno al capital de 0 y 50%, Xacañí 1974.....	69
14.	Niveles óptimos económicos finales, de curvas selec- cionadas con el análisis marginal, usando tasas de retorno al capital de 0 y 50%, San Mateo Yucucuy 1975.....	70
15.	Niveles óptimos económicos finales, de curvas - - seleccionadas con el análisis marginal, usando ta- sas de retorno al capital de 0 y 50%, Xacañí 1975.	71

16. Niveles óptimos económicos finales, de curvas seleccionadas con el análisis marginal, usando tasas de retorno al capital de 0 y 50%, Suchixtlahuaca 1977. 72

INTRODUCCION.

La problemática de la región Mixteca se enmarca dentro de una economía agropecuaria-artesanal. La agricultura es la actividad básica y afronta serias y complejas restricciones de producción, originadas por factores ecológicos, técnicos y socioeconómicos.

La región se localiza en una de las zonas mas accidentadas del país; la mayoría de los poblados se encuentran en alturas que superan los 1600 m. sobre el nivel del mar, hasta algunos que se encuentran cerca de la parte más alta formada por el nudo Mixteco, en el distrito de Coixtlahuaca con 3000 m. de altura sobre el nivel del mar. Sin embargo, la mayor parte de las actividades agrícolas se realizan entre los 1900 y 2200 m. sobre el nivel del mar, en pequeños valles altos y laderas poco aptas para la agricultura.

Los suelos de la región son de baja fertilidad, de una topografía bastante accidentada y con pendientes fuertes, lo cual reduce su efectividad agrícola y están expuestos a la erosión producida principalmente por las lluvias.

Después del maíz y el frijol, el trigo constituye el renglón más importante en la economía de la región, ya que un total de 10,000 fami

lias campesinas dependen económicamente de dicho cultivo. La mayor parte de la producción se destina al consumo familiar y una pequeña proporción es comercializada, principalmente en los mercados o comercios locales. La superficie sembrada de trigo hasta 1977 era de 9,000 hectáreas, predominando las siembras de temporal con un total de 5,000 hectáreas y el resto en siembras de humedad y riego, en orden decreciente de importancia. Los rendimientos que se obtienen en promedio varían de 250 a 800 Kg./Ha. Estos bajos rendimientos son causados principalmente por deficiencias de los factores limitantes arriba mencionados. De tal manera que la zona no alcanza siquiera el nivel de "autoabastecimiento" y existe en la actualidad un déficit en la producción de este cereal.

Este problema regional, se refleja a nivel nacional en la consecución de este grano para abastecer del mismo al país. Por lo tanto, se hace necesario contar con una tecnología generada localmente, bajo las mismas condiciones en que cultiva el agricultor y que al utilizarla, permita alcanzar un índice agrícola más elevado y en corto plazo, obtener un autoabastecimiento de la región.

En el presente escrito, se discuten las comparaciones de diferentes niveles de fertilización, básicamente de nitrógeno y fósforo, así como densidades de siembra; mediante la aplicación del método -

científico, para obtener en principio recomendaciones sobre dosis --
de fertilización y densidades de siembra para la zona triguera de la --
Mixteca Alta de Oaxaca.

REVISION BIBLIOGRAFICA.

Condiciones Ecológicas para la Producción del Trigo.

La distribución de la producción triguera mundial (cuadro 1), demuestra que el trigo es una planta con cualidades de adaptación y resistencia tales, que puede desarrollarse hasta la fructificación, prácticamente en todos los climas de la tierra, pero su rendimiento varía considerablemente de una región a otra, en relación a las diferencias de temperatura, humedad, fenómenos meteorológicos y enfermedades que lo atacan.

En este último caso la limitación de la producción comercial del trigo en los trópicos está determinada por el ataque del hongo que produce el chahuixtle (Puccinia graminis). Debido a que en éstas zonas las condiciones de humedad y temperatura favorecen el desarrollo y propagación de éste hongo sobre el trigo, de ahí que en las regiones cálidas, solo las áreas muy secas sean aptas para producir trigo, aunque con la utilización de riego (7, 31).

El trigo como planta de gran universalidad se dá en los terrenos más diversos, pudiendo decirse que existen variedades trigueras para muchas clases de suelos. Necesita cierta cantidad de arcilla sin

Cuadro 1. Panorama mundial de la siembra y cosecha de trigo de otoño y primavera.

País	Trigo de Otoño		Trigo de Primavera	
	Siembra	Cosecha	Siembra	Cosecha
Estados Unidos	Agost.-Dic.	Mayo-Septiembre	Marzo-Junio	Julio-Septiembre
Canadá	Agosto-Oct.	Jul-Septiembre	Abril-Junio	Julio-Octubre
México	Nov-Enero	Abril-Mayo	Junio-Julio	Oct-Diciembre
Brasil	Mayo-Julio	Nov-Diciembre	_____	_____
Argentina	Abril-Agosto	Nov-Enero	_____	_____
Chile	Abril-Julio	Oct-Enero	_____	_____
Europa Nor-oriental.	Ago-Octubre	Jul-Septiembre	Febrero-Abr.	Agosto-Octubre
Rusia	Ago-Diciembre	Jul-Septiembre	Marzo-Junio	Julio-Octubre
Polonia	Sep-Octubre	Jul-Septiembre	Marzo-Abril	Julio-Septiembre
Europa Sur-Oriental.	Sep-Diciembre	Mayo-Julio	Enero-Octubre	Junio-Agosto
Africa del Norte	Oct-Enero	Abril-Julio	_____	_____
Egipto	Oct-Diciembre	Marzo-Mayo	_____	_____
Kenya	Mayo-Julio	Dic-Febrero	_____	_____
Sur Africa	Abril-Junio	Oct-Diciembre	_____	_____
Siria	Sep-Enero	Junio-Julio	_____	_____
India	Sep-Diciembre	Enero-Junio	_____	_____
China	Sep-Diciembre	Mayo-Junio	Abril-Mayo	Ago-Septiembre
Japón	Sep-Diciembre	Jul-Septiembre	_____	_____
Australia	Abril-Junio	Oct-Diciembre	_____	_____

Depto. de Investigacion

llegar al exceso; pero produce bien en suelos con alto contenido de arcilla (60-100%), aunque existen algunas variedades exigentes en éste- aspecto y no producen bien en los terrenos compactos. En general los suelos profundos, de buena fertilidad, son apropiados para el trigo.

Con respecto al contenido de cal en los suelos no es exigente, - pues se cultiva en terrenos moderadamente salinos o en suelos calca- reos, pudiendo tolerar hasta el 60% de cal. En cuanto a pH del suelo- éste puede variar de 6 a 8.

Por lo que a materia orgánica se refiere no es muy exigente, pe- ro el exceso provoca, con la adición de fósforo y potasio, un desarro- llo del tallo y las hojas en detrimento de la producción de grano.

Al igual que otras plantas le perjudican los suelos inundables, -- los pantanosos, los suelos de turba, los arenosos y los pedregosos (10)

En México se siembra trigo en casi todos los estados de la Repú- blica, ésto se ilustra en el cuadro 2 donde se aprecia la superficie -- cultivada y la producción nacional por entidad federativa hasta 1970 -- según el censo agrícola ganadero y ejidal (1). El trigo tiene una -- amplia gama de adaptación, pues se produce tanto en tierras pobres -- como en tierras ricas, zonas húmedas, semihúmedas y secas (23).

Cuadro 2. Producción nacional de trigo.

Entidad Federativa	Sup. Cosechada (Hectáreas)	Cantidad Cosechada (Toneladas)	
		<u>Regada</u>	
Baja California	74631	57268	152830
Baja California Territorio.	12238	12090	42866
Coahuila	46918	38815	74909
Chihuahua	10375	77831	250455
Durango	20803	7119	26571
Guanajuato	66140	53732	171444
Guerrero	1505	4	1284
Hidalgo	11187	7308	19453
Jalisco	22888	8157	25599
México	11063	4261	11933
Michoacán	46770	30898	63930
Nuevo León	14094	7162	17858
<u>Oaxaca</u>	<u>13951</u>	<u>2050</u>	<u>8872</u>
Puebla	2951	389	2290
Querétaro	6169	5846	13459
San Luis Potosí	2263	62	1504
Sinaloa	55841	52597	151629
Sonora	338993	295664	986738
Tamaulipas	5072	4128	8471
Tlaxcala	2337	76	1506
Veracruz	1430	5	1162
Zacatecas	5890	3184	9089
Otras entidades	1388	488	1746
T o t a l	86547	669164	2046598

V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal 1970.
 Información referente a cosecha de 1969.

La precipitación óptima para la producción de trigo varía de las 25 a 35 pulgadas anuales (635-889 mm). Aunque se le observa creciendo en áreas donde el promedio de lluvia oscila entre 10 y 70 pulgadas (254-1778 mm). Aunque cerca del 75% de la superficie sembrada mundialmente, se localiza en áreas de 15 a 35 pulgadas (381-889 mm) de precipitación anual. Se ha observado en forma general que de 4 a 6 pulgadas (101-152 mm.) de lluvia, distribuída dos meses antes de la cosecha son suficientes para producir trigo (15).

La temperatura óptima para el desarrollo del trigo se encuentra alrededor de los 25° C, pudiéndose producir con temperaturas mínimas y máximas de 3 a 4 y de 30 a 32 grados centígrados. Temperaturas altas durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo pueden retrasar el espigamiento, además si éstas alcanzan los 90° F (32° C) durante la tercera o cuarta semana después de la floración puede acelerar el proceso normal de madurez del grano. Si a las temperaturas se les asocia humedad abundante, se facilita el desarrollo de enfermedades fungosas lo que puede provocar una reducción en el rendimiento de grano (15).

El Nitrógeno y su Importancia.

El nitrógeno constituye aproximadamente del 1 al 5% del peso seco de las hojas y un poco menos del resto del peso del tejido vegetal de las plantas. Este elemento se combina con sustancias carbonadas formando una gran cantidad de compuestos orgánicos diferentes que, contienen un promedio aproximado de 16% de N, de donde se puede deducir que las sustancias nitrogenadas forman del 5 al 30% del peso total de los tejidos vegetales, se le encuentra en muchas de las vitaminas que actúan como grupos funcionales de las enzimas (5).

El nitrógeno que se halla en el suelo puede ser generalmente clasificado como inorgánico y orgánico. La cantidad total mayor se halla, en gran parte, como integrante de los materiales orgánicos complejos del suelo. Las plantas absorben la mayor parte de su nitrógeno en forma de NH_4^+ y de NO_3^- . Las cantidades de éstas soluciones que pueden utilizarse por las raíces de las plantas agrícolas, dependen en gran parte de las cantidades suministradas como fertilizantes nitrogenados comerciales y de las liberadas de las reservas de nitrógeno del terreno, contenidas en compuestos orgánicos (12). Grames, al interpretar los resultados obtenidos por otros investigadores, opina que las adiciones de nitrógeno afectan la eficiencia de las raíces para absorber nutrientes, debido a las siguientes causas:

- a) Mayor desarrollo foliar, en relación con el desarrollo radicular, lo cual aumenta las necesidades nutritivas de las plantas e indirectamente la eficiencia de absorción de las raíces.
- b) Mayor eficiencia de absorción de las raíces debido al mayor requerimiento de agua por las plantas, y a la mayor superficie foliar expuesta a la evaporación (8)

Muchos años de estudio han demostrado que hay pérdidas del nitrógeno del suelo por otras vías que la percolación y eliminación por las cosechas. Estas pérdidas ocurren cuando el gas nitrógeno, óxido-nitroso, óxido nítrico y amoníaco son liberados en el terreno en forma gaseosa (12,28).

La escasez de nutrientes en el suelo puede intensificarse debido a condiciones desfavorables del tiempo. Los nutrientes pueden estar presentes en cantidades suficientes cuando las condiciones son ideales, pero en caso de sequía, de excesiva humedad o de temperatura extrema, puede que la planta no sea capaz de obtener un suministro adecuado.

Para el agricultor comercial la meta es mantener los nutrientes para las plantas a un nivel que aseguren el provecho máximo por Ha.,

lo que significa que los nutrientes no deberán ser un factor limitante en ninguna etapa del cultivo en cuestión.

El diagnóstico visual es el método más sencillo de evaluar la fertilidad del suelo, es el único que no requiere de equipo especializado y puede ser usado como complemento de las demás técnicas de diagnóstico; tales como pruebas de campo, análisis de plantas o de suelo que pueden ser de gran utilidad para mantener una fertilización adecuada (28).

Nitrógeno y Fructificación.

El nitrógeno es un elemento fundamental en la producción triguera y en general de todos los cereales; pero cuando se encuentra en exceso en relación al fósforo y potasio, produce acame y da lugar a enfermedades criptogámicas tales como la "roya", (Puccinia tritici), por lo tanto es conveniente dosificar con mayor exactitud la fertilización con éste elemento, sobre todo en climas templados donde existe mucha nitrificación, aunque por falta de este elemento no será posible obtener los rendimientos adecuados, que en la actualidad se obtienen con las nuevas variedades mejoradas de alta producción (10)

Las plantas tienen un límite de tolerancia para el nitrógeno, pasado el cual se producen accidentes vegetativos como el acame de-

los cereales, esterilidad de las flores, falta de frutos, exceso de órganos vegetativos y otros (5, 14)

El nitrógeno es un elemento necesario para la multiplicación celular y para el desarrollo de los órganos vegetativos, aumentando la producción de raíces, tallos y hojas, siendo el factor esencial en los altos rendimientos de los vegetales (20).

En general la deficiencia de nitrógeno acelera la vida vegetativa en detrimento de los frutos. Según la especie considerada (glucídica y protéica) y las condiciones del medio, un abonado tardío en la época de espigamiento influye favorablemente en la fructificación. La aplicación demasiado abundante de nitrógeno en los cereales de otoño tiende a formar prótidos ricos en nitrógeno, una planta glucídica forma preferentemente reservas hidro-carbonadas (almidón-azúcar). Proporcionando mucho nitrógeno a una planta glucídica se estimula al mismo tiempo la formación de glúcido, de manera que la cosecha total es abundante, mientras que una planta con carácter protéico se enriquece especialmente en albúmina sin aumento proporcional de la cosecha total, cuyo peso depende fundamentalmente de los glúcidos (almidón-azúcar). Ya que la cantidad y calidad de una cosecha son, a veces fenómenos antagonistas, por lo tanto es necesario emplear con prudencia los abonos nitrogenados (5).

Época de aplicación de nitrógeno.

Como la evolución de nitrógeno, en la planta y en el suelo es muy variable y condicionada por las características climáticas y dosis de nitrógeno, la época de aplicación dependerá de éstas condiciones imprevisibles a largo plazo. Recientemente la aplicación de una dosis tardía de nitrógeno, sobre cereales en el espigamiento y en la floración ha dado resultados muy interesantes. Para los cereales, la absorción del nitrógeno, se realiza especialmente en los períodos "críticos" de la planta a saber: nacencia, encañe, espigamiento y floración. Una dosis de nitrógeno muy tardía en la floración, duplica el contenido de proteínas del grano, especialmente en acción concomitante con el fósforo. Esta proteína se acumula especialmente en los cotiledones (5).

Formas asimilables de nitrógeno.

La asimilación del nitrógeno por las plantas y la proteosíntesis representan el fenómeno más característico de la actividad vital, o sea la transformación de la materia mineral en materia viva (10,14, 28).

Los abonos nitrogenados pertenecen a los tres tipos siguientes: nítricos, amoniacaes y orgánicos (5, 28).

Los nitratos y sales de amonio son prácticamente los únicos que

se asimilan directamente por su gran movilidad en el suelo. A veces, el nitrógeno orgánico en molécula simple, lo es también (5, 14, 25,28).

La forma de asimilación nitríca o amoniacal, esta en función de la especie, condiciones del medio y de la especie, pH del suelo, etc. - Un exceso de abonado con sales de amonio puede ser perjudicial cuando hay déficit de potasio y con suelo de pH ácido (5).

Por ejemplo, los nitratos son disueltos rápidamente en el agua y no son fijados por el poder de adsorción de los coloides, por lo tanto son llevados por el agua a horizontes inferiores. En cambio el ión amonio de los abonos es fijado por el poder adsorbente de los coloides del suelo de tal manera que es absorbido por las raíces (10)

Las gramíneas jóvenes prefieren el amonio NH_4^+ y cuando envejecen asimilan preferentemente los nitratos NO_3^- . Cuando el abonado nitrogenado es tardío en el espigamiento debe de efectuarse en forma de nitratos, en suelos ácidos donde la nitrificación se inhibe, las plantas se adaptan mejor a una alimentación amoniacal.

Un abonado de nitrógeno excesivo puede aumentar el contenido de amonio ácidos en la planta, la hoja no llega a asimilar a tiempo el exceso de nitrógeno absorbido por las raíces, un abundante abonado con potasio puede remediar esta situación (5).

Importancia de la asimilación del nitrógeno.

La entrada en las raíces de un elemento nutritivo no significa asimilación porque dicho elemento puede volver a las raíces y ser expulsado en un cambio iónico con otro equivalente; por lo tanto la absorción y asimilación son términos distintos (10)

La elaboración clorofítica produce glúcidos, en principio que se proteinizan, después por medio del nitrógeno del suelo. Si el abonado nitrogenado es abundante, la mayor parte de los glúcidos se emplea en esta proteínezación quedando poco para los órganos de reserva. Por lo contrario si hay déficit de nitrógeno los glúcidos tienen tendencia a acumularse. En este principio se basa la distinción entre plantas agrícolas proteicas (cereales y leguminosas) y "glúcidas" (remolacha, papa, zanahoria). Una planta proteica, con un abonado nitrogenado abundante, desarrolla primero la parte aérea y después solamente las raíces, con la subsecuente desproporción en el crecimiento de las partes aérea y subterránea.

Además, el nitrógeno favorece la formación de una auxina (ácido indolacético) que estimula la proliferación de las yemas y disminuye el ritmo de formación de las raíces cortas y espesas. Sin embargo es necesario un mínimo de nitrógeno, pues en caso contrario se retra

sa el crecimiento de la planta entera.

El Fósforo y su Importancia.

El fósforo se halla presente en los tejidos de las plantas y en los suelos en cantidades más pequeñas que el nitrógeno y el potasio. Las cantidades de fósforo generalmente son pequeñas en los terrenos y su propiedad de reaccionar con los componentes del suelo, para formar compuestos relativamente insolubles, por lo tanto no utilizables por las plantas, lo hacen importante dentro de la fertilidad del suelo.

El contenido del fósforo varía de suelo a suelo pero es generalmente más alto en suelos jóvenes, vírgenes y lugares donde la lluvia no es excesiva. El fósforo en el suelo puede encontrarse en forma orgánica o inorgánica, dependiendo de la naturaleza de los compuestos donde se halla (12).

Hanway; indica que en general de la cantidad de fósforo total tomada por una planta durante el ciclo de su vida la mayor parte es absorbida en las fases iniciales de su desarrollo (8).

El fósforo se ha reconocido como un constituyente del ácido nucleico, fitina y fosfolípidos. Un inadecuado suministro en las primeras etapas de la vida de las plantas es perjudicial porque retrasa el crecimiento de las partes reproductivas. El fósforo también se ha aso

ciado con la propia madurez de los cultivos principalmente de los cereales y su carencia, es acompañada por una marcada reducción en el crecimiento de la planta, se le considera esencial en la formación de semilla y se le encuentra en grandes cantidades en semillas y frutos (28).

Un suministro adecuado de fósforo ha sido asociado con un incremento del crecimiento de las raíces.

Recientes trabajos realizados en la Universidad de Purdue han mostrado que, cuando se aplican juntos un fosfato soluble y nitrógeno amoniacal, las raíces de las plantas proliferan extensamente y también hay un gran incremento de la absorción de fósforo, lo cual no ocurre si se usa el nitrógeno en forma de nitrato en lugar de forma amoniacal. Aunque este fenómeno no ha sido explicado satisfactoriamente, sin embargo dá margen para que el fósforo incremente el crecimiento radicular (27).

Existen otros efectos de crecimientos cuantitativos en las plantas que son atribuidos a la fertilización fosfórica. La calidad de ciertos frutos, forrajes, hortalizas y cultivos de grano, se dice que se incrementa y también la resistencia a las enfermedades de los mismos, cuando son adecuadamente provistos de este elemento (28).

El fósforo es en efecto, un elemento esencial y participa en los

procesos de transferencia de energía, vitales para la vida y el crecimiento (14, 28).

Fósforo y Fructificación.

El fósforo como el nitrógeno es un factor de crecimiento de los vegetales. Hay que subrayar la solidaridad existente entre la nutrición nitrogenada y fosfatada de la planta (12).

El fósforo favorece el desarrollo del sistema radicular al comienzo del ciclo por eso tiene mucho interés el localizar un poco de P_2O_5 - cerca de la semilla sobre todo en suelos pobres (12, 14).

A la inversa del nitrógeno, el fósforo es un regulador de la madurez ya que favorece a todos los fenómenos relacionados con la fecundación, la fructificación y la madurez de todos los órganos vegetativos. - El ácido fosfórico es fundamentalmente un elemento de calidad mientras que el nitrógeno predomina sobre la cantidad (14).

Cuando existen deficiencias, los síntomas que provoca su escasez son menos característicos que los producidos por la falta de nitrógeno y no son siempre fáciles de apreciar de visu (5). En general las plantas deficientes en fósforo presentan detención en su desarrollo, - sus hojas son de color verde oscuro y con frecuencia se observa la -

formación de pigmentos antociánicos de color rojo o púrpura. Estos síntomas pueden ir acompañados por deformación de frutos, que determinan frecuentemente la caída de aquellos (6).

El ácido fosfórico tiene una principal función en el metabolismo vegetal, pues los procesos anabólicos y catabólicos de los hidratos de carbono no podrán transcurrir normalmente sin la presencia de ácido fosfórico (9, 13).

Formas Asimilables de Fósforo.

Las plantas toman el fósforo principalmente en forma de iones H_2PO_4^- y $\text{HPO}_4^{=}$, pero la fijación en el suelo del ión $\text{PO}_4^{=}$ dificulta el mecanismo de absorción (6, 10, 26, 28).

En los suelos lateríticos, de pH menor de 5.8 pobres en cal y ricos en sesquióxidos de hierro y aluminio, los fosfatos pasan a formar complejos férricos inasimilables para los vegetales. En suelos con pH de 5.8 a 7.8 una parte del anhídrico fosfórico se transforma en complejos férricos y otra es fijada por la arcilla cálcica, aumentando la fijación cuando más alto es el pH. Estas dos formas son las que mantienen la solución del suelo en forma de anhídrico fosfórico, del cual el 80% del total es absorbido en el período activo de la planta.

En los suelos de pH 7.8 a 8.2 los fosfatos solubles son absorbidos por partículas de caliza formándose rápidamente fosfato tricálcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Estos compuestos liberan el ácido fosfórico en presencia de aniones húmicos o ácido carbónico de ahí la importancia de la utilización de estiércol en este tipo de suelos. Por lo contrario las sales solubles, de cloruro de potasio y nitrato de sodio deprimen la solubilidad de los fosfatos porque refuerzan el poder fijador del suelo.

Importancia de la Asimilación Fosfórica.

El abonado fosfatado tiene por objeto elevar la concentración del anhídrido fosfórico de la solución del suelo hasta un miligramo por litro, lo cual depende del poder fijador del terreno del que se trate (10).

La norma actual para decidir sobre el abonado fosfórico consiste, en determinar la cantidad de fertilizante necesario para que la solución del suelo alcance una concentración de anhídrido fosfórico de un miligramo por litro, y a partir de ésta concentración retribuir al terreno anualmente la cantidad de anhídrido fosfórico extraído por la cosecha anterior de tal modo que se mantenga el nivel de un miligramo por litro (10).

La densidad de siembra como factor en la producción.

Conceptos sobre la densidad de siembra.

Meza V. (19), define como densidad de siembra a la cantidad de semilla utilizada para sembrar una hectárea, no importando el método ni maquinaria.

Cuando se tienen altas densidades de siembra se tiene una gran competencia entre las plantas por nutrientes, luz, aereación, humedad, etc., teniéndose que el desarrollo de los hijos es raquítico y muchos de ellos no alcanzan la madurez. Por otra parte cuando la densidad es apropiada, se tiene un mejor desarrollo de la planta y son más los hijos que alcanzan la madurez, habiendo compensación en la producción de grano (10)

En relación con la cantidad de semilla que se debe emplear existe un criterio anticuado de favorecer el ahijamiento, disminuyendo la cantidad de semilla, lo que conduce siembras ralas y ahijamientos tardíos, que reducen grandemente la producción por falta de densidad en el primer caso y por espigas pequeñas en el segundo.

Cuando se confía la densidad de plantas al ahijamiento, la cosecha ofrece una gran cantidad de tallos pequeños, ocultos dentro de las plantas padres, sin desarrollar y cuyas espigas han absorbido principios

nutritivos para la producción de paja, restándolos de la producción de grano (10).

Las plantas que crecen en grupos son individualmente más pequeñas, que las similares que crecen aisladas, esta reducción de tamaño puede deberse a varias causas, entre ellas se puede mencionar: el sombreado mutuo, agotamiento por el suministro de agua o de nutrientes minerales (5, 6).

Estos factores pueden en un momento dado, determinar la cantidad de individuos que podrán desarrollarse normalmente, dependiendo de la riqueza de los mismos. Cabe señalar que, a medida que aumenta el número de individuos por superficie, tiende a aumentar el peso total de plantas. Esto es fundamental para hacer recomendaciones de fertilización en trigo de temporal (9).

Un buen desarrollo de la planta exige cierta armonía entre el sistema aéreo y el subterráneo. De la competencia entre las raíces depende la densidad óptima de siembra, la cual al ser rebasada provoca mayor competencia por luz, que por los demás factores antes mencionados, aunque están ligados estrechamente ya que un fuerte abonado y agua en abundancia producen un crecimiento vegetativo excesivo, lo cual provoca una disminución en cantidad de luz para ca--

da individuo (19)

La luz, bajo determinadas condiciones puede ser un factor limitante ejerciendo con ésto un efecto decisivo sobre el grado y el éxito de la fertilización, un ejemplo lo constituyen los cereales, los cuales con una densidad elevada de siembra, tienden en alto grado al acame. Ya que la deficiencia de luz por ésta consecuencia induce, a un marcado crecimiento longitudinal de las células, en tanto que las paredes celulares permanecen delgadas, lo que reduce la firmeza del tallo, -- aumentando con esto la incidencia del acame observado frecuentemente por la aplicación de elevadas dosis de nitrógeno, se debe al incremento de la formación foliar, de esta manera los tallos reciben poca luz estimulando con ésto un crecimiento en elongación, y como consecuencia la formación de tallos débiles y delgados (14).

Investigación sobre fertilización y densidades de siembra.

Mundial.

En un estudio realizado por Ech y Stewante sobre las necesidades de fertilizante en trigo de temporal efectuado de 1951 a 1952 en 8 lugares del Oeste de Oklahoma, informan haber obtenido aumentos en los rendimientos con aplicaciones de nitrógeno hasta 90 Kg./Ha., -- en siete de los experimentos establecidos (9).

En la porción oriental del estado de Washington, las recomendaciones para nitrógeno varían de 0 a 78 Kg./Ha., dependiendo de la precipitación anual total, la naturaleza de la rotación de los cultivos y las propiedades del suelo, tales como textura y profundidad y son factores determinantes para hacer recomendaciones de fertilizantes para trigo de temporal; (Reidig y Snyder citados por Oche y Soule (20) en 1963, encontraron que mediante la aplicación de fertilizante nitrogenado se pueden tener aumentos en el rendimiento de trigo variables desde 6.6 a 9.4 Ton./Ha.)

La siembra de trigo y avena en siembras tempranas, con densidades de siembra bajas de 50 a 60 Kg./Ha., tienden a producir espigas y paniculas más grandes y de mayor peso que con densidades mayores colaboran a controlar las malezas (29).

De 1917 a 1923; en suelos de Valle en una porción de los Estados Unidos y bajo condiciones de secano probando diferentes densidades de siembra con trigos cristalino y común, se encontró que las recomendaciones sobre la densidad de siembra, son variables según el sitio y la variedad de que se trate y que la disponibilidad de humedad, es importante para determinarla. Así obtuvo que en ciclos de extrema sequía, las densidades de siembra bajas, son mejores que las altas ya que en las pruebas realizadas todas las densidades probadas -

(50, 67, 84, 117, 134 Kg./Ha.), produjeron más o menos los mismos rendimientos, observándose que en las localidades donde las condiciones se presentaron limitantes en cuanto a humedad, en la mayoría de los años de los años de estudio, las siembras con densidades no mayores de 67 Kg./Ha. de semilla fueron las mejores; todavía aún donde las condiciones fueron más extremas para satisfacer la agricultura de secano, los resultados favorecieron marcadamente a las siembras con densidades menores de 67 Kg./Ha. Habiéndose obtenido el rendimiento promedio más alto con densidades de 34 Kg./Ha. (16).

En los Estados Unidos de Norteamérica el promedio de recomendación, sobre la densidad de siembra en 1972 fué de 4 a 8 Pecks/acre (68 a 136 Kg./Ha.) para trigo cristalino de primavera y de invierno respectivamente. Se ha llegado a determinar que la densidad óptima de siembra es independiente del tipo de suelo, humedad, localidad, época de siembra, tratamientos culturales y variedad de que se trate (15, 17).

En general, densidades de 4 a 6 pecks/acre (68 a 102 Kg./Ha.) producen altos rendimientos netos de grano. Aunque hay que mencionar que con densidades bajas de 2 pecks/acre (34 Kg./Ha.) en siembras tempranas y suelos ricos en nitratos con suficiente humedad se logran rendimientos excepcionales de trigo, en la parte Oeste de los

Estados Unidos (15, 17).

En Australia las cantidades de nitrógeno y fósforo que se utilizan para fertilizar al trigo son muy pequeñas, de tal manera que densidades de 4 pecks/acre (68 Kg./Ha.) son suficientes, ahí mismo se ha encontrado que el trigo de otoño produce aumentos en la producción de grano y paja cuando se fertiliza con superfosfato y sulfato de amonio

Las densidades de siembra para la Unión Soviética, en las regiones donde se siembra trigo, varían de 6 a 9 pecks/acre (102-153 Kg./Ha.). En la India se ha observado que mediante la aplicación de fertilizante, se producen incrementos bastante considerables en el cultivo si se aplica en la siembra, cuando se trata de trigo de secano. La recomendación de fertilización varía desde 10 a 50 libras por acre (12-56 Kg./Ha.), en las diferentes provincias de este país donde se siembra trigo bajo estas condiciones. (15)

Nacional.

En trabajos realizados en 4 localidades del estado de Guanajuato en 1974 para determinar la fertilización óptima económica en 4 variedades de trigo se concluyó que, la fertilización es variable para cada variedad, existiendo algunas que responden mejor a la fertilización. También

se concluyó que el contenido de fertilizante nitrogenado del que se disponga en el suelo (23).

En 1971 en Delicias, Chih., algunos investigadores, encontraron que las variedades que se estudiaron respondieron de diferente forma a las densidades a que se sometieron y que la mejor densidad en promedio para las variedades fué de 200 Kg. de semilla por hectárea, la cual produjo un rendimiento medio de 6,567 Kg./Ha., además que la fecha de siembra es un factor que hay que tener muy en cuenta para determinar la cantidad de semilla que hay que usar, en cada una de las fechas determinadas para ésta región. (22)

Los mismos investigadores en Jiménez, Chih., en un suelo arcilloso que recibía aluviones en forma periódica concluyeron como dosis óptima económica de fósforo 158 Kg./Ha. además que, con esta dosis se incrementa el rendimiento del trigo en 2,887 Kg./Ha. Menciona también que para este suelo el factor limitante es el fósforo y no el nitrógeno (21).

En trabajos realizados por el Campo Agrícola Experimental de la Costa de Hermosillo, del INIA, se encontró que el nitrógeno es el factor limitante en la producción de trigo y que la dosis que se deba aplicar de éste elemento depende del cultivo que le haya precedido. Se --

concluyó que para siembras de trigo después de trigo se apliquen - -
 135 Kg./Ha., de nitrógeno y en siembras después de algodón - - -
 156 Kg./Ha. (2)

Para zonas como Sonora y Sinaloa se ha llegado a determinar --
 que lo más necesario es el nitrógeno y en raras ocasiones se aplica el
 fósforo. En éstas regiones se recomienda aplicar de 40 - 140 Kg./Ha.
 de nitrógeno y 40 Kg./Ha. de fósforo (13, 22).

Para el Bajío se recomienda aplicar la dosis 80 - 40 - 00 en sue-
 los negros arcillosos y con la 80-60-00 en suelos rojos de la misma -
 textura. Para la Mesa Central; para trigo de temporal y de riego en el
 verano se recomienda utilizar la dosis 60-40-00 (22).

En 1972 se encontró para el Valle de Yaqui; que mediante dosis -
 crecientes de nitrógeno y fósforo que pueden producir incrementos de -
 un 70% en la producción de grano y que la respuesta a la aplicación de -
 N y P_2O_5 , es variable según la variedad de que se trate (10).

Después de varios años de estudio, algunos investigadores (28,29)
 dicen que la cantidad de fertilizante que se debe aplicar varía según los
 siguientes factores: a) variedad, b) cultivo anterior, c) disponibilidad --
 del agua y d) tipo de suelo.

Trabajos experimentales realizados en Sonora, Méx., han demostrado que cantidades de semilla de 90 a 100 Kd./Ha., son suficientes para obtener un rendimiento aceptable. Pero también se ha verificado en campos de agricultores, que una fertilización inadecuada, - - utilización de semilla con bajo poder de germinación producen escasa-población de plantas y con ésto una reducción considerable en el rendimiento (3).

MATERIALES Y METODOS.

Generalidades de la Región.

El Estado de Oaxaca comprende en su división política a 30 Distritos, 570 Municipios, 663 Agencias Municipales y 1,548 Agencias de Política. Independientemente de esta división el Estado, se encuentra dividido en 7 regiones, en realidad más en forma convencional que geográfica, pero es la más usada en la actualidad.

Dentro de estas regiones que comprende el Estado, se encuentra la Mixteca Oaxaqueña, localizada en la parte noroccidental entre los paralelos $16^{\circ} 45'$ y 18° y entre los meridianos 97° y $98^{\circ} 30'$ de Greenwich (figura 1).

La región mencionada compuesta por 7 Distritos se encuentra dividida a su vez en 2 subregiones Mixteca Alta y Mixteca Baja (figura 2).

En la subregión Mixteca Alta predominan alturas que van desde los 1,500 m. hasta los 3,000 m. de altura sobre el nivel del mar (figura 3). Posee una configuración montañosa donde se pueden localizar algunos valles altos en los distritos de Nochixtlán y Teposcolula (Valle de Tamazulapan) que son los de mayor importancia.

Por su altura la Mixteca Alta es en general una región templada-

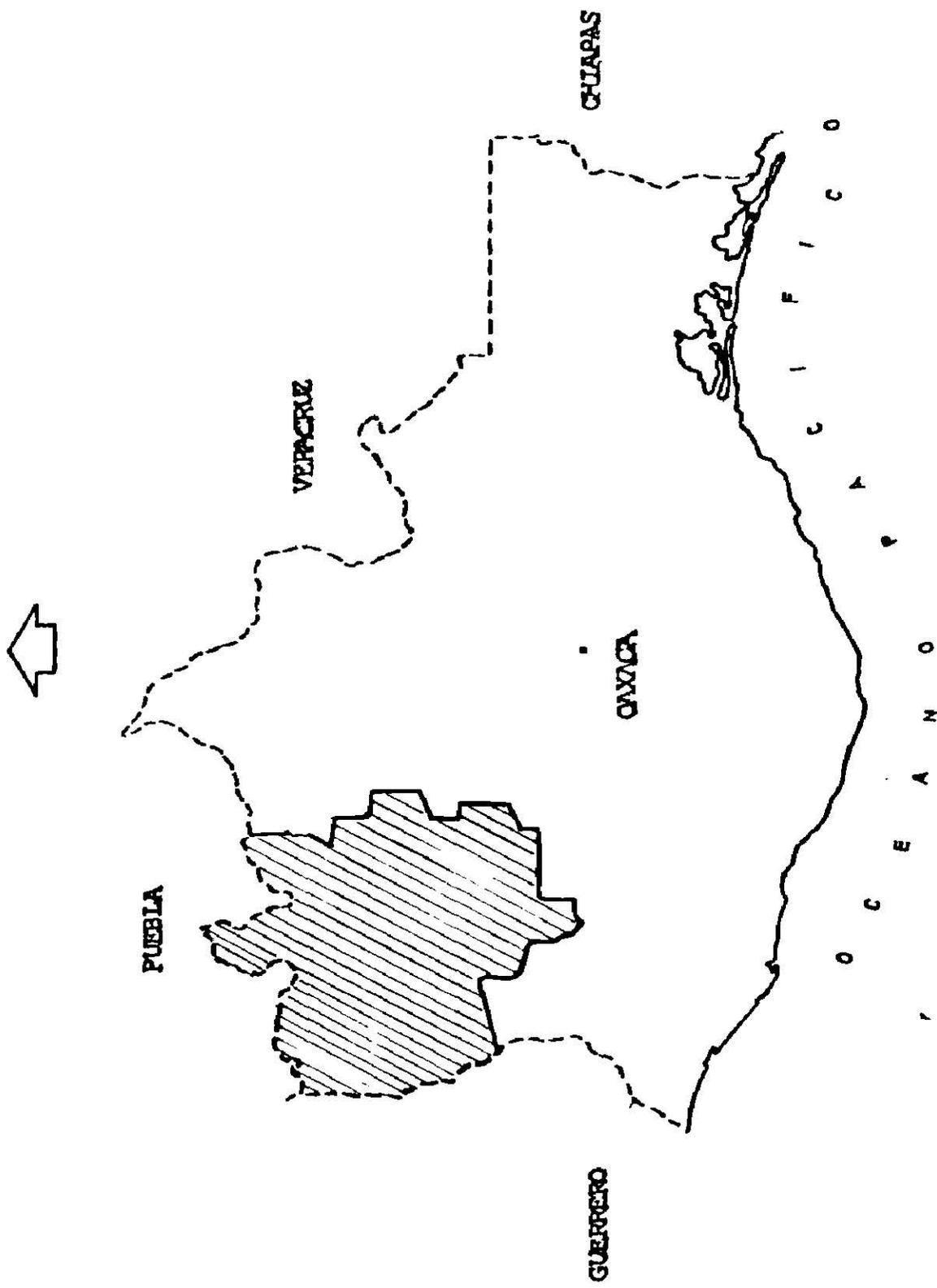


FIGURA 1. LOCALIZACION DE LA REGION MIXTECA EN EL ESTADO DE OAXACA.



FIGURA 3. CONFIGURACION DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA

cuya vegetación es muy variada, pero ha sido clasificada como una zona semidesértica, donde se observan asociaciones de plantas, arbustivas y herbáceas, matorrales espinosos o inermes y cactáceas; aunque en la parte montañosa se encuentran todavía pinos (*Pinus spp.*), enebros (*Juniperus spp.*) y encinos (*Quercus spp.*).

Los suelos son en su mayoría de origen aluvial y pocos coluviales. Según estudios realizados por el Campo Agrícola Experimental de la Mixteca (cuadro 3) se observa que los suelos son muy pobres en sus contenidos de nitrógeno y fósforo; tienen un alto contenido de carbonatos de calcio por lo que su pH es alcalino.

En general la precipitación es menor de 700 mm. por año (figura 4). La agricultura se desarrolla en su mayor superficie con las lluvias del temporal.

Los cultivos de mayor importancia en la subregión son; el maíz, trigo, frijol, alpiste y otros. Existen algunos frutales como el durazno, membrillo y manzano que están sembrados en poca escala y en ciertos casos como plantas de ornato.

Características de los Sitios Experimentales.

Localización.

El presente trabajo se realizó en localidades pertenecientes - -

Cuadro 4 . Propiedades Físicas y Químicas de algunos suelos de la Mixteca Oaxaqueña. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. --- 1974-1977.

	L	O	C	A	L	I	D	A	D	E	S.
C O N C E P T O	SUCHIXTLAHUACA	TEPOSOLULA	TAMAZULAPAN	CAEMOAX	YANHUITLAN	XACANI	YUCUCUY	COIX.	HUAJUAPAM		
Mat. Orgánica	2.270	1.750	1.186	0.925	0.690	0.759	1.340	1.750	2.880		
Nitrógeno Total	0.006	0.070	0.088	0.080	0.049	0.053	0.034	0.087	0.098		
Fósforo p.p.m.	2.6	3.4	15	14.2	4	4	1.6	3	1.6		
Potasio	240	240	325	274	105	95	240	240	240		
Calcio	4.000	4.000	52.500	53.000	25.462	28.616	4.000	4.000	4.000		
Magnesio	75	180	1.170	8.17	200	280	75	75	75		
% CO ₃ Insol.	-----	-----	21.7	24.9	24	24	-----	-----	-----		
P H	8.1	8.0	8.4	8.3	8.8	8.7	8.1	7.5	7.8		
Textura	Mig.Arcilla	Mig.Arcilla	Arcilla	Arcilla	Mig.Arcilla	M.Arc.	M.Arc.	Mig.Arc.	Mig.Limoso		

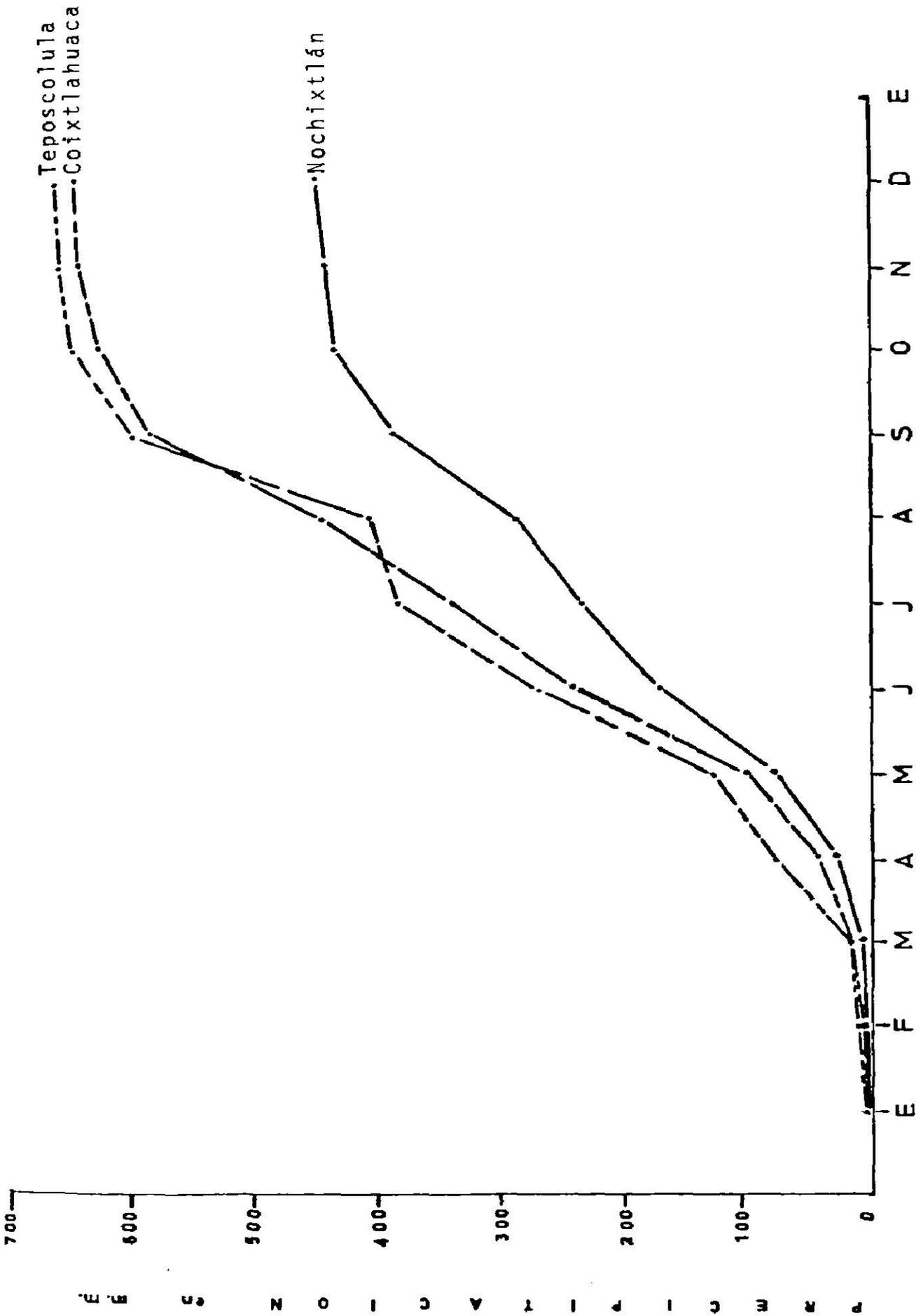


FIGURA 4. LLUVIA ANUAL ACUMULADA, PROMEDIO DE 10 AÑOS EN 3 DISTRITOS DE LA MIXTECA ALTA. CAEMOAX.

a los Distritos de Nochixtlán, Coixtlahuaca y Teposcolula, bajo condiciones de temporal del año 1974 al año 1977. En el cuadro 4 se aprecia la distribución cronológica de los experimentos, diseño de tratamientos y experimental, así como las localidades donde se ubicaron cada uno de los diferentes ensayos.

Precipitación Pluvial.

La precipitación en cada uno de los sitios experimentales se aprecia en la figura 5, donde se observa la variación que existió según el sitio y año de experimentación.

Características de los Suelos.

Por su material de origen los suelos son aluviales. La mayoría son terrenos planos de valle, altiplano y uno de ladera con menos de 5% de pendiente. Por lo que se refiere a propiedades físicas y químicas son de características semejantes, observándose en el cuadro 5, donde se puede apreciar en forma general que son deficientes en elementos mayores principalmente en Nitrógeno y Fósforo, medianamente ricos en Potasio; todos con un alto contenido de Carbonatos de Calcio y pH alcalino. Son de permeabilidad lenta por poseer textura arcillosa o de migajón arcillosa.

Cuadro 4. Relación de Ensayos de Fertilización en Trigo de Temporal y Metodología Utilizada. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1974-1977.

ENSAYO	LOCALIDAD	M ² COSE- CHADOS.	No. TRAT.	K I L O G R A M O S P205	P O R D.SIEMBRA	H A.	D I S E Ñ O
1	TOPILTEPEC	19	16	0-40-80-120	0-30-60-90	100	BLOQUES AL AZAR
2	X A C A Ñ I	19					FACTORIAL 4x4
3	SAN M. YUCUCUY	20	16	0-40-80-120	0-30-60-90	100	BLOQUES AL AZAR
4	X A C A Ñ I	20					FACTORIAL 4 x 4
5	SUCHIXTLAHUACA	20	15	25-50-75-100	20-40-60-80	40-60-80-100	BLOQUES AL AZAR
6	Y U C U I T A	20					MONOCUBO CON ARISTAS PROLONGADAS

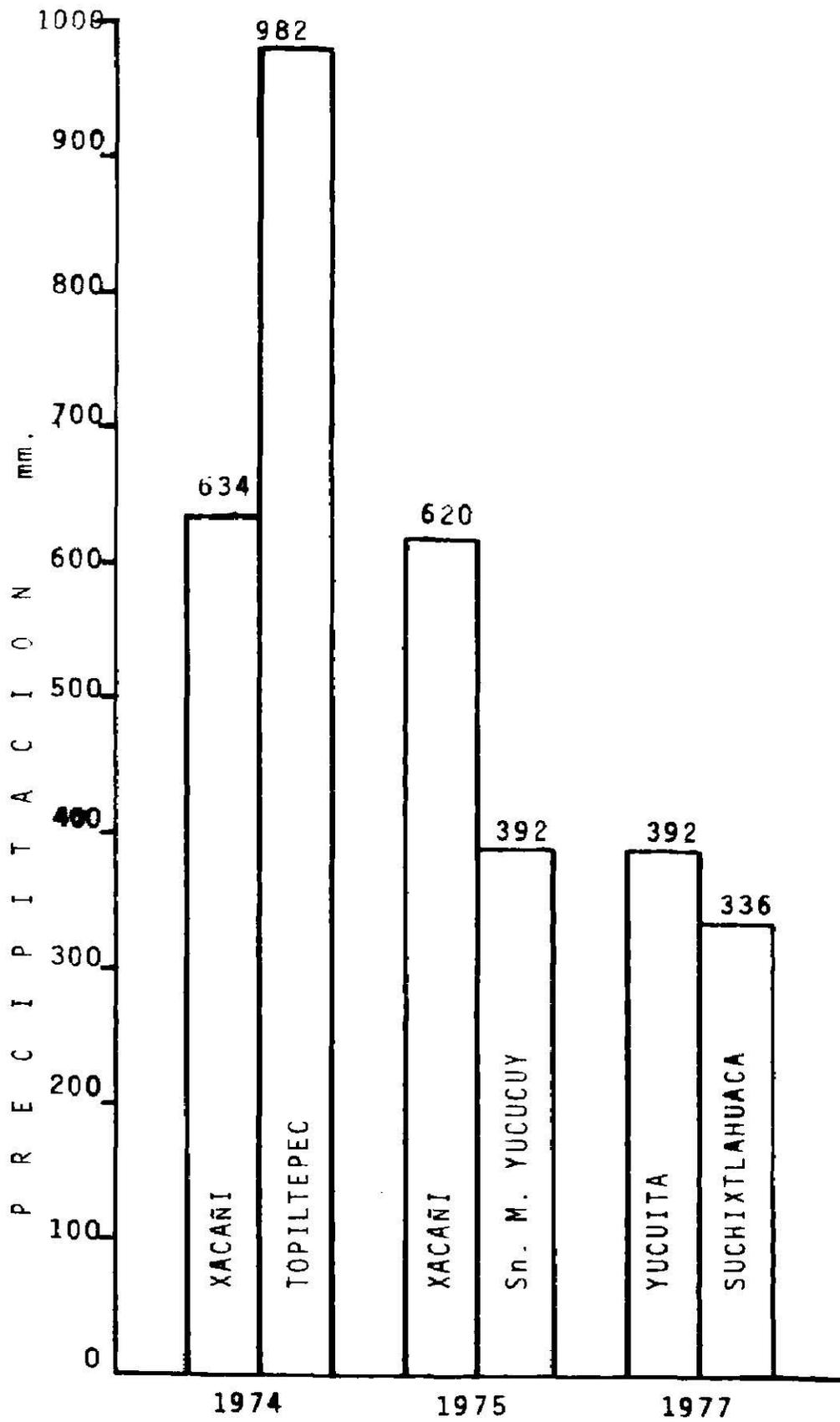


Figura 5. Precipitación ocurrida durante el ciclo del trigo (junio-noviembre) en los sitios experimentales Campo Agrícola Experimental de la Mixteca Oaxaqueña 1974-1977.

Cuadro 5. Propiedades físicas y químicas de los lotes experimentales
 Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1974-1977.

C O N C E P T O	L O C A L I D A D E S			
	XACANI	XACANI	S.M.YUCUCUY	SUCHIXTLAHUACA
Profundidad cm.	0-30	0-30	0-20	0-20
Color Seco	Café Rojizo Claro.	Café Rojizo.	—	—
Color Húmedo	Café Rojizo.	Café Rojizo.	—	—
PH Suelo	8-30	8-75	8-1	7-5
Textura	Mig. Arcilloso.	Mig. Arcilloso.	Mig. Arcilloso.	Migajón Arcilloso.
% Arena	30	31	28.02	32.08
% Limo	30	32	34.72	40.72
% Arcilla	36	37	37.20	27.20
Materia Orgánica	1.794	0.759	1.340	1.750
Nitrógeno Total	0.130	0.053	0.034	0.087
Fósforo p.p.m.	18	4	1.6	3.0
Potasio p.p.m.	2.65	95	240	240
Calcio p.p.m.	17.640	28.616	4.000	4.000
Magnesio p.p.m.	645	280	75	75
% CO ₃ Insolubles	18.375	24	—	—
% Saturación	53	52	33.5	35.5
PH Ext. Saturación	7.95	8.20	—	—
C.E. mmhos/cm.	45	0.35	—	—

Diseño Experimental y de Tratamientos.

Se utilizaron como diseños experimentales el de Bloques al Azar y el de Parcelas divididas en franjas al Azar, según se explica en los croquis que aparecen en el apéndice.

El diseño de tratamientos utilizado así como los niveles en estudio aparecen en los cuadros 6 y 6a.

Los diseños de tratamientos fueron factoriales completos y factoriales parciales (monocubo con aristas prolongadas). Se probaron niveles de nitrógeno y fósforo para los primeros 4 ensayos y en los restantes: nitrógeno, fósforo y densidades de siembra.

La superficie de la parcela total fué de 48 m^2 ($12 \times 4 \text{ m}$), y la parcela útil variable de 19 a 20 m^2 .

Materiales y Manejo Experimental.

Variedades y Fertilizantes.

Se usaron las variedades Tanori, Tobari y Cleopatra VS74. (1974-75-77).

La fertilización se realizó para todos los casos al momento de la siembra, aplicando en forma individual y al voleo tanto el nitrógeno como el fósforo. Como fuentes de nutrientes se usaron sulfato de amon

Cuadro 6. Lista de Tratamientos Ensayos 1-4 Período 1974-1975.

No.	K i l o g r a m o s por H e c t a r e a		
	N	P205	Ds
1.	40	0	100
2.	40	30	100
3.	40	60	100
4.	40	90	100
5.	80	0	100
6.	80	30	100
7.	80	60	100
8.	80	90	100
9.	120	0	100
10.	120	30	100
11.	120	60	100
12.	120	90	100
13.	0	30	100
14.	0	60	100
15.	0	90	100
16.	0	0	100

Cuadro 6a. Lista de Tratamientos Ensayo 6-7 Período 1977-77.

No.	K i l o g r a m o s por H e c t a r e a.		
	N	P205	Ds
1.	50	40	60
2.	50	60	80
3.	50	40	60
4.	50	60	80
5.	75	40	60
6.	75	60	80
7.	75	40	60
8.	75	60	80
9.	25	40	60
10.	100	60	80
11.	50	20	60
12.	75	80	80
13.	50	40	40
14.	75	60	100
15.	0	0	40

nio al 20.5% de nitrógeno y superfosfato triple de calcio al 46% de P_2O_5 .

Preparación del Suelo.

Antes de la siembra los sitios experimentales fueron sometidos a las siguientes prácticas agrícolas:

- a.- Barbecho; que se realizó en forma mecánica a una profundidad de 30 cm. aproximadamente.
- b.- Rastreo; que se dió previo a la siembra para dar una buena cama a la semilla y lograr una germinación mas uniforme y abundante.

Siembra.

Las fechas de siembra fueron variables de un sitio a otro, pero siempre en el mes de junio y con humedad producida por el temporal, al voleo, con una densidad de 100 Kg./Ha., excepto donde se incluyó a la densidad como factor de estudio y por lo mismo se usaron cantidades variables de semilla.

Control de Malezas.

Treinta días después de la siembra se aplicó herbicida postemergente para mantener libre de malezas al cultivo; aunque en ciertos casos fué necesario hacer deshierbes manuales, para mantener limpio el cultivo durante las etapas más críticas del desarrollo.

Datos Fenológicos.

Altura de Planta.

Este dato fué registrado durante el desarrollo del cultivo y hasta la madurez, como se aprecia en los cuadros del apéndice. La altura - fué medida desde el nivel del suelo hasta el final de la espiga, cuando esta fué emitida, cuando la planta carecía de espiga fué registrada de la base hasta la parte terminal del tallo. Solamente se registró el promedio de una muestra de 10 plantas.

Floración.

Se tomó para observar más claramente el efecto que produjo el fertilizante en el desarrollo fisiológico del cultivo. Se tomaba cuando el 50% de la parcela estaba en antesis; hasta tener el número de días - de la siembra a esta fecha.

Plagas.

No se hizo ningún control ya que los experimentos estuvieron libres de daño por insectos.

Amacollo.

Solo se registraron algunas características cualitativas, pues solo se probó una variedad por año de experimentación.

Cosecha.

Se realizó cuando la planta tomó un color amarillo dorado. Las fechas variaron de acuerdo al año y sitio de experimentación; se cosechó solo la parcela útil (19-20 m²), la cual se trilló para obtener el rendimiento de grano.

Rendimiento de Grano.

Se obtuvo mediante la trilla de las espigas obtenidas de cada una de las parcelas útiles. La trilla se realizó invariablemente cuando el grano se podía quebrar con los dientes, mediante el auxilio de una trilladora mecánica estacionaria de motor.

Análisis Realizados.

Análisis Estadístico.

Obtenidos los datos de rendimiento de grano de la parcela útil en kilogramos, se efectuó el análisis estadístico de los mismos, acorde al diseño experimental y de tratamientos. También se calcularon las diferencias mínimas significativas y coeficientes de variación. Para calcular los efectos producidos por cada factor estudiado, se realizó un análisis de regresión para los ensayos 1 - 4, obteniéndose la ecuación correspondiente para cada caso en particular. En los ensayos restantes se calcularon los efectos simples e interacciones por el método

Yates. Los análisis de varianza aparecen en los cuadros 1 a 6 del apéndice.

Análisis Gráfico.

Para tener una idea más clara de los efectos producidos por cada uno de los factores probados, se realizó un análisis gráfico donde se construyó la curva de respuesta correspondiente para cada factor. En el eje de las abscisas se indican los niveles estudiados y en las ordenadas los rendimientos obtenidos.

Análisis Económico.

Se llevó a cabo con el fin de establecer los niveles óptimos económicos para cada uno de los factores que fueron objeto de estudio, a través de una evaluación de los tratamientos probados, siguiendo el método de Perrin et al modificado por Laird (1). Se calcularon las relaciones, costo del insumo y valor del producto cosechado. Se consideró necesario ajustar el rendimiento experimental a un valor similar a los rendimientos comerciales que el agricultor puede obtener en sus cosechas, por lo tanto se utilizó el factor 0.8 para realizar dicho ajuste. Los costos se calcularon primeramente con la información obtenida sobre los valores variables de los factores estudiados tales como;

(1) La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos Rama de Suelos, C.P. Chapingo - México.

precio de venta del producto cosechado; costo de fertilizante, su aplicación y transporte; costo de semilla y de siembra, etc. anotándose en el cuadro 7.

El Beneficio Bruto.- Se calculó considerando el precio medio rural -- de grano vendido en el mercado local. Este precio se ajusta por los -- costos de cosecha tales como trilla, encostalado, acarreo y otros. Fi-- nalmente el precio real obtenido se multiplica por el rendimiento ajustado (80% del rendimiento experimental), obteniéndose así el "Beneficio Bruto".

Beneficio Neto.- Se calcula como la diferencia entre el Beneficio Bruto y los Costos variables de cada tratamiento. Los valores calculados para los Beneficios Bruto y Neto, así como los costos variables para -- cada ensayo se observan en los cuadros del apéndice.

Una vez calculados los costos y beneficios se procedió a seleccio-- nar algunos tratamientos con el más alto beneficio neto mediante un -- Análisis de Dominancia que consiste en arreglar los tratamientos de -- mayor a menor "Beneficio Neto" y escoger los que tengan el menor -- costo variable. Ya ordenados se examinan los costos variables y se eli-- minan aquellos tratamientos con "Costo Variable", mayor que otro de-- Beneficio Neto más alto ya seleccionado. Después de tener los trata--

CUADRO 7. CALCULO DE LAS RELACIONES COSTO DEL INSUMO-
VALOR DEL PRODUCTO.

1. Costo por Kg. de Nitrógeno	\$ 7.54	
a) Ton. S. Amonio \$ 1,396.52/205	6.81	
b) Transporte Ton. S. Amonio \$ 150.00/205	0.73	
c) Costo Aplic. por Kg.	4.00	
Valor real por Kg. de Nitrógeno		<u>\$ 11.54</u>
2. Costo por Kg. de Fósforo	6.22	
a) Ton. S. Triple \$ 2,712.12/460	5.89	
b) Transporte Ton. S. Triple \$150.00/460	0.32	
c) Costo Kg. de fósforo	6.22	
d) Costo Apl. Kg.	4.00	
Valor real por Kg. de Fósforo		<u>10.22</u>
3. Costo 1 Kg. Semilla (90% germ.)	5.00	
a) Costo de semilla adicional para complemento 100% germinación.	0.50	
Valor real de semilla (100% germ.)		<u>5.50</u>
4. Costo de aplicación por Kg. de Fert.	8.00	
a) Costo peón \$ 40.00 x 2	80.00	
5. Costo de Kg. de Trigo (Mercado Local)	2.90	
a) Cosecha y Trilla/Kg.	0.30	
b) Transporte/Kg.	0.15	
c) Limpia y Encostalado/Kg. (4 peónes)	0.16	
Valor real de un Kg. de Trigo (mercado Local).		<u>2.39</u>

mientos seleccionados se procedió a realizar un Análisis Marginal, de los posibles tratamientos óptimos.

Para cada caso se determinó un "Incremento Marginal" en los costos variables y beneficios netos, calculándose mediante la diferencia entre el costo o beneficio del tratamiento inferior en la lista de tratamientos seleccionados.

Finalmente se determinó la Taza Marginal de retorno al Capital dado por el incremento marginal del Beneficio Neto dividido entre el Incremento Marginal, en el Costo Variable, expresado en por ciento.

RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Rendimiento de Grano.

Los rendimientos promedio de grano obtenidos de los ensayos 1 a 4 ciclos 1974-1975, se presentan en los cuadros 8 y 9. Y para los ensayos 5 y 6 donde se prueba, además de nitrógeno y fósforo, niveles de densidad de siembra; los resultados se presentan en el cuadro 10.

En los resultados de los cuadros 8 y 9 se observa que en el sitio de Xacañí, los rendimientos medios obtenidos en 1974 fueron más bajos que en 1975.

Los rendimientos promedios más altos por localidad, se obtuvieron en Topiltepec (1974) y San Mateo Yucucuy (1975) respectivamente y los más bajos se registraron en Xacañí (1974 y 1975).

Para el ciclo 1977, los rendimientos correspondientes al cuadro 10 fueron comparativamente menores a los de 1974 y 1975, con niveles semejantes de fertilización y densidad de siembra, esto indica un efecto bastante fuerte de la precipitación sobre el rendimiento que disminuye cuando el régimen promedio normal de lluvia se reduce considerablemente.

CUADRO 8. RENDIMIENTO EN KG./HA. DE GRANO DE TRIGO TEMPORAL, SAN P, TOPILTEPEC-XACAÑI CICLO 1974. CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA.

No. Prog.	Tratamiento N-P ₂ O ₅ - Ds (2)	Topiltepec	Xacañi	Promedio
1	0 - 0 - 100	1001	697	849
2	0 - 30 - 100	1280	690	985
3	0 - 60 - 100	1371	726	1048
4	0 - 90 - 100	1603	690	1146
5	40 - 0 - 100	1454	855	1154
6	40 - 30 - 100	2026	911	1468
7	40 - 60 - 100	1926	930	1428
8	40 - 90 - 100	2152	1168	1660
9	80 - 0 - 100	1443	1186	1314
10	80 - 30 - 100	1694	1534	1614
11	80 - 60 - 100	2173	1269	1721
12	80 - 90 - 100	2406	1509	1957
13	120 - 0 - 100	1199	1280	1239
14	120 - 30 - 100	1521	1511	1516
15	120 - 60 - 100	2208	1534	1871
16	120 - 90 - 100	2354	1753	2053
	DMS 5%	279	122	
	CV	7.47%	10.05%	

(2) Densidad de siembra en Kg./Ha., de semilla.

CUADRO 9. RENDIMIENTO EN KG./HA. DE GRANO DE TRIGO TEMPORAL, SAN MATEO, YUCUCUY-XACAÑI CILO 1975. CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA MIXTECA - OAXAQUEÑA.

No. Prog.	N - P ₂ O ₅ - Ds	Yucucuy	Xacañi	Promedio
1	0 - 0 - 100	982	871	926
2	0 - 30 - 100	1425	1173	1299
3	0 - 60 - 100	1407	930	1168
4	0 - 90 - 100	1727	827	1277
5	40 - 0 - 100	1168	1433	1300
6	40 - 30 - 100	1703	1688	1695
7	40 - 60 - 100	1832	1808	1820
8	40 - 90 - 100	1823	1708	1765
9	80 - 0 - 100	1363	1820	1591
10	80 - 30 - 100	1857	2037	1952
11	80 - 60 - 100	2147	2312	2229
12	80 - 90 - 100	2400	2330	2365
13	120 - 0 - 100	1167	1613	1390
14	120 - 30 - 100	1780	2135	1957
15	120 - 60 - 100	2240	2415	2327
16	120 - 90 - 100	2487	2426	2456
	DMS 5%	232	3	
	CV %	6.31%	4.19 %	

CUADRO 10. RENDIMIENTO GRANO DE TRIGO TEMPORAL EN - -
 KG./HA. YUCUITA SUCHIXTLAHUACA. CICLO "B" -
 1977 - 77. CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA
 MIXTECA OAXAQUEÑA.

No. Prog.	N - P ₂ O ₅ - $\frac{Ds}{Kg./Ha.}$	Yucuita	Suchixtlahuaca	Promedio
1	50 - 40 - 60	914	851	882
2	50 - 40 - 80	1281	755	1018
3	50 - 60 - 60	1228	787	1007
4	50 - 60 - 80	1223	1300	1261
5	75 - 40 - 60	1300	820	1060
6	75 - 40 - 80	1492	1050	1271
7	75 - 60 - 60	1303	1099	1201
8	75 - 60 - 80	1334	1140	1237
9	25 - 40 - 60	1120	735	927
10	100 - 60 - 80	1423	1314	1368
11	50 - 20 - 60	1267	800	1033
12	75 - 80 - 80	1191	1121	1156
13	50 - 40 - 80	1048	676	862
14	75 - 60 - 100	1372	1348	1360
15	0 - 0 - 40	983	297	640
DMS 5%		84	304	
CV.		4.9%	22.53%	

Análisis Estadístico.

Se presentan en los cuadros 1 a 6 del apéndice. Se analizaron los rendimientos de paja y grano, pero solo aparecen los resultados de los análisis correspondiente al rendimiento de grano.

Ciclo 1974 ensayos 1 y 2.

El experimento 1 de Topiltepec, mostró diferencias altamente significativas, asociadas con el fósforo y significativas a nitrógeno. El análisis de regresión mostró significancia de las componentes lineal y cuadrática del nitrógeno y de la interacción, nitrógeno por fósforo. La ecuación de regresión obtenida fué como sigue:

$$Y = 1052 - 13.67N - 0.107 N^2 + 0.0678NP;$$

datos en Kg./Ha. los rendimientos de grano, y las dosis de los nutrientes aplicados al suelo. Se sustituyeron en la ecuación las literales dándole valores variables al nitrógeno y se procedió a graficar para cada nivel de fósforo estudiado, como se muestra en la figura 6. En la misma figura se aprecia que existe para cada curva un Optimo Fisiológico (OF) diferente y que el nivel de nitrógeno correspondiente, aumenta con la dosis de fósforo aplicada. Así tenemos que, para el nivel cero de P_2O_5 , el OF de nitrógeno es de 63 y el rendimiento correspondiente de 1488 Kg./Ha.

Con el nivel de 90 Kg./Ha. de P_2O_5 , el OF de nitrógeno es de 85 Kg./Ha. y el rendimiento correspondiente de 1959 Kg./Ha.

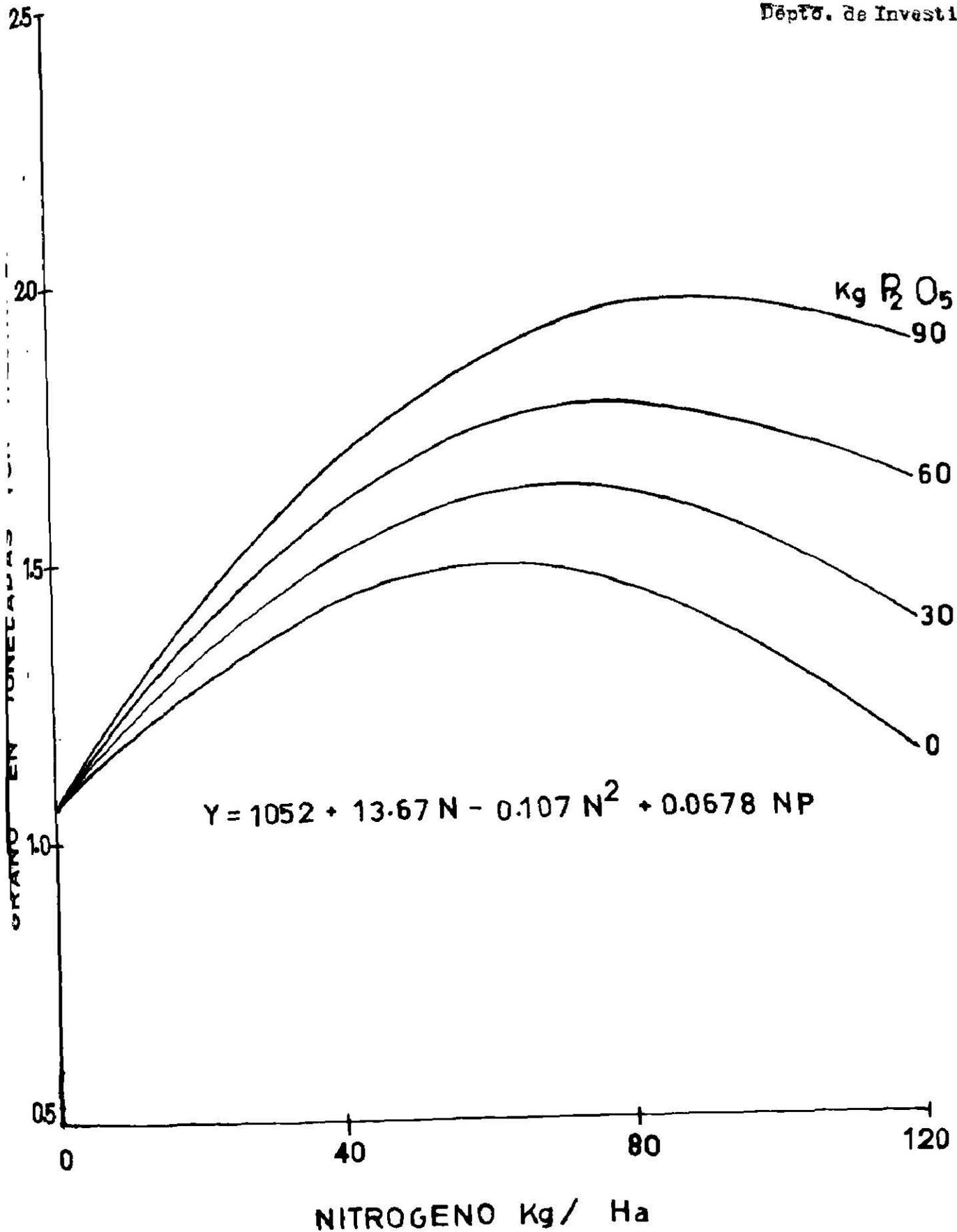


FIGURA 6 RESPUESTA A NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO
SN. PEDRO TOPILTEPEC CAEMOAX 1974

Para el ensayo 2 ubicado en Xacañf, el análisis de varianza mostró respuesta altamente significativa al nitrógeno y significativa al fósforo. El análisis de regresión del rendimiento, sobre las dosis de nutrientes, mostró significancia de las componentes lineal y cuadrática de nitrógeno y de la interacción nitrógeno por fósforo, resultando la siguiente ecuación de regresión:

$Y = 656,6 + 7,9N - 0,0187N^2 + 0,033 NP$; en las mismas unidades -- que la anterior. En la figura 7 se presenta la gráfica correspondiente, donde se observa que el OF se desplaza hacia la derecha cuando se aumentan las dosis de P_2O_5 y se localiza, más allá de los niveles máximos de nitrógeno y de fósforo probados.

Ciclo 1975, ensayos 3 y 4.

El análisis de varianza del experimento 3 establecido en San Mateo Yucucuy, mostró respuesta altamente significativa al nitrógeno.

El análisis de regresión mostró efecto significativo de las componentes lineal y cuadrática de nitrógeno y fósforo y de la interacción nitrógeno por fósforo, siendo la ecuación de regresión como sigue:

$Y = 1008 + 10,63N + 9,222P - 0,05016N^2 - 0,07556P^2 + 0,06588NP$.

La representación gráfica se muestra en la figura 8, donde se aprecia que el OF respecto al nitrógeno aplicado se desplaza hacia va

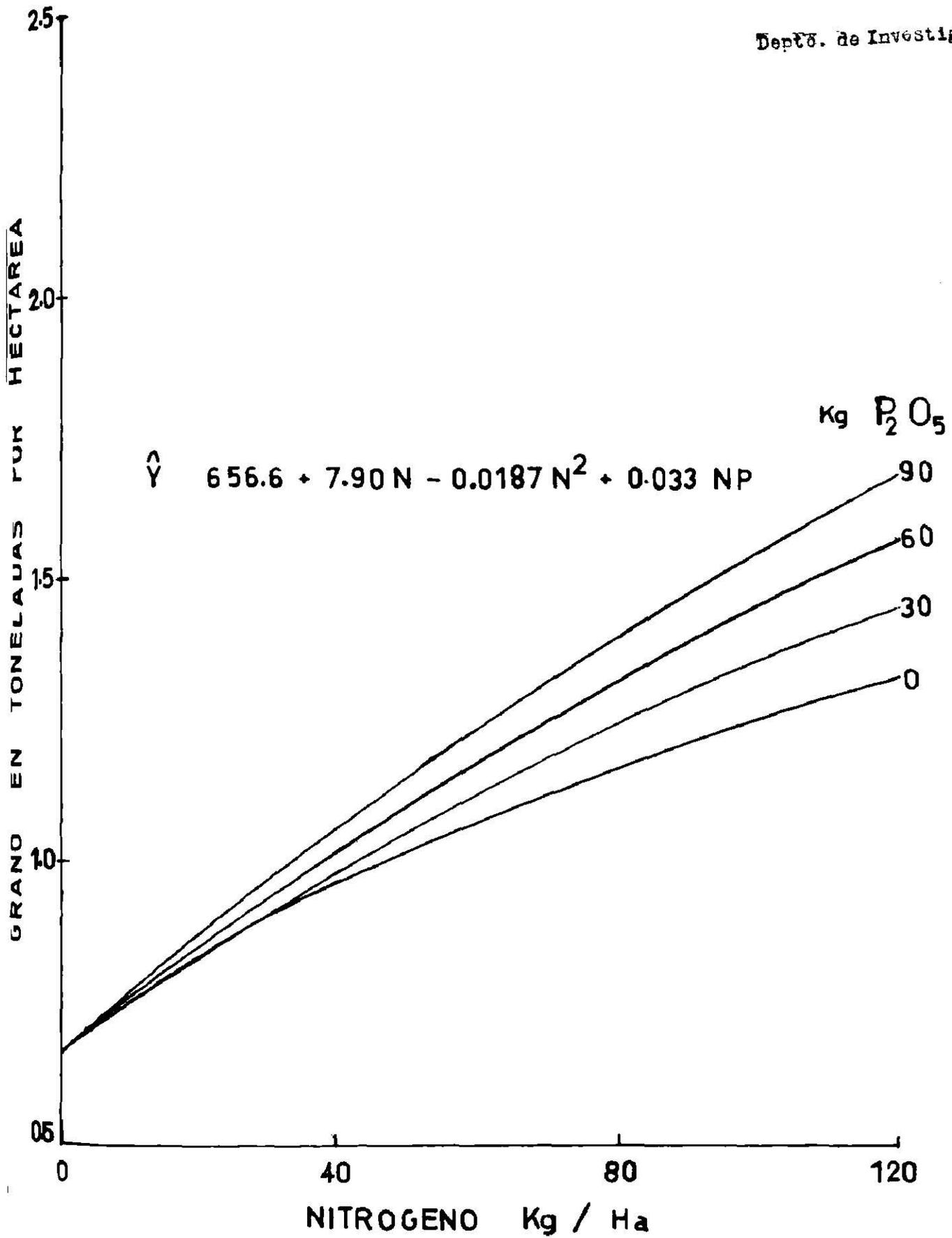


FIGURA 7. RESPUESTA A NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO XACAÑI CAEMOAX 1974

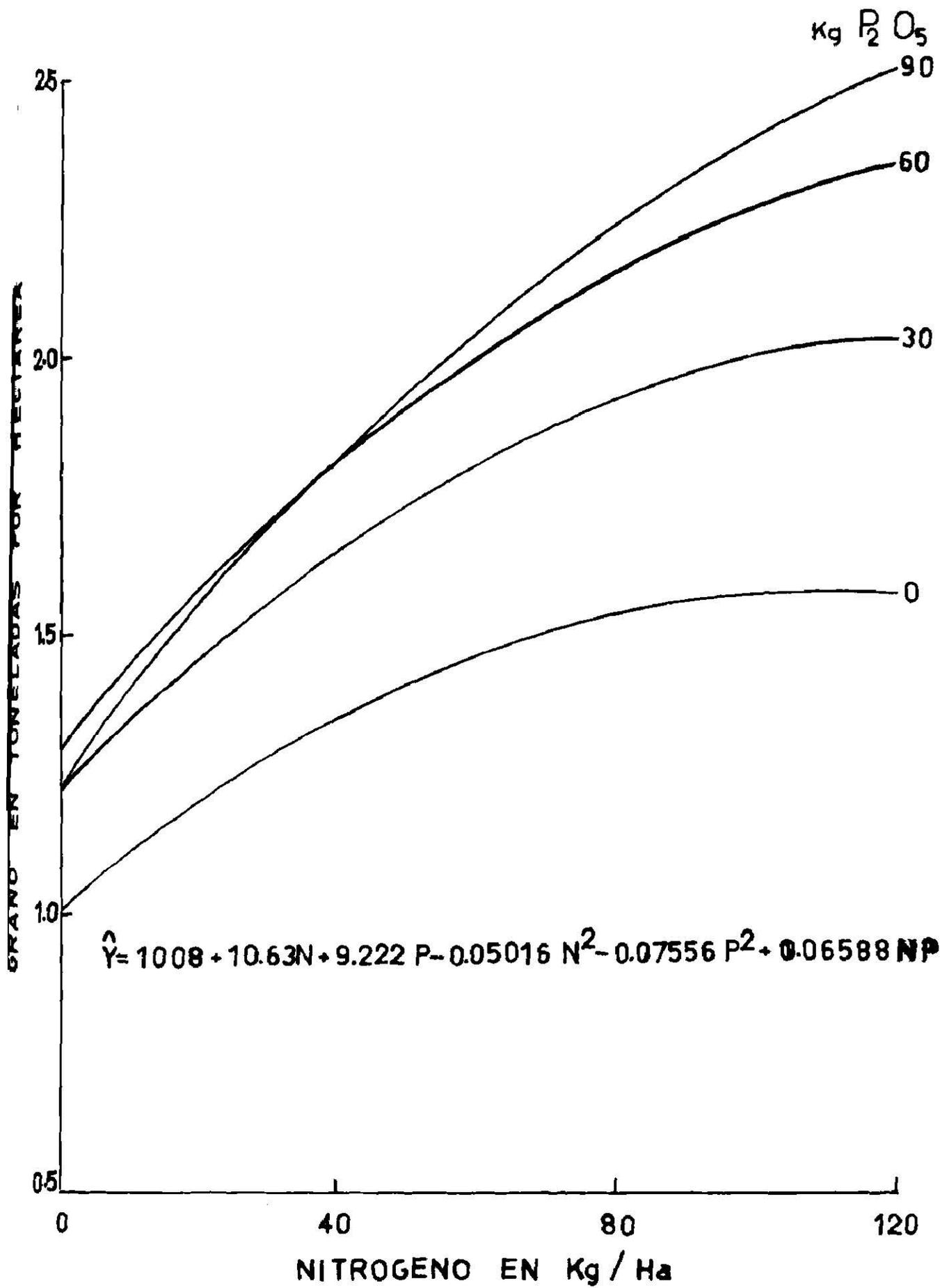


FIGURA 8. RESPUESTA A NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO
 SN. MATEO YUCUCUY CAEMOAX 1975

lores más altos al incrementarse el nivel de fósforo.

En Xacañí, el análisis de varianza muestra respuesta altamente significativa a nitrógeno y fósforo. El análisis de regresión dió significancia de las componentes lineal y cuadrática de nitrógeno y fósforo y a la interacción nitrógeno por fósforo. La ecuación de regresión obtenida es:

$$Y = 886 + 19.22N + 8.361P - 0.1073N^2 - 0.1021P^2 + 0.08447NP$$

La curva de respuesta se muestra en la figura 9, donde se puede observar que el OF se desplaza hacia la derecha al aumentar las dosis de P_2O_5 ; como en los casos anteriores. Así tenemos que para el nivel cero de fósforo el OF de nitrógeno es de 80 Kg./Ha. y el rendimiento correspondiente de 1737 Kg./Ha. de grano. Para el nivel máximo de fósforo el OF de nitrógeno es de 120 Kg./Ha. y el rendimiento correspondiente de 2485 Kg./Ha. de grano.

Ciclo 1977, ensayos 5 y 6.

El análisis de varianza realizado en el experimento de Suchixtlahuaca, mostró respuesta altamente significativa a los tratamientos probados y se muestra en el cuadro 5 del apéndice. El análisis de significancias de los efectos del monocubo formado con las dosis intermedias de N, P y D utilizando el método de Yates, se muestra en el cua-

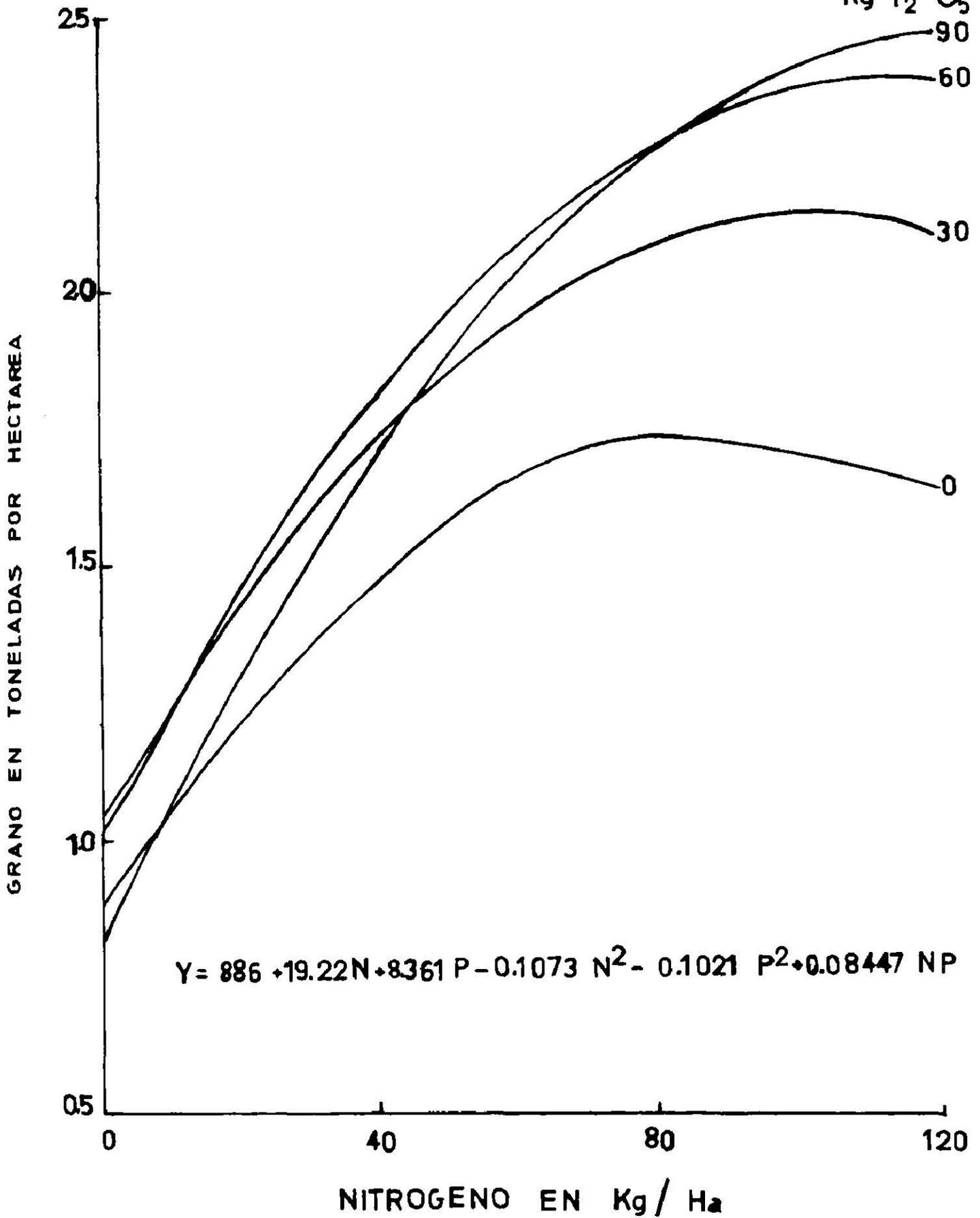


FIGURA 9. RESPUESTA A NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO
XACAÑI CAEMOAX 1975

dro 5a del apéndice, donde se puede observar que solo hubo efecto significativo a la interacción de los tres factores estudiados; N, P, D.

El análisis de varianza para el experimento ubicado en Yucuita, -- dió diferencias altamente significativas a los tratamientos probados y -- se muestra en el cuadro 6 del apéndice. El análisis de efectos en el -- monocubo de niveles intermedios NPD, evidenció efectos significativos a: nitrógeno, densidades e interacciones nitrógeno por fósforo y fósforo por densidades y aparece en el cuadro 6a del apéndice.

Análisis Gráfico.

Los resultados de los ensayos 5 y 6 cuyos tratamientos corresponden a la matriz experimental Plan Puebla I (monocubo con aristas prolongadas); se analizaron en forma gráfica y se muestran en las figuras 10 (a, b, c) y 11 (a, b, c).

En la figura 10 a, b y c, se observa que el OF se localiza en la dosis 50-60-80, no obstante que los efectos aislados de N, P y D no son significativos, pero si la interacción NPD.

Las gráficas 11 a, b y c, de acuerdo con los efectos observados positivos de N^+ y D^+ y la resultante de las interacciones NP y PD, muestran como OF la dosis 75-40-80.

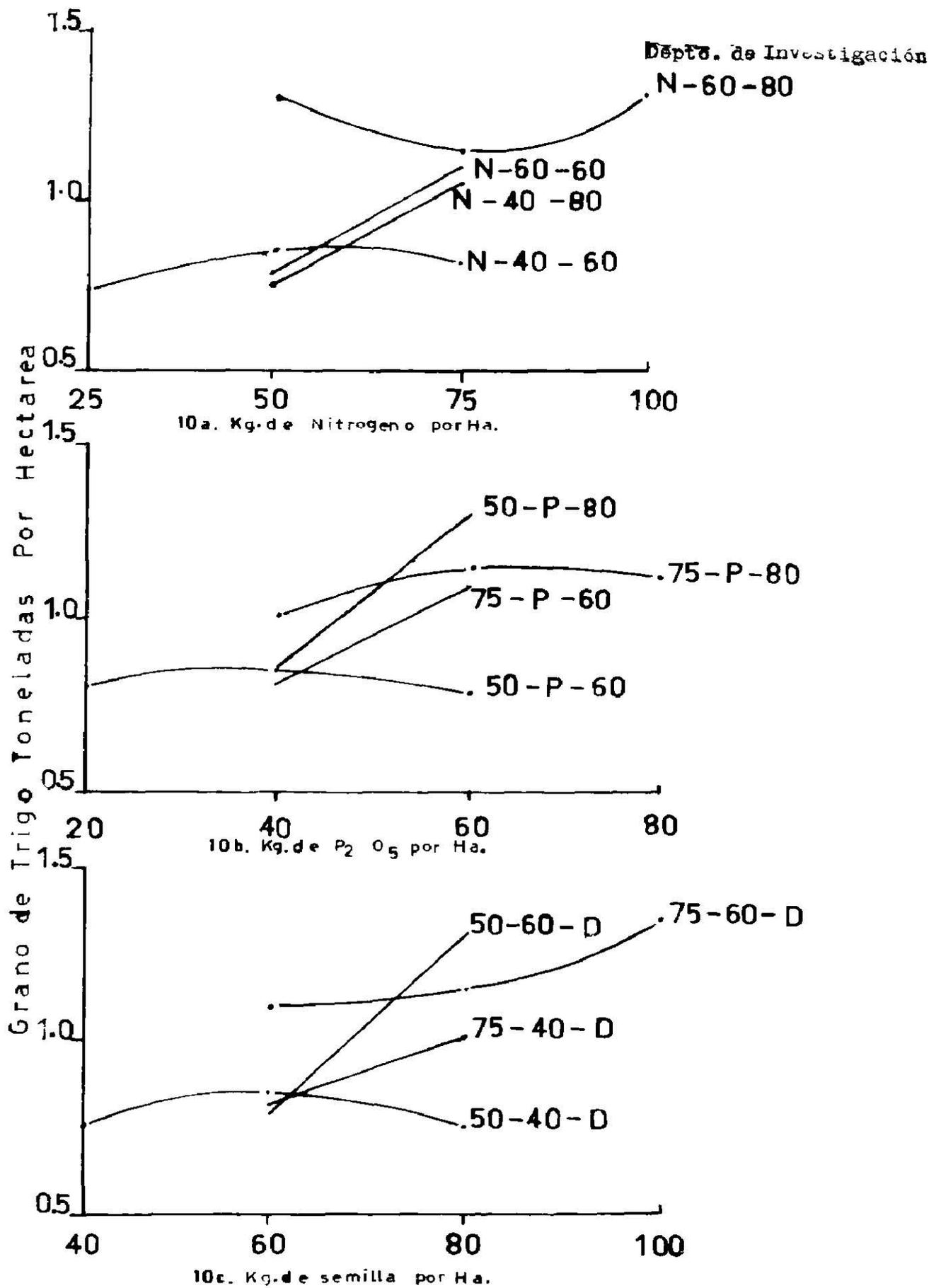


FIGURA 10. Respuesta a Niveles de Nitrogeno, Fosforo y Densidades de siembra. Suchixtlahuaca Coix. CAEMOAX. 1977

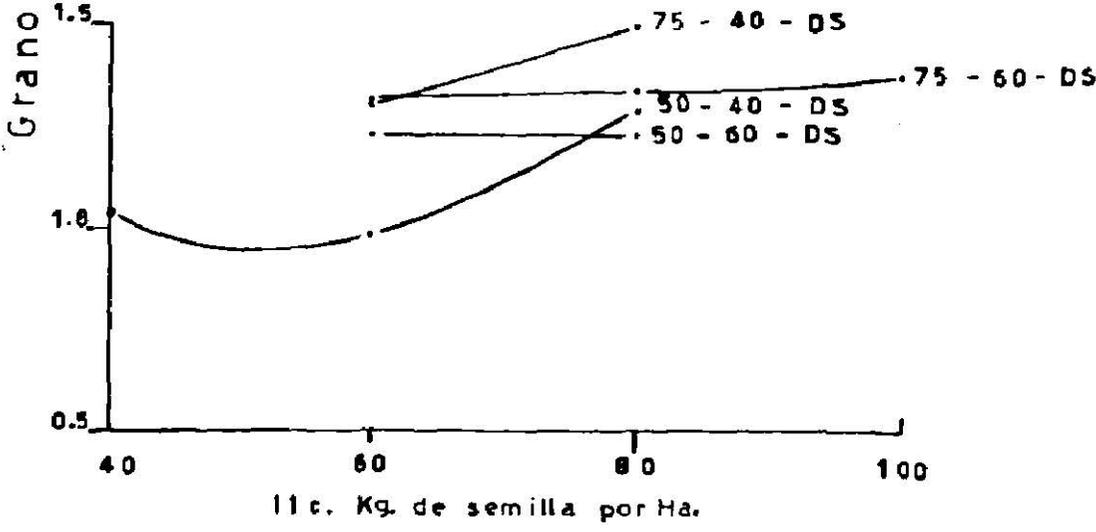
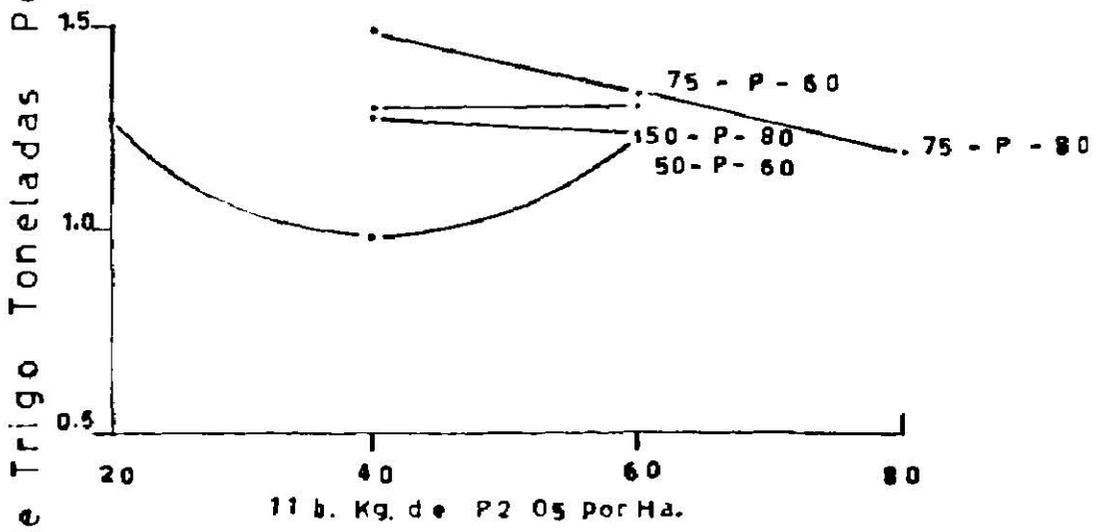
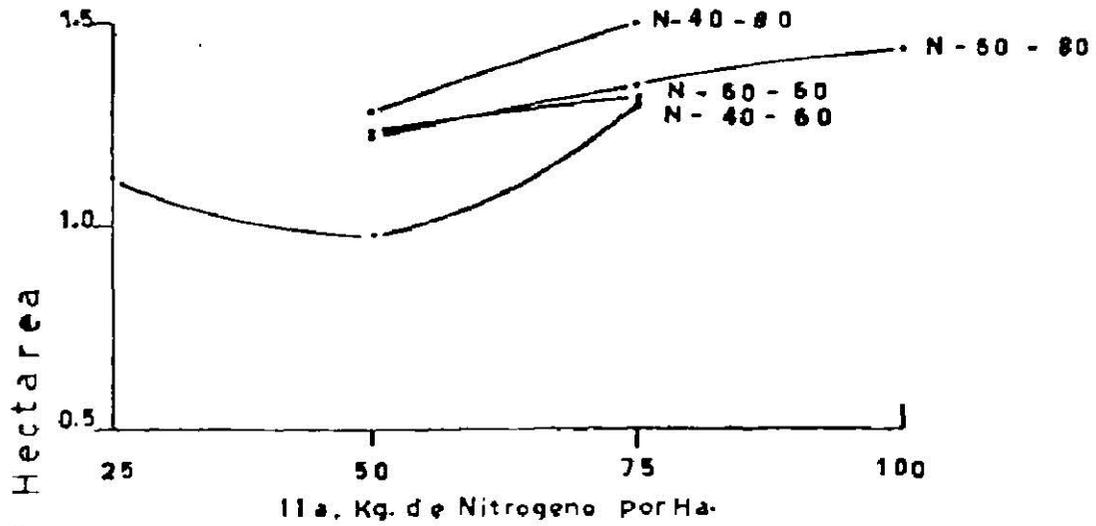


FIGURA 11. Respuesta a Niveles de Nitrogeno, Fosforo y Densidades de Siembra. Yucuiltá Nochixtilán CAEMOAX. 1977

Análisis Económico.

Se realizó invariablemente para cada ensayo y como se indica en el capítulo de Materiales y Métodos.

En los ensayos 1 a 4 se aplicó el método gráfico a las figuras 6 a 9 usando los valores calculados costo del insumo al valor del producto y tasas retorno al capital "TRC", 0 y 50% del cuadro 11. En las figuras 7 a 10 del apéndice se aprecian las Dosis Optimas Económicas (DOE) de nitrógeno para su correspondiente de fósforo, que combinadas dieron los tratamientos del cuadro 12.

Cuadro 11 Relaciones Costo del insumo/valor del producto, para tasas de retorno al capital de 0 y 50%.

CONCEPTO	VALORES AL 0%	
Costo Nitrógeno (Cn)	\$ 11.54 x 1.00/2.39	\$ 4.83
Costo P ₂ O ₅ (Cp)	10.22 x 1.00/2.39	4.28
Costo Kg. Semilla (Cd)	5.50 x 1.00/2.39	2.30
	VALORES AL 50%	
Costo Nitrógeno (Cn)	\$ 11.54 x 1.50/2.39	\$ 7.24
Costo P ₂ O ₅ (Cp)	10.22 x 1.50/2.39	6.41
Costo Kg. Semilla (Cd)	5.50 x 1.50/2.39	3.45
Valor de venta del trigo (C y)	\$ 2.39	

CUADRO 12. TRATAMIENTOS CALCULADOS GRAFICAMENTE DE LOS ENSAYOS 1 A 4 CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA, 1974 - 1975.

No.	Kg./Ha. de N - P ₂ O ₅ - D , Siembra				TRC
	1. Topiltepec	2. Xacañí	3. Sn.M. Yucucuy	4. Xacañí	
(1)	43 - 0 - 100	77 - 0 - 100	55 - 0 - 100	68 - 0 - 100	0%
(2)	52 - 30 - 100	104 - 30 - 100	78 - 30 - 100	82 - 30 - 100	0%
(3)	60 - 60 - 100	120 - 60 - 100	95 - 60 - 100	92 - 60 - 100	0%
(4)	69 - 90 - 100	120 - 90 - 100	114 - 90 - 100	104 - 90 - 100	0%
(5)	32 - 0 - 100	35 - 0 - 100	33 - 0 - 100	58 - 0 - 100	50%
(6)	40 - 30 - 100	44 - 30 - 100	56 - 30 - 100	70 - 30 - 100	50%
(7)	49 - 60 - 100	76 - 60 - 100	69 - 60 - 100	84 - 60 - 100	50%
(8)	58 - 90 - 100	93 - 90 - 100	95 - 90 - 100	100 - 90 - 100	50%

Con los tratamientos que aparecen en el cuadro 12 y los que se aplicaron en cada experimento (de factorial completo) se realizó el análisis de dominancia que nos dió los tratamientos seleccionados, para realizar el análisis de marginal (cuadros 7 a 11 del Apéndice).

En los mismos cuadros se aprecia que los tratamientos produjeron beneficios netos diferentes y siempre positivos y que las TRC del análisis marginal variaron desde 5 hasta 1165%. Los análisis de dominancia y marginal para los ensayos de Plan Puebla I, aparecen en los cuadros 12 y 13 del Apéndice.

Los análisis marginales de todos los ensayos nos dieron los TOE

que de acuerdo a la TRC propuestas se dan en el cuadro 13. Estos TOE se utilizaron para seleccionar las curvas correspondientes y obtener gráficamente los TOE definitivos.

CUADRO 13. TOE SELECCIONADOS DE LOS ENSAYOS 1 A 6 CON FACTORIAL 4 x 4 Y PLAN PUEBLA I. CAMPO AGRICO LA EXPERIMENTAL DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA. 1974 - 1977.

No. Ensayo	Localidad	0% TRC			50% TRC		
		N	P ₂	O ₅ - D	N	P ₂	O ₅ - D
1	Topiltepec	0	30	100	0	30	100
2	Xacañf	77	0	100	80	30	100
3	Yucucuy	80	60	100	40	30	100
4	Xacañf	40	0	100	84	60	100
5	Suchixtlahuaca	50	40	80	50	40	80
6	Yucuita	0	0	40	0	0	40

En las figuras 12 a 16, se observan los niveles óptimos obtenidos para cada factor estudiado y en cada experimento, tomando los niveles de cada tratamiento del cuadro 13. Se usó para tal caso las tasas de retorno al capital mencionadas (0 y 50%) y con el auxilio de la relación "costo del insumo a valor del producto" (cuadro 12). Los niveles combinados de N, P₂ O₅ y densidad, nos dieron los tratamientos Optimos Económicos finales que resultan para cada localidad (cuadro 14).

CUADRO 14. TOE. RECOMENDADOS PARA LAS LOCALIDADES ESTUDIADAS. CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA - - MIXTECA OAXAQUEÑA, 1974 - 1977.

Localidad	Kg./Ha.			T a s a ret.cap.	Kg./Ha.			T a s a ret.cap.
	N	P ₂ O ₅	D _s		N	P ₂ O ₅	D _s	
Topiltepec	56	0	100	0 %	47	0	100	50 %
Xacañí (3)	82	25	100	0 %	69	18	100	50 %
San M. Yucucuy	87	43	100	0 %	47	21	100	50 %
Suchixtlahuaca	50	40	80	0 %	50	40	80	50 %
Yucuita	0	0	40	0 %	0	0	40	50 %

(3) Se promedió para los 2 años.

D_s = Densidad de siembra.

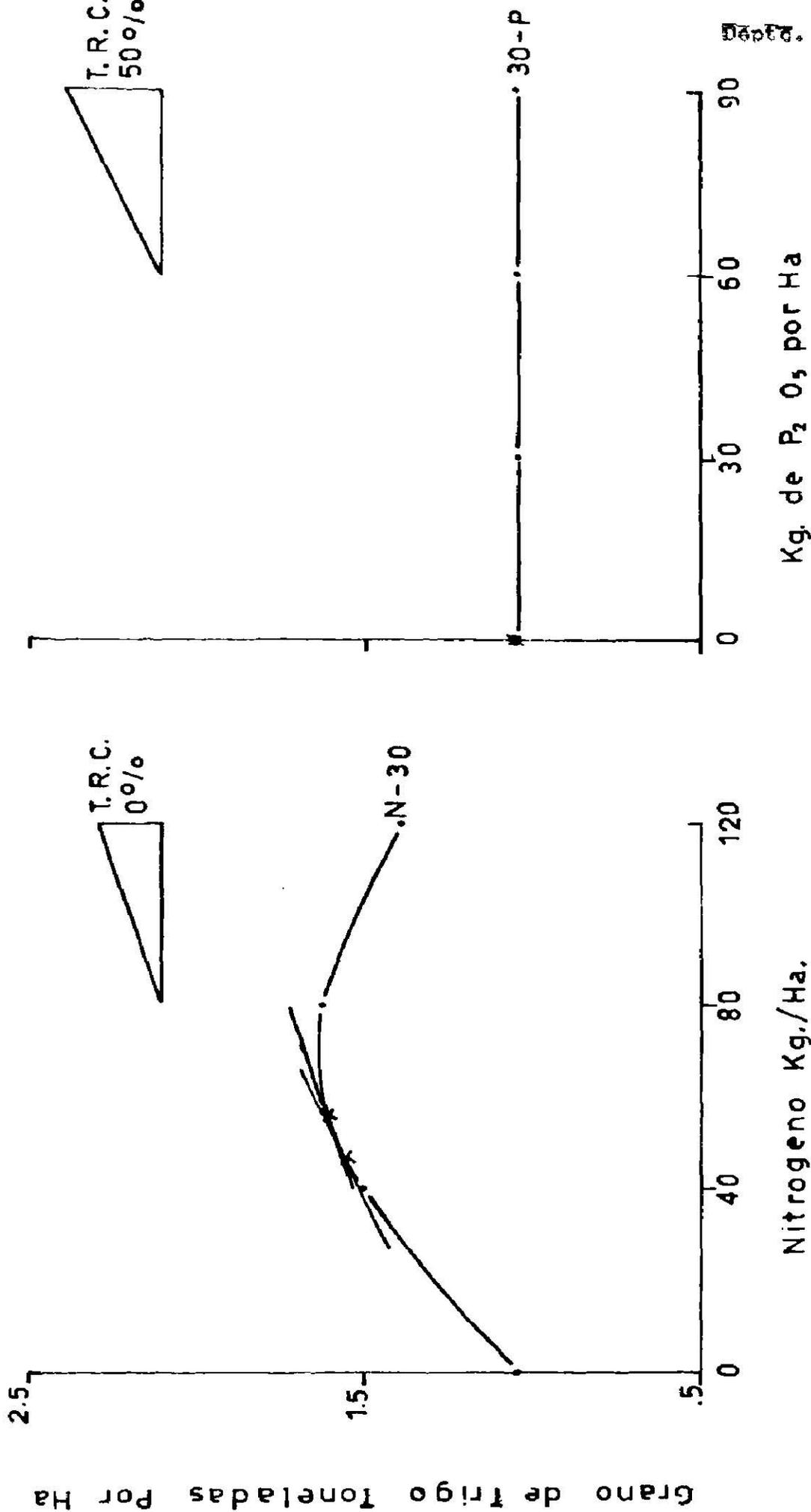
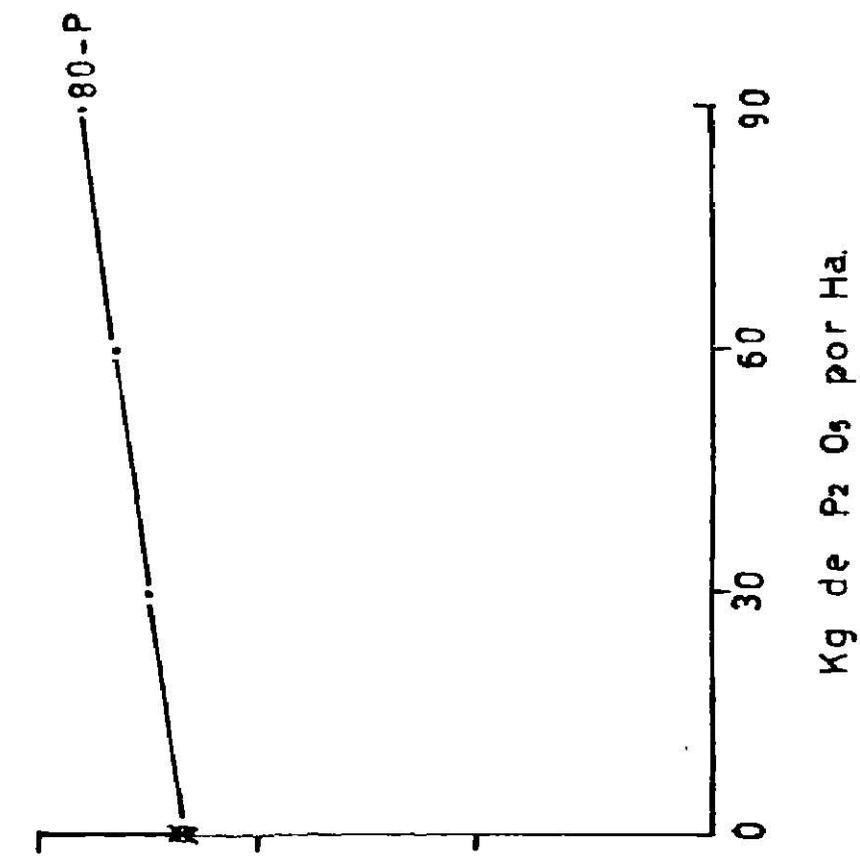


Figura 12. Niveles Optimos Economicos Finales, de curvas seleccionadas con el analisis marginal, usando tasas de retorno al capi-- tal de 0 y 50%; Topiltepec 1974.

T.R.C.
50%



T.R.C.
0%

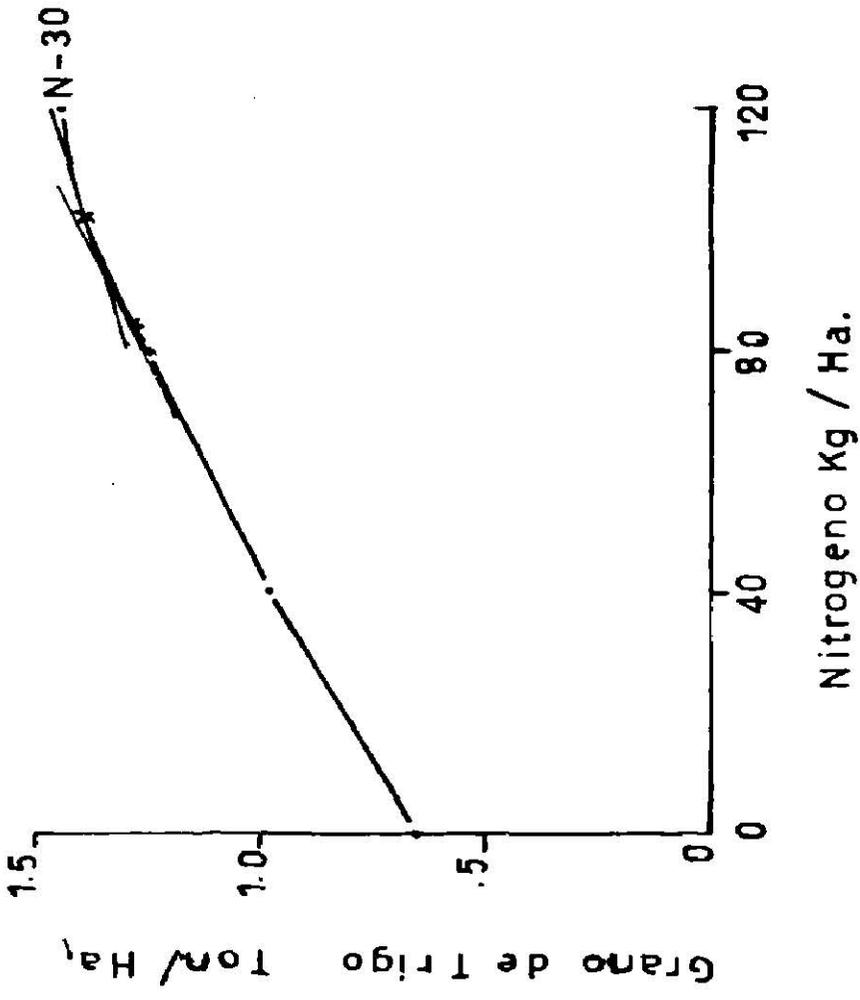


Figura 13. Niveles Optimos Económicos finales, de curvas seleccionadas con el análisis marginal, usando tasas de retorno al capital de 0 y 50%; Xacañf 1974.

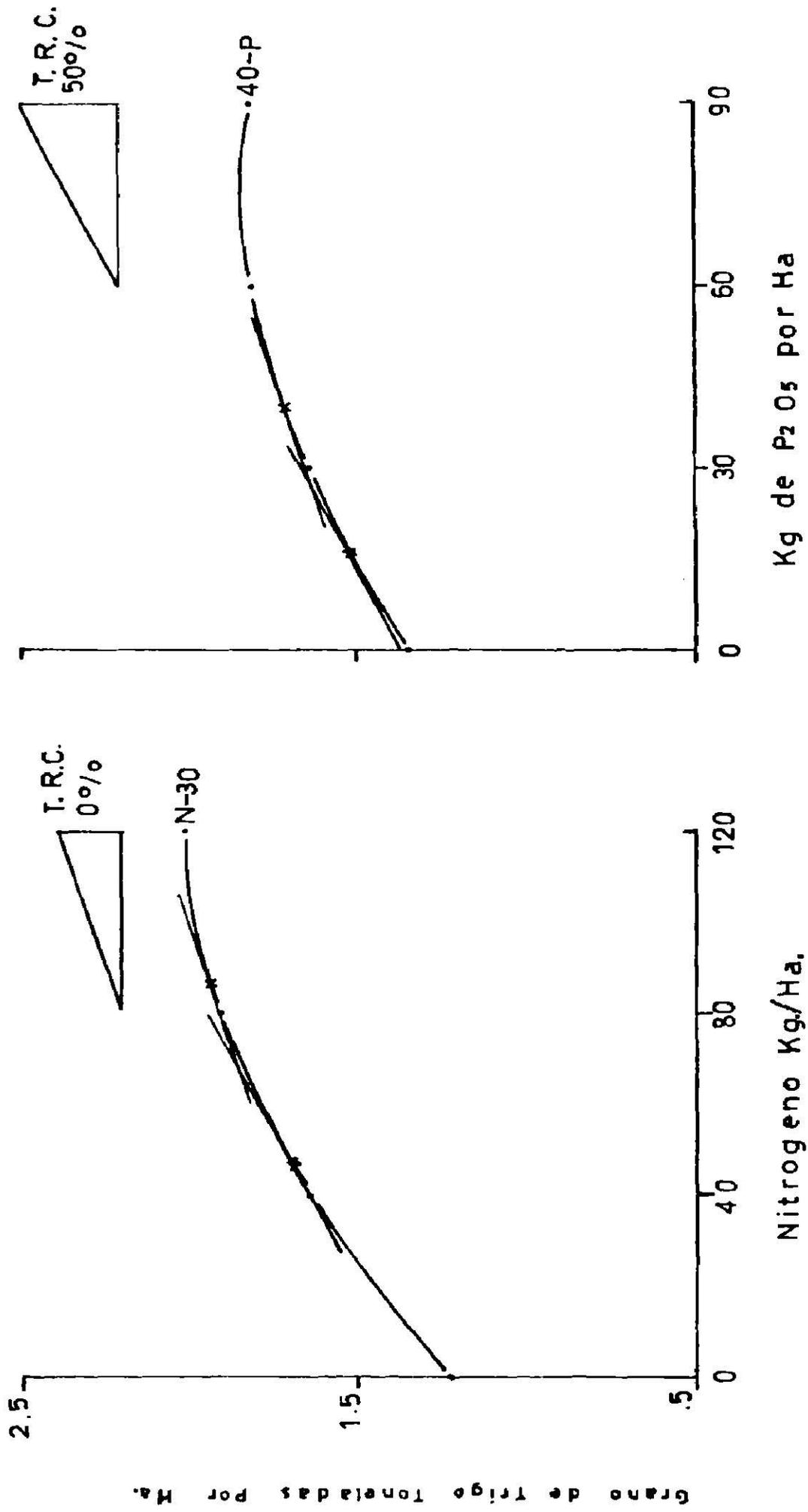


Figura 14. Niveles Óptimos Económicos finales, de curvas seleccionadas con el análisis marginal, usando tasas de retorno al capital de 0 y 50%; Sn. Mateo Yucucuy 1975.

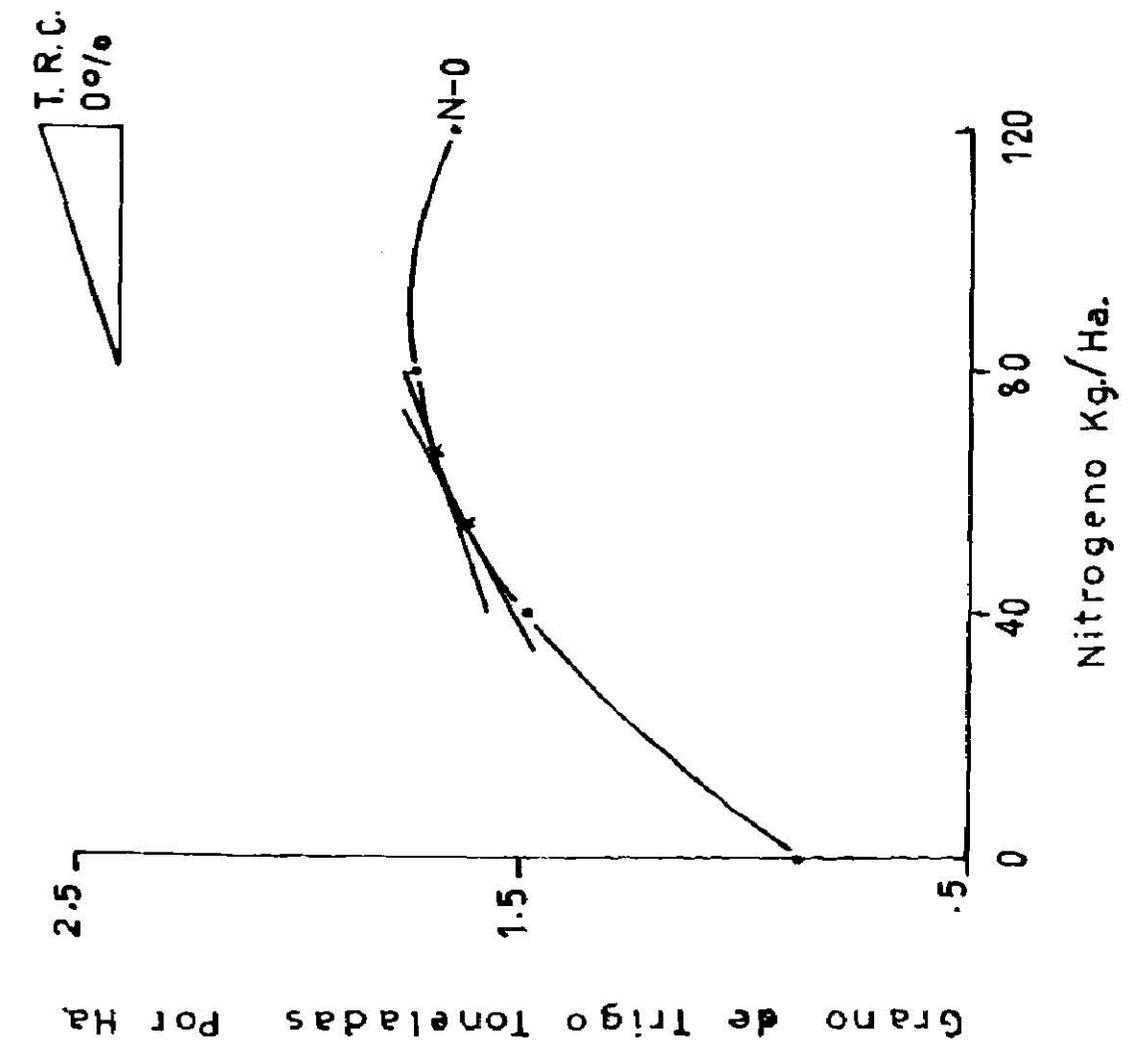
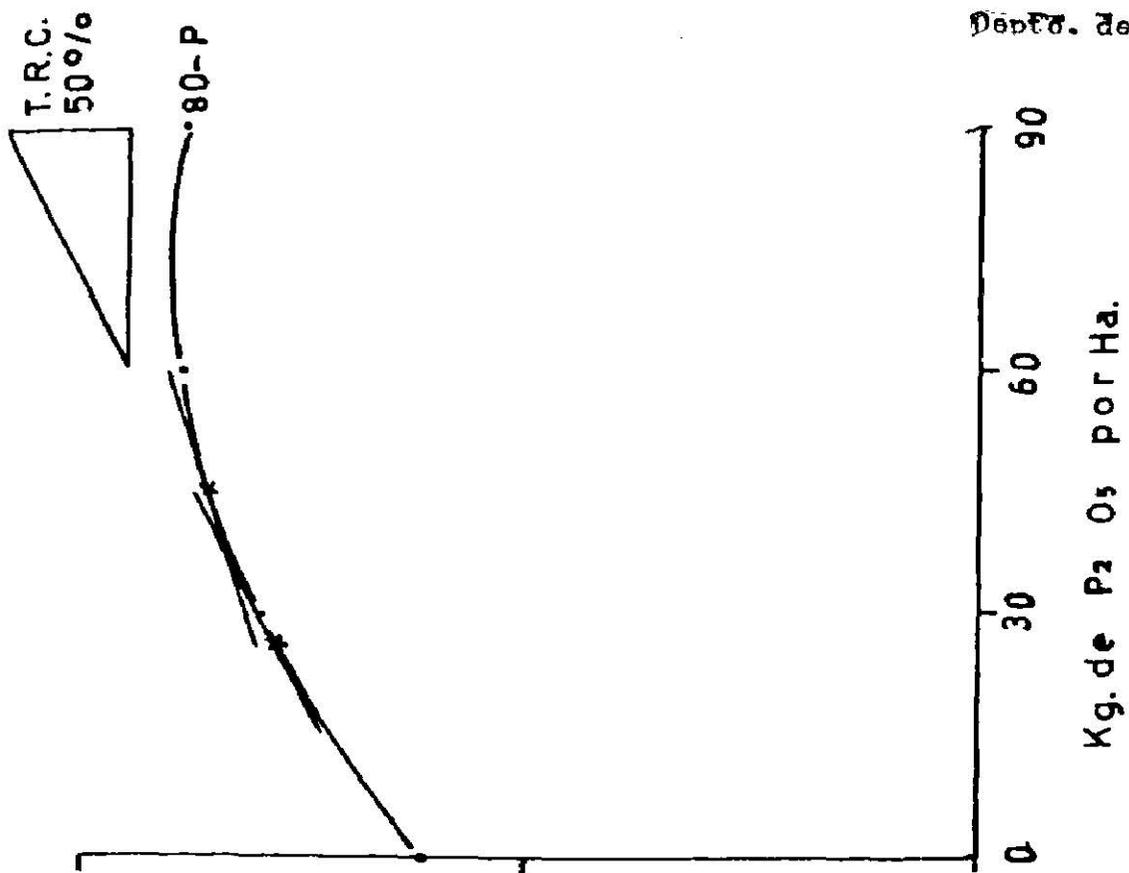


Figura 15. Niveles Optimos Economicos finales, de curvas seleccionadas con el análisis marginal, usando tasas de retorno al capital de 0 y 50%; Xacañ 1975.

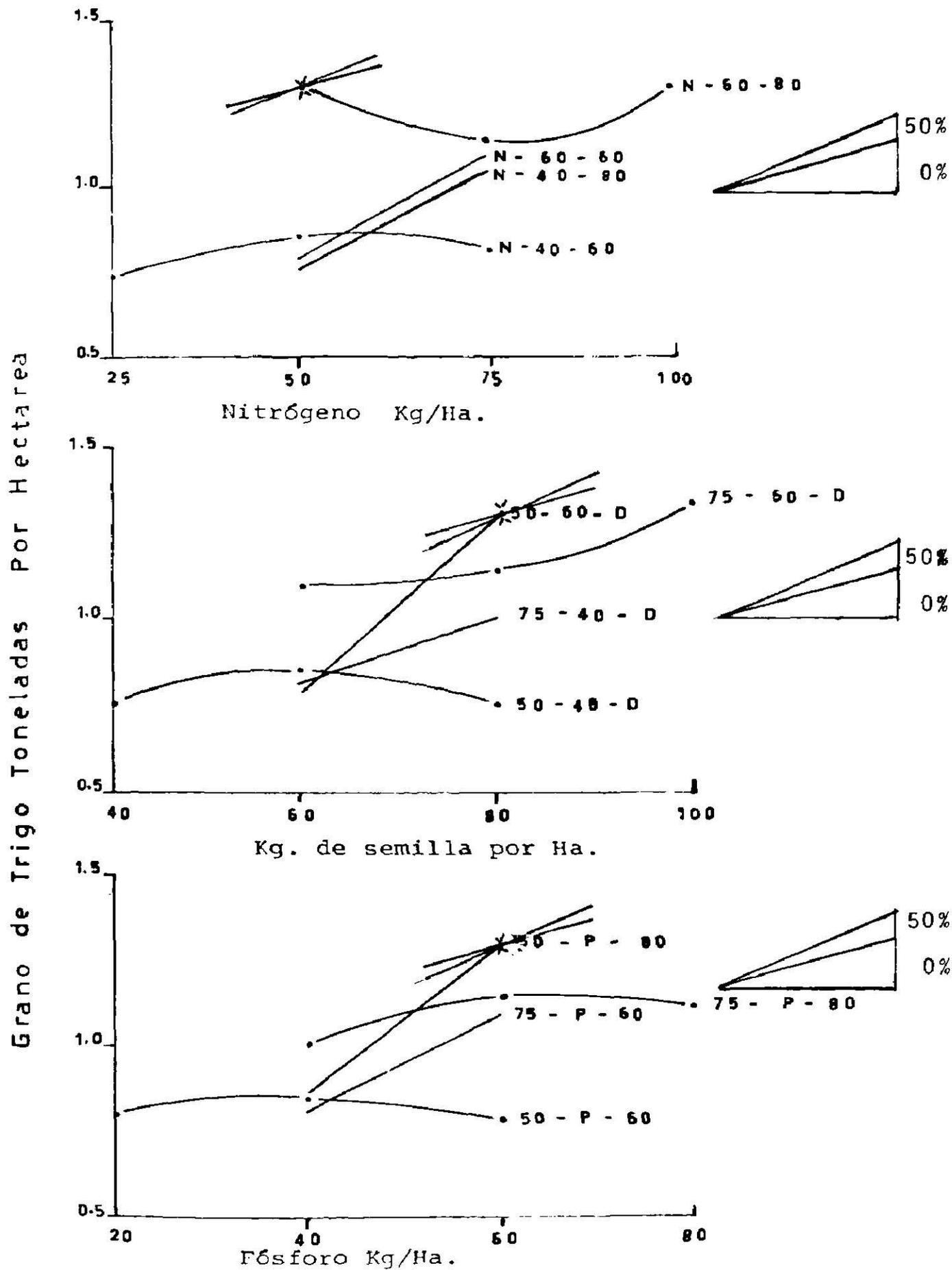


Figura 16. Niveles Optimos Económicos finales, de curvas seleccionadas con el análisis marginal, usando tasas de retorno al capital de 0 y 50%. Suchixtlahuaca 1977.

DISCUSION .

De acuerdo al órden que se siguió en el capítulo anterior se hace la discusión de resultados .

Ciclo 1974.

Las figuras 5 y 6 muestran la respuesta a los nutrientes estudiados , - para el ensayo 1 de Topiltepec y 2 de Xacañí. Si comparamos la tendencia de las curvas de ambos ensayos respecto al efecto de nitrógeno , se observa que los suelos tienen respuesta semejantes aún cuando el nivel de fertilidad puede ser diferente , lo cual parece probable ya que el ensayo de San P. Topiltepec , estuvo localizado de ladera , y el de Xacañí en un altiplano .

En Topiltepec la respuesta combinada de N y P_2O_5 permitió obtener incrementos hasta de 1.8 Ton./Ha. con el nivel de 80 Kg. /Ha. de nitrógeno y arriba de éste , los rendimientos muestran un abatimiento en cada nivel de fósforo estudiado . La respuesta a fósforo como interacción NP significó incrementos del órden de 160 Kg./Ha. de grano con el nivel de 80 Kg. /Ha. de nitrógeno y de 180 Kg./Ha. de grano con el nivel de 120 Kg./Ha. de nitrógeno por cada 30 Kg./Ha. de P_2O_5 - - aplicado .

El decrecimiento de los rendimientos observado en Topiltepec -- (figura 6) puede explicarse por la interacción; pendiente del terreno -- y precipitación, esto produjo un alto grado de escurrimiento superfi -- cial y escasa humedad aprovechable en el suelo, lo que trajo como pro -- bable consecuencia un bajo aprovechamiento del nitrógeno en dosis al -- tas.

En Xacañí los OF para cada curva se localizan más allá de los -- niveles máximos de nitrógeno y fósforo estudiados. Esta respuesta ob -- servada (figura 7), nos indica el bajo nivel de fertilidad de éste suelo, pues se cultiva año con año.

Ciclo 1975.

Los resultados de los experimentos 3 y 4 se observan en las figuras -- 8 y 9. Así tenemos que para el experimento 3 de Yucucuy, la respues -- ta a nitrógeno, fósforo y la interacción de ambos, se tradujeron en in -- crementos de 1.5 Ton./Ha. con los niveles más altos probados. El -- OF de rendimientos ocurrió con niveles de nitrógeno y fósforo superio -- res a los que se probaron.

En Xacañí se observa que, al aumentar de cero la aplicación de -- P_2O_5 , el OF de nitrógeno se desplaza hacia la derecha y que la respues -- ta a la interacción nitrógeno por fósforo, produjo incrementos de -- --

1.6 Ton./Ha. con los niveles máximos de nitrógeno y fósforo estudiados.

Aunque son algo diferentes las características fisiográficas de los suelos de Yucucuy, que es una terraza receptora de aluviones periódicos y el de Xacañí que aunque recibe algo de aluviones también los dona, se puede pensar que el primero tenga dentro de su contenido una mayor cantidad de nutrientes; aunque los niveles de fertilidad y tipo de respuesta son bastante semejantes, lo que se comprueba al observar las figuras (8 y 9) correspondientes de cada experimento.

Entre los ciclos 1974 y 1975, la diferencia más importante parece ser la de respuesta a P_2O_5 ; que en 1974 se redujo a la interacción NP y en 1975 ocurrió en las componentes lineal y cuadrática de P. Este hecho, podría relacionarse con el efecto de la lluvia y componente calizo de los suelos, en los diferentes sitios experimentales.

Considerando éstos mismos ciclos, se observa que los aumentos de grano obtenidos fueron variables de 800 a 1700 Kg./Ha. de grano con las dosis altas de N y P_2O_5 y alrededor de un 50% con la dosis mínima de nitrógeno (de 40 Kg./Ha.), sobre el testigo sin fertilizar, que generalmente produjo entre 500 a 1000 Kg./Ha. de grano. Esto concuerda con algunos autores (11, 13, 14, 15, 19 y 21), que consideran que el tri

go responde aceptablemente a la fertilización aún en pequeñas dosis, -
lográndose incrementos considerables por ésta práctica.

Ciclo 1977-77.

En la figura 10, se muestra la gráfica correspondiente al ensayo 5 de -
Suchixtlahuaca, donde se observa que el óptimo físico se localiza alre-
dedor de la dosis 50-60-80, que corresponde a los niveles de nitrógeno, -
fósforo y densidad de siembra respectivamente. Se hace notar que el -
nivel de 50 Kg./Ha. , de nitrógeno no mostró el máximo rendimiento.
Aunque el nivel de 75 Kg./Ha. observó un rendimiento más consistente.
Y si se considera el régimen de lluvia para este sitio, en el año del ex-
perimento y se compara con el nivel medio de precipitación, (figuras 4
y 5), la dosis de 50 Kg./Ha. de nitrógeno podría ser diferente en ensa-
yos posteriores.

La respuesta a fósforo es bastante clara y se observa que el nivel
de 60 Kg./Ha. de P_2O_5 muestra el rendimiento más alto de grano. --
Ambos niveles de nitrógeno y fósforo señalados, mostraron su más al-
to rendimiento con una densidad de 80 Kg./Ha. de semilla.

En el experimento 6 ubicado en Yucuita, las gráficas que se obser-
van en la figura 11 (a,b,c) muestran que el óptimo físico se localiza al-
rededor de la dosis de 75 Kg./Ha. de nitrógeno; 40 Kg./Ha. de P_2O_5 -

y una densidad de siembra de 80 Kg./Ha. de semilla.

A pesar de que en éste sitio la precipitación ocurrida durante el ciclo del cultivo fué deficiente durante el mes de julio y poco llovió durante el mes de agosto; teniéndose un período sin lluvias de 45 días - - aproximadamente, la respuesta a la aplicación de nitrógeno fué buena, ya que el nivel de 75 Kg./Ha. mostró el mayor rendimiento, como se ilustra en la misma figura.

Para el ciclo 1977, los rendimientos correspondientes del cuadro 10, fueron comparativamente menores a los de 1974 y 1975, con niveles semejantes de fertilización y densidad de siembra, ésto indica un efecto bastante fuerte de la precipitación sobre el rendimiento. Disminuyendo cuando el régimen promedio normal de lluvia se reduce considerablemente.

Análisis Económico.

Los TOE seleccionados para cada localidad (cuadro 14) indican que el nivel de nitrógeno para lugares con precipitación semejante es casi - - igual con una diferencia entre el mayor y menor nivel de 6 a 12 Kg./Ha. que son una erogación de \$ 104.13 que con el rendimiento probable que se obtuviera podría pagarse ésta inversión. Por lo tanto es posible promediar para éste elemento y obtener un nivel general, específico para -

cada región.

Por lo que a fósforo se refiere, en el cuadro citado se aprecia -- que los niveles de P_2O_5 son variables, por lo que se hace necesario -- una investigación más exhaustiva con éste elemento, ya que como se indica con anterioridad, la respuesta a éste elemento se liga fuertemente al contenido de carbonatos de calcio, que probablemente estén impidiendo una buena asimilación de éste elemento, haciéndose necesario investigar la adición de materia orgánica a los suelos calizos como lo sugieren algunos autores citados (5, 9, 11, 24 y 25).

El cuadro 12, muestra los tratamientos calculados con el método gráfico, sobre las curvas de respuesta de N y P_2O_5 y densidad de cada experimento. Mediante este método, fué posible obtener un mayor número de tratamientos intermedios que facilitan la obtención del "TOE" el cual será de mayor exactitud, ya que se tienen un mayor número de tratamientos para seleccionarlo; además de poder predecir el rendimiento esperado mediante la sustitución de valores obtenidos en la ecuación de regresión.

Para los experimentos con matriz experimental de monocubo con -- aristas prolongadas, usando el método gráfico se tienen algunas limitaciones pues cuando el "TOE" no se encuentra en una curva convexa de 3 pun

tos como mínimo la selección se hace con el punto que tenga el mayor rendimiento o mediante selección de tratamientos con aumentos marginales que corresponden a las tasas de retorno propuestas. Este fué -- el caso que ocurrió en los ensayos 5 y 6 causado probablemente porque el "TOE" no está seleccionado con precisión.

El análisis económico realizado para el ensayo 6 nos indica que la fertilización no resultó económica.

Probablemente causado por las condiciones de escasa precipitación ocurridas en éste año, las que no permitieron un aprovechamiento eficiente del fertilizante aplicado o que el contenido de nutrientes en éste suelo no es todavía restringido, pues por estar ubicado al pie de una ladera, recibe periódicamente aluviones de la parte alta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 1.- Los experimentos mostraron una evidente respuesta a la fertilización con: nitrógeno y fósforo, así como a la interacción entre ellos y con la densidad de siembra.
- 2.- La respuesta a los factores estudiados N, $P_2 O_5$ y densidad de siembra, varía de un sitio a otro y según el año.
- 3.- El efecto de más fuerte variación del Tratamiento Optimo Económico, es el de fósforo, al que se debe dar mayor énfasis en su investigación, incluyendo la aplicación de estiércol, u otra forma de mejoramiento para reducir el problema de aprovechamiento del $P_2 O_5$, sobre los suelos calcáreos que predominan en la región.
- 4.- La precipitación está directamente relacionada con los rendimientos obtenidos y es un factor determinante en la selección del Tratamiento Optimo Económico, pero no es un factor que limite la producción de trigo en la región.
- 5.- El método analítico combinado con el gráfico para seleccionar el Tratamiento Optimo Económico, resultó para éste caso mejor -

que el método gráfico, en los ensayos con factorial completo.

- 6.- El método gráfico para la obtención del Tratamiento Optimo -- Económico, sólomente es aplicable, cuando se tienen curvas - de tipo cuadrático.
- 7.- Las tasas de retorno al capital que se seleccionaron, para fijar el Tratamiento Optimo Económico, permiten tener mayor seguridad de recuperación, en la inversión por la compra de insumos y hacer al trigo rentable aún en condiciones de escasa humedad.
- 8.- Es necesario definir con mayor precisión, áreas con característics de suelo y precipitación semejantes, para seleccionar es-- tratégicamente los futuros sitios experimentales en áreas repre-- sentativas de mayor interés económico y tener eficientes resultados en más corto tiempo.
- 9.- Debe incrementarse la investigación con mayores recursos, que permitan obtener resultados precisos, tratando de cubrir la va-- riación de suelo y encontrar el Tratamiento Optimo Económico-- para las condiciones de precipitación más frecuentes, en toda el área triguera de la Mixteca Alta.
- 10.- Los resultados, permitieron establecer los Tratamientos Opti--

mos Económicos "TOE" bajo las condiciones de precipitación -- que se indica en la figura 5 y de suelo como se describe en el -- cuadro 5. Siendo los Tratamientos Optimos Económicos los si-- guientes:

No. Localidad	$\frac{\text{Kg./Ha.}}{\text{N-P}_2\text{O}_5 - \text{Ds}}$	Tasa de Ret.Cap.	$\frac{\text{Kg./Ha.}}{\text{N-P}_2\text{O}_5 - \text{Ds}}$	Tasa de Ret.Cap.
1. Topiltepec	50 - 0 - 100	0 %	47 - 0 - 100	50%
2. Xacañí	82 - 25 - 100	0 %	69 - 18 - 100	50%
3. Sn.M.Yucucuy	87 - 43 - 100	0 %	47 - 21 - 100	50%
4. Suchixtlahuaca	50 - 60 - 80	0 %	50 - 60 - 80	50%
5. Yucuita	0 - 0 - 40	0 %	0 - 0 - 40	50%

Ds = Densidad de siembra.

RESUMEN .

En la Mixteca, la agricultura es la actividad básica, pero afronta serias y complejas restricciones de producción, originadas por factores ecológicos, técnicos y socioeconómicos. En la región se siembran un total de 9,000 hectáreas de trigo correspondiendo la mayor superficie al área dedicada a siembras con temporal. Los rendimientos que en promedio se obtienen en este cultivo son del orden de 250 a 800 Kg./Ha. causados por los factores arriba mencionados.

Los suelos de la región son en general deficientes en el contenido de elementos mayores, principalmente a nitrógeno y fósforo, con una topografía bastante accidentada lo que reduce en mayor o menor grado la efectividad agrícola.

De 1974 a 1977 se establecieron un total de 6 experimentos con la finalidad de evaluar y comparar diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra, con el objeto de determinar la combinación óptima económica de estos factores. Pues resulta la forma más económica de lograr incrementos de los rendimientos unitarios de trigo a corto plazo.

Las localidades donde se ubicaron los experimentos pertenecen -

a los distritos de Teposcolula, Coixtlahuaca y Nochixtlán. En dichos experimentos se comparan tratamientos de fertilización con nitrógeno y fósforo, así como densidades de siembra.

Se usaron diseños experimentales de Bloques al azar y el de parcela divididas en franjas al azar. Los diseños de tratamientos fueron de factorial 4^2 (NP) y factorial parcial (monocubo con aristas prolongadas NPD). Las dosis de fertilización fueron combinaciones de 4 niveles de N y P_2O_5 , en el primero y de 5 niveles de N, P_2O_5 y densidades en el segundo.

El fertilizante se aplicó todo en la siembra y al voleo. La siembra se realizó en el mes de junio para todos los experimentos, con humedad proporcionada por lluvia del temporal. La cosecha se llevó a cabo en el mes de octubre y primera semana de noviembre.

Durante el desarrollo del cultivo se controlaron las malezas y se hicieron algunas observaciones, sobre las principales características agronómicas que ayudarán a dar una mejor interpretación de los resultados. Además de concentrar, los datos sobre las propiedades de los suelos y precipitación de las localidades estudiadas.

Con los rendimientos de grano, se realizaron los análisis de varianza y de efectos para los factores estudiados, además de tabular --

Los rendimientos en orden decreciente de beneficio neto para realizar el análisis económico correspondiente de cada ensayo. Esto permitió obtener como Optimos Fisiológicos "OF" los siguientes: en 1974 para Topiltepec con el nivel cero de P_2O_5 el "OF" de nitrógeno es de 63 Kg./Ha., y con el nivel de 90 Kg., de P_2O_5 el "OF" de N es 85 Kg./Ha. Para Xacañí el OF para nitrógeno con los niveles 0 y 90 Kg./Ha., de P_2O_5 esta más allá del nivel máximo de nitrógeno probado (120 Kg./Ha.) Para 1975 en San Mateo Yucucuy el OF respecto a nitrógeno se encuentra en valores más altos que el máximo probado y aumenta al incrementarse el valor de fósforo. Para Xacañí; el OF de nitrógeno con el nivel cero de fósforo es de 80 Kg./Ha., y con el máximo de fósforo (90 Kg./Ha.) es de 120 Kg./Ha. de nitrógeno. En 1977 y para Suchixtlahuaca el OF fué el tratamiento 50-60-80 (Kg./Ha. de N, P_2O_5 y densidad de siembra) y para Yucuita el tratamiento 75-40-80, en las mismas unidades que el anterior.

Los tratamientos óptimos económicos "TOE" que resultaron fueron los siguientes: a) Topiltepec 56-0-100 y 47-0-100 en (Kg./Ha. de N, P_2O_5 y densidad de siembra), para tasas de retorno al capital de 0 y 50% respectivamente, b) Xacañí, los "TOE" fueron 82-25-100 y 69-18-100 en las mismas unidades que el anterior, c) Yucucuy 87-43-100 y 47-21-100, d) Suchixtlahuaca el "TOE" fué de 50-40-80, e) finalmente para Yucuita la fertilización no resultó económica.

BIBLIOGRAFIA.

1. ANONIMO. 1970. V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal. Dirección de Economía Agrícola. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F.
2. ANONIMO. 1971. Informe CIANO. 1969 - 1970. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. SAG. Obregón, Sonora México p. 789-798.
3. ANONIMO. 1974. Manual de fertilizante. National, Plant Food -- Institute: 1a. Edición Ed. Limusa, México.
4. ANONIMO. 1975. Semana del Agricultor 75. Circular CIANO. -- 77:85.
5. BAAYENS. J. 1970. Nutrición de las plantas de cultivo. 1a. Edición Lemos. Madrid, España.
6. BONNER y GALSTON. 1970. Principios de fisiología vegetal Ed. Aguilar. Madrid, España.
7. CONTRERAS A., A. 1941. El trigo en México. 2a. Edición. El-Clima. Banco Nacional de México. p.50-60.
- 8.- DE LA GARZA G., R. 1975. Estudio sobre fertilización de zacate pangola (digitaria decumbes Stent) en la zona central de Veracruz. Escuela Superior de Agricultura - "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila.
9. FERNANDEZ G., R. y R. LAIRD J. 1958. Efectos de la humedad del suelo y de la fertilización con nitrógeno sobre el rendimiento y calidad del trigo. SAG-OEE. Folleto Técnico.
10. GARCIA F., J. 1958. Cereales de invierno. Ed. DOSSAT. Madrid, España. p. 39-67.

11. GONZALEZ M. y MORENO R. 1973. Fertilización de las nuevas variedades de trigo en el Valle del Yaqui, Sonora. -- 6: 131.
12. GROS A. 1971. Abonos, guía práctica de fertilización. 5a. Edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
13. HERRERA GONZALEZ, R. 1977. Informe de Labores 1975-76. - Campo Agrícola Experimental Costa de Hermosillo, - Sonora. p. 156-165.
14. JACOB A. y H. VON UEXKULL. 1973. Nutrición y abonos de los cultivos tropicales y subtropicales. Ed. Eupam. Zaragoza, España. p. 45-152.
15. LEONARD W.H. y J.H. MARTIN. 1963. Cereals Crops. Ed. The Macmillan Company. USA. p. 316-323.
16. MARTIN J.H. 1926. Factors Influencing Results from rate and of seeding experiments With Wheat in the Western - - United States; Journal of the American Society of - - Agronomy. U.S. Department of Agriculture. - - - Washington D.C. 23:193-223.
17. MARTIN J.H., W. LEONARD H. y D.L. STAMP. 1963. - - - Principles of Field Crops Production. Third Edition. Macmillan Publishing Co. Inc. New York. p. 455-470.
18. M. DROSDOFF, G. SUBER y J. COUTHER. 1975. Suelos de las regiones tropicales húmedas 1a. Edición Ed. Marymar, Argentina.
19. MEZA V. 1976. Ciclo seminarios técnicos. CIANO. CAECH. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Secretaría de Agricultura y Ganadería.
20. OCHSE, SOULE J., DIIKMAN y WEHLBURG. 1972. Cultivo y mejoramiento de las plantas tropicales y subtropicales, - Ed. Limusa Wiley S.A. México. p. 242-247.

21. PERRIN et al. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de -- evaluación económica. CIMMYT. México, D.F.
22. RIVERA MOLINA, M. y A. BARRETO R. 1970-71. Informe de -- Investigación Agrícola. Campo Agrícola Experimental Delicias, Chihuahua. CIANE. INIA. SAG. p 1.84-1.90.
23. ROBLES SANCHEZ, R. 1976. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa, México. p. 201-203.
24. RODRIGUEZ GONZALEZ, H. 1977. Memoria IV Congreso. Campo Agrícola Experimental Bajío. CIAB. INIA. SAG. - Guanajuato. p. 55-62.
25. SANCHEZ DURON, N. 1963. Fertilidad y productividad de los suelos en México. Memorias del 1er. Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.
26. TAMAHANE R., V., D.P. MOTIRAMANI y Y.P. BALI. 1978. -- Suelos su química y fertilidad en zonas tropicales. -- Ed. Diana, México. p. 168-360.
27. TURRENT F., A y R.J. LAIRD. 1975. La matriz experimental -- Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Rama de Suelos C.P. Chapingo, -- México.
28. TISDALE S., L. y W.L. NELSON. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. Montaner y Simón, S.A. -- Barcelona, España.
29. VALENCIA y MORENO R. 1972. Trigo para el norte de México. Año 1. 18: 8-12.
30. VELA M., et al. 1970-71. Trigo para el Noroeste de México. Circular CIANO, 51 Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

31. WILLSIE P., C. 1966. Cultivos aclimatación y distribución -- Trad. Dr. Manuel Serrano. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
32. WOODWARD R., W. 1956. The effect of rate of seeding of small grains on yields; *Agronomy Journal*. 58: 160-162.

A P E N D I C E .

Cuadro 1. Análisis de Varianza ensayo 1 San Pedro Topiltepec
1974. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña.

FUENTE	GL	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Rep.	2	87699.0	43849.52			
N	3	2953546.2	984515.41	7.741	4.76	9.78
Error A	6	763034.8	127172.46			
P	3	4946704.6	1648901.52	15.552	4.76	9.78
Error B	6	636121.8	106020.30			
N x P	9	913427.8	101493.09	1.145	2.46	3.60
Error C	18	1595618.7	88645.48			
Total	47	11896162.9	253109.85			

Cuadro 2. Análisis de Varianza ensayo 2 Xacañf 1974.
Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña.

FUENTE	GL	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Rep.	3	166926.88	55642.29	64.199	3.8	
N	3	6755392.36	2251797.45	64.199	3.86	6.99
Error A	9	315674.01	35074.89			
P	3	625832.86	208610.95	6.428	3.86	6.99
Error B	9	292070.86	32452.32			
N x P	9	416609.78	46289.98	2.221	2.25	3.14
Error C	27	562637.21	20838.42			
Total	63	9135143.95	14002.28			

Cuadro 3. Análisis de Varianza ensayo 3 San Mateo Yucucuy 1975.
Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña.

FUENTE	AL	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Rep.	2	0.369476	0.18473802	0.69923		
P	3	2.5153729	0.83845764	3.17355	9.78	4.76
Error B	6	1.5852115	0.26420191			
N	3	5.8719438	1.95731458	57.36333**	9.78	4.76
Error A	6	0.2047281	0.03412135			
P * N	9	0.6704812	0.07449792	2.29172		
Error C	18	0.5851344	0.03250747			
Total	47	11.8023479	0.25111379			

Cuadro 4. Análisis de Varianza ensayo 4 Xacañí 1975.
Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña.

FUENTE	AL	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Rep.	3	0.3418453	0.11394844	1.03531		
N	3	15.0770672	5.02568906	45.66244**	4.24	2.81
P	3	1.8402828	0.61342760	5.57348**	4.24	2.81
N * P	9	1.2011359	0.13345955	1.21259	2.82	2.09
Error	45	4.9527797	0.11006177			
Total	63	23.4131109	0.37163668			

Cuadro 5 . Análisis de Varianza ensayo 5 Suchixtlahuaca 1977.
 Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña.

FUENTE	GL	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Trat.	14	18.20002	1.3	7.168**	1.90	2.46
Rep.	3	0.80515	0.26838	1.479		
Error	42	7.61706	0.181359			
Total	59	26.62223				
DMS		0.091 Ton/Ha.				
CV		22.55 %				

Cuadro 5a. Análisis para efectos factoriales (Yates)
 ensayo 5 Suchixtlahuaca 1977
 Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña.

Factor	Tratamiento	Kg./Ha.	1	2	3	EP
(1)	50 - 40 - 60	851	1663	3548	7792	974
n	75 - 40 - 60	812	1885	4244	719	090
p	50 - 60 - 60	787	1804	272	858	107
np	75 - 60 - 60	1098	2440	447	417	052
d	50 - 40 - 80	754	039	222	696	087
np	75 - 40 - 80	1050	311	636	175	022
pd	50 - 60 - 80	1300	607	350	414	051
npd	75 - 60 - 80	1140	160	767	1117	140*
DMS 5%						126

Cuadro 6 . Análisis de Varianza ensayo 6 San Juan Yucuita 1977.
 Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña.

FUENTE	AL	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Rep.	3	6.2162	2.0720	140.588		
Trat.	14	5.59305	0.3995	27.106*	2.54	1.94
Error	42	0.6190	0.0147			
Total	59	12.4284	0.2106			

Cuadro 6a. Análisis para efectos factoriales (Yates) ensayo 6
 San Juan Yucuita 1977. Campo Agrícola Experimental
 Mixteca Oaxaqueña.

Factor	Tratamiento	Kg./Ha.	1	2	3	E.P.	
(1)	50 - 40 - 60	914	2214	4745	10075	1259	
n	75 - 40 - 60	1300	2531	5330	783	98*	
p	50 - 60 - 60	1228	2773	461	101	13	
np	75 - 60 - 60	1303	2557	322	411	51*	
d	50 - 40 - 80	1281	386	317	585	73*	
nd	75 - 40 - 80	1442	75	216	139	17	
pd	50 - 60 - 80	1223	211	311	533	67*	
npd	75 - 60 - 80	1334	111	100	211	26	
					DMS	58	43

Cuadro 7. Análisis de dominancia de los tratamientos del ensayo 1 de San Pedro Topiltepec. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1974-74.

No.	Beneficio Neto	N - P ₂ O ₅ - Ds Kg/Ha.	Costos Variables.	
(1)	2782.25	40 - 30 - 100	1118.20	Seleccionado
(2)	2378.00	40 - 90 - 100	1491.40	
(3)	2267.80	80 - 60 - 100	1606.40	
(4)	2169.15	120 - 90 - 100	2094.60	
(5)	2083.60	80 - 90 - 100	1793.00	
(6)	1970.95	120 - 60 - 100	1908.00	
(7)	1955.81	69 - 90 - 100	1690.06	
(8)	1908.72	58 - 90 - 100	1607.12	
(9)	1874.20	60 - 60 - 100	1435.62	
(10)	1874.15	0 - 90 - 100	1189.80	
(11)	1862.82	43 - 0 - 100	894.22	Seleccionado
(12)	1830.73	52 - 30 - 100	1188.68	
(13)	1829.38	49 - 60 - 100	1352.66	
(14)	1787.03	32 - 0 - 100	851.28	Seleccionado
(15)	1786.93	40 - 30 - 100	1098.20	
(16)	1616.25	0 - 60 - 100	1003.20	
(17)	1630.75	0 - 30 - 100	816.60	Seleccionado
(18)	1301.10	0 - 0 - 100	550.00	Seleccionado
(19)	1076.00	40 - 0 - 100	931.60	
(20)	779.30	40 - 60 - 100	1304.80	
(21)	745.50	80 - 0 - 100	1243.00	
(22)	626.05	80 - 30 - 100	1419.80	
(23)	441.10	120 - 30 - 100	1721.40	
(24)	415.44	120 - 0 - 100	1534.80	

Cuadro 7a. Análisis marginal de los tratamientos seleccionados - del ensayo 1 de San Pedro Topiltepec. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1974-74.

Beneficio Neto	N - P ₂ O ₅ - Ds Kg/Ha.	Costos Var.	Aumento Marg. en B. Neto	Aumento Marg. en Cost. Var. Capital.	Aumento Marg. de Retorno al
2782.25	40 - 30 - 100	1118.20	919.43	223.98	410 %
1862.82	43 - 0 - 100	894.22	75.79	49.94	151 %
1787.03	32 - 0 - 100	851.28	156.28	34.68	450 %
1630.75	0 - 30 - 100	816.60	329.65	226.6	145 %
1301.10	0 - 0 - 100	550.00	-----	-----	---

Cuadro 8. Análisis de dominancia de los tratamientos del ensayo 2 de Xacañí. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1974.

No.	Beneficio Neto	Kg./Ha. N - P ₂ O ₅ - Ds			Costos Variables	
(1)	1512.75	80	- 30	- 100	1419.80	Seleccionado
(2)	1256.20	120	- 90	- 100	2094.60	
(3)	1165.70	120	- 30	- 100	1721.40	
(4)	1091.75	80	- 90	- 100	1793.00	
(5)	1055.92	77	- 0	- 100	1150.58	Seleccionado
(6)	1024.55	120	- 60	- 100	1908.00	
(7)	1022.70	80	- 0	- 100	1243.00	
(8)	993.16	104	- 30	- 100	1641.76	
(9)	947.03	93	- 90	- 100	1932.02	
(10)	912.55	120	- 0	- 100	1534.80	
(11)	906.40	35	- 0	- 100	833.90	
(12)	819.45	80	- 60	- 100	1606.40	
(13)	807.34	76	- 60	- 100	1677.24	
(14)	805.74	44	- 30	- 100	1128.36	Seleccionado
(15)	740.85	40	- 90	- 100	1491.40	
(16)	701.25	0	- 0	- 100	550.00	Seleccionado
(17)	693.60	40	- 0	- 100	931.60	
(18)	621.70	40	- 30	- 100	1118.20	
(19)	521.15	40	- 60	- 100	1304.80	
(20)	502.65	0	- 30	- 100	816.60	
(21)	383.00	0	- 60	- 100	1003.20	
(22)	129.45	0	- 90	- 100	1189.80	

Cuadro 8a. Análisis marginal de los tratamientos seleccionados del ensayo 2 de Xacañí. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1974.

Beneficio Neto	Kg./Ha. N - P ₂ O ₅ - Ds			Costos Variables	Aumento Marg.en B. Neto	Aumento Marg.en Cost.Var.	Aumento Marg. de Retorno al Capital. %
1512.75	80	- 30	- 100	1419.00	456.83	268.42	170
1055.92	77	- 0	- 100	1150.58	250.18	526.66	47
805.74	76	- 60	- 100	1677.24	104.49	1127.24	9
701.25	0	- 0	- 100	550.00	_____	_____	_____

Cuadro 9. Análisis de dominancia de los tratamientos del ensayo 3 de San Mateo Yucucuy. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1975.

No.	Beneficio Neto	N - P ₂ O ₅ - 5 Kg/Ha.			Costos Variables	
(1)	2795.80	80	- 90	-100	1793.00	Seleccionado
(2)	2659.11	120	- 90	-100	2094.60	
(3)	2677.63	114	- 90	-100	2029.36	
(4)	2602.09	95	- 90	-100	1886.10	
(5)	2548.92	95	- 60	-100	1699.50	Seleccionado
(6)	2497.23	80	- 60	-100	1606.40	Seleccionado
(7)	2477.64	56	- 30	-100	1218.84	
(8)	2428.96	69	- 60	-100	1503.46	
(9)	2374.80	120	- 60	-100	1908.00	
(10)	2196.55	40	- 60	-100	1304.80	
(11)	2181.98	78	- 30	-100	1354.72	
(12)	2148.47	80	- 30	-100	1419.80	
(13)	2136.98	40	- 30	-100	1118.20	Seleccionado
(14)	2110.79	0	- 90	-100	1189.80	
(15)	1993.22	40	- 90	-100	1491.40	
(16)	1908.00	0	- 30	-100	816.60	Seleccionado
(17)	1770.33	55	- 0	-100	984.70	
(18)	1685.55	0	- 60	-100	1003.20	
(19)	1681.96	120	- 30	-100	1721.40	
(20)	1614.75	33	- 0	-100	818.82	
(21)	1362.10	80	- 0	-100	1243.00	
(22)	1300.66	40	- 0	-100	931.60	
(23)	1246.15	0	- 0	-100	630.00	Seleccionado
(24)	695.07	120	- 0	-100	1534.80	

Cuadro 9a. Análisis marginal de los tratamientos seleccionados - del ensayo 3 de San Mateo Yucucuy. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1975.

Beneficio Neto	Kg./Ha. N - P ₂ O ₅ - Ds			Costo Variable	Aumento Marginal Cost.Var.	Aumento Marginal Cost.Var.	Aumento M. de Retorno al Capital
2795.80	80	- 90	- 100	1793.00	246.88	93.5	264 %
2548.92	95	- 60	- 100	1699.50	51.69	93.1	55 %
2497.23	80	- 60	- 100	1606.40	20.00	387.56	5 %
2477.23	56	- 30	- 100	1218.84	340.25	100.64	338 %
2136.98	40	- 30	- 100	1118.20	228.98	301.60	76 %
1908.00	0	- 0	- 100	816.60	661.85	186.60	354 %
1246.15	0	- 0	- 100	630.00			

Cuadro 10. Análisis de dominancia de los tratamientos del ensayo 4 de Xacañí. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1975.

No.	Beneficio Neto	N - P ₂ O ₅ - Ds Kg/Ha.	Costos Variables	
(1)	2809.49	92 - 60 - 100	1676.88	Seleccionado
(2)	2787.15	84 - 60 - 100	1616.56	Seleccionado
(3)	2731.28	104 - 90 - 100	1953.96	
(4)	2704.59	100 - 90 - 100	1923.80	
(5)	2614.25	82 - 30 - 100	1414.88	Seleccionado
(6)	2579.80	70 - 30 - 100	1324.40	Seleccionado
(7)	2485.45	80 - 30 - 100	1419.80	
(8)	2372.30	120 - 90 - 100	2094.60	
(9)	2161.58	68 - 0 - 100	1082.72	Seleccionado
(10)	2127.99	58 - 0 - 100	1007.32	Seleccionado
(11)	2126.50	120 - 30 - 100	1721.40	
(12)	2050.10	80 - 90 - 100	1793.00	
(13)	1997.25	120 - 60 - 100	1908.00	
(14)	1777.95	80 - 0 - 100	1243.00	
(15)	1725.15	120 - 0 - 100	1543.80	
(16)	1627.25	80 - 60 - 100	1606.40	
(17)	1484.15	40 - 90 - 100	1491.40	
(18)	1245.70	40 - 0 - 100	931.60	Seleccionado
(19)	1202.50	40 - 30 - 100	1118.20	
(20)	1145.75	0 - 0 - 100	630.00	Seleccionado
(21)	1063.70	40 - 60 - 100	1304.80	
(22)	937.65	0 - 30 - 100	816.60	
(23)	846.65	0 - 60 - 100	1003.20	
(24)	569.25	0 - 90 - 100	1189.80	

Cuadro 10a. Análisis marginal de los tratamientos del ensayo 4 - de Xacañí. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1975.

Beneficio Neto	Kg/Ha. N - P ₂ O ₅ - Ds	Costo Variable	Aumento Marg. en B. Neto	Aumento Marg. en Cost. Var.	Aumento Marg. de Retorno al Capital %
2809.49	92 - 60 - 100	1676.88	22.34	60.32	37
2787.15	84 - 60 - 100	1616.56	172.90	201.68	86
2614.25	82 - 30 - 100	1414.88	34.45	90.48	38
2579.80	70 - 30 - 100	1324.40	418.22	241.68	173
2161.58	68 - 0 - 100	1082.72	33.59	75.40	44
2127.99	58 - 0 - 100	1007.32	882.29	75.72	1165
1245.70	40 - 0 - 100	931.60	99.95	782.34	12
1145.75	0 - 0 - 100	630.00			

Cuadro 11. Análisis de dominancia de los tratamientos del ensayo 5 de Suchixtlahuaca. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1977.

Beneficio Neto	N - P ₂ O ₅ - Ds	Costos Variables	
1215.40	50 - 60 - 80	<u>1270.20</u>	Seleccionado
1003.70	75 - 60 - 100	1568.70	Eliminado
864.70	100 - 60 - 80	1647.20	Eliminado
752.10	75 - 60 - 60	1348.70	Eliminado
721.00	75 - 60 - 80	1458.70	Eliminado
673.30	75 - 40 - 80	1334.30	Eliminado
618.20	50 - 20 - 60	<u>911.40</u>	Seleccionado
591.80	50 - 40 - 60	1035.80	Eliminado
560.70	75 - 80 - 80	1583.10	Eliminado
558.05	25 - 40 - 60	<u>847.30</u>	Seleccionado
367.20	50 - 40 - 40	925.80	Eliminado
348.80	0 - 0 - 40	<u>220.00</u>	Seleccionado
345.50	50 - 60 - 60	1160.20	Eliminado
343.55	75 - 40 - 60	1224.30	Eliminado
297.75	50 - 40 - 80	1145.80	Eliminado

Cuadro 11a. Análisis marginal de los tratamientos del ensayo 5 - de Suchixtlahuaca. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1977

Beneficio Neto	Kg./Ha. N - P ₂ O ₅ - Ds	Costos Variables	Aumento Marg. en B. Neto	Aumento Marg. en Cost. Var.	Aumento Marg. de Retorno al Capital %
1215.40	50 - 60 - 80	1270.20	597.20	358.80	166
618.20	50 - 20 - 60	911.40	60.15	64.10	94
558.05	25 - 40 - 60	847.30	209.25	667.30	01
348.80	0 - 0 - 40	220.00	209.25	667.30	158

Cuadro 12. Análisis de dominancia de los tratamientos del ensayo 6 de Yucuita. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. 1977.

No.	Beneficio Neto	N - P ₂ O ₅ - Ds	Costos Variables	
(1)	1527.09	0 - 0 - 40	<u>220.00</u>	Seleccionado
(2)	1516.97	75 - 40 - 80	1334.30	Eliminado
(3)	1509.67	50 - 20 - 60	911.40	Eliminado
(4)	1301.56	50 - 40 - 80	1145.80	Eliminado
(5)	1294.14	25 - 40 - 60	847.30	Eliminado
(6)	1261.30	75 - 40 - 60	1224.30	Eliminado
(7)	1186.78	50 - 60 - 60	1160.20	Eliminado
(8)	1141.68	75 - 60 - 60	1348.70	Eliminado
(9)	1091.43	75 - 60 - 80	1458.70	Eliminado
(10)	1077.02	50 - 40 - 40	925.80	Eliminado
(11)	1067.20	50 - 60 - 80	1270.20	Eliminado
(12)	1053.13	75 - 60 - 100	1568.70	Eliminado
(13)	824.74	50 - 40 - 60	1035.80	Eliminado
(14)	728.46	100 - 60 - 80	1647.20	Eliminado
(15)	692.18	75 - 80 - 80	1583.10	Eliminado

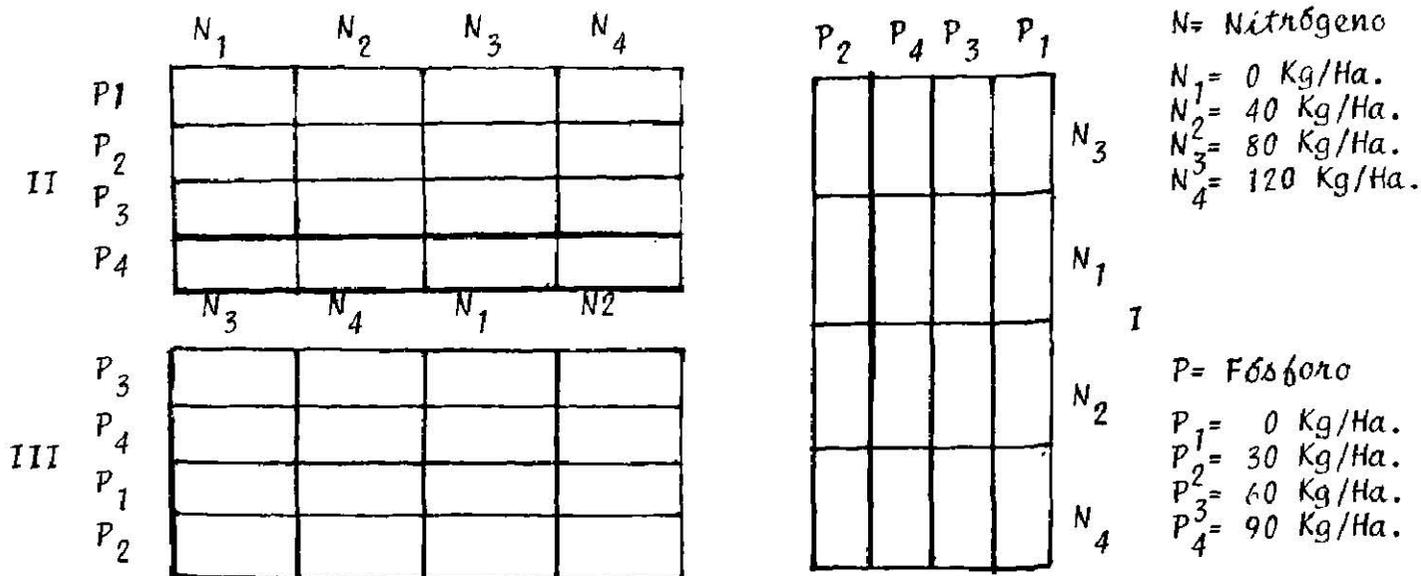


figura 1. Distribución de tratamientos en cada parcela y por repetición; ensayo 1 Sn. Pedro Topiltepec, 1974.

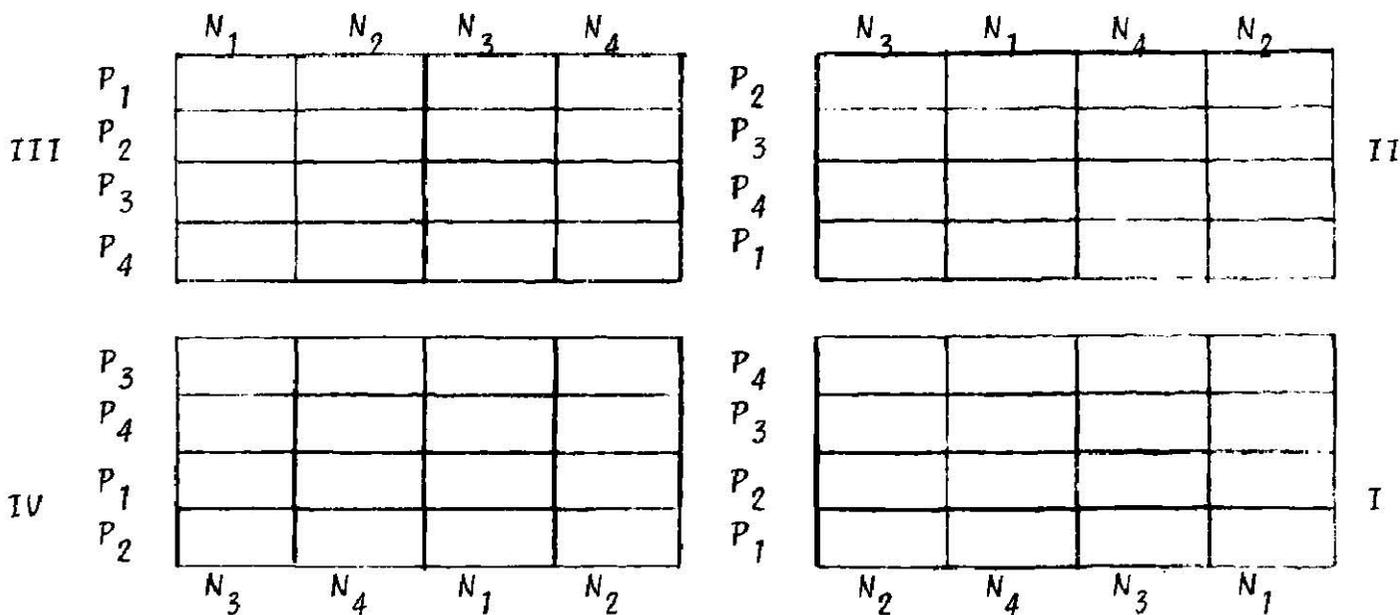


figura 2. Distribución de tratamientos en cada parcela y por repetición; ensayo 2 Xacañil 1974.

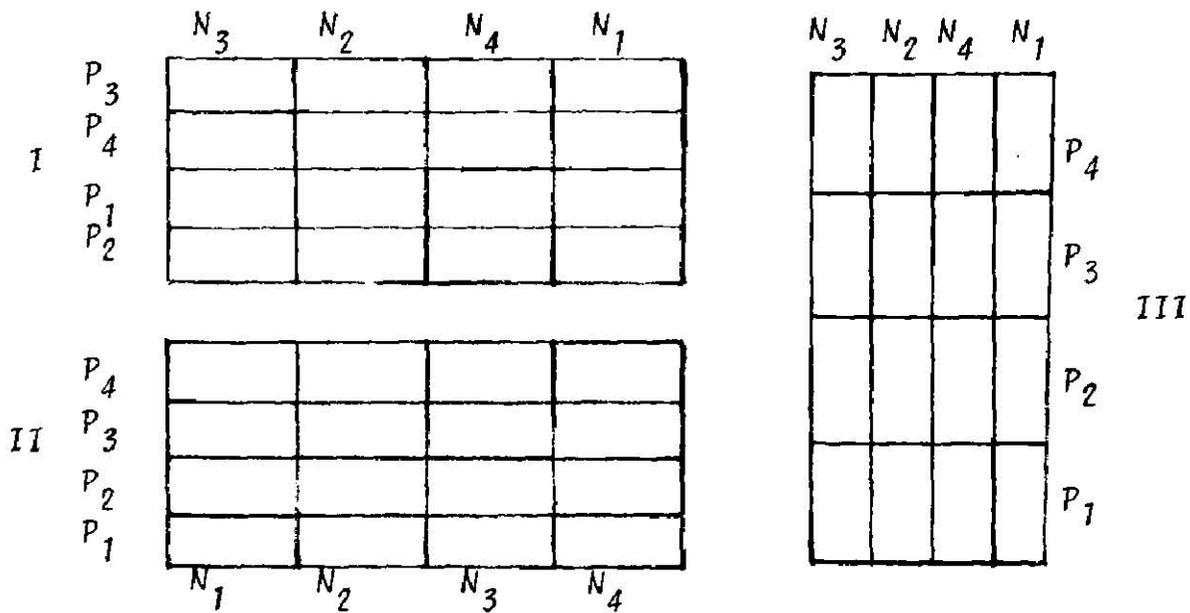


figura 3. Distribución de tratamientos por parcela y repetición; ensayo 3 Sn. Mateo Yucucuy 1975.

16	1	13	11
4	5	3	8
12	6	14	15
10	7	9	2

1	5	2	15
16	6	13	10
4	14	11	8
12	9	3	7

6	16	15	13
1	5	14	11
4	7	9	8
3	10	12	2

14	6	2	3
9	5	7	1
10	15	11	4
12	13	8	16

figura 4. Distribución de tratamientos por parcela y repetición ensayo 4 Xacañil, 1975.

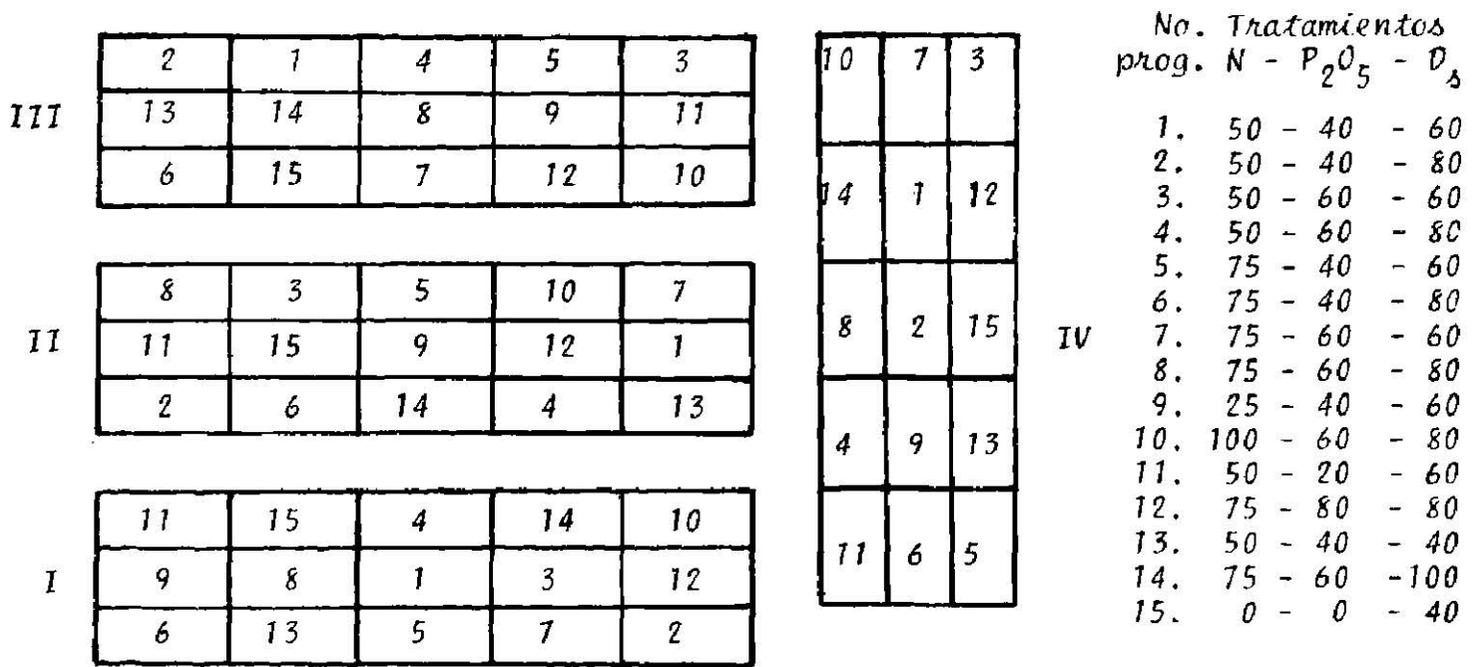


figura 5. Distribución de tratamientos en cada parcela y por repetición, ensayo 5, Suchixtlahuaca, Coixt., 1977.

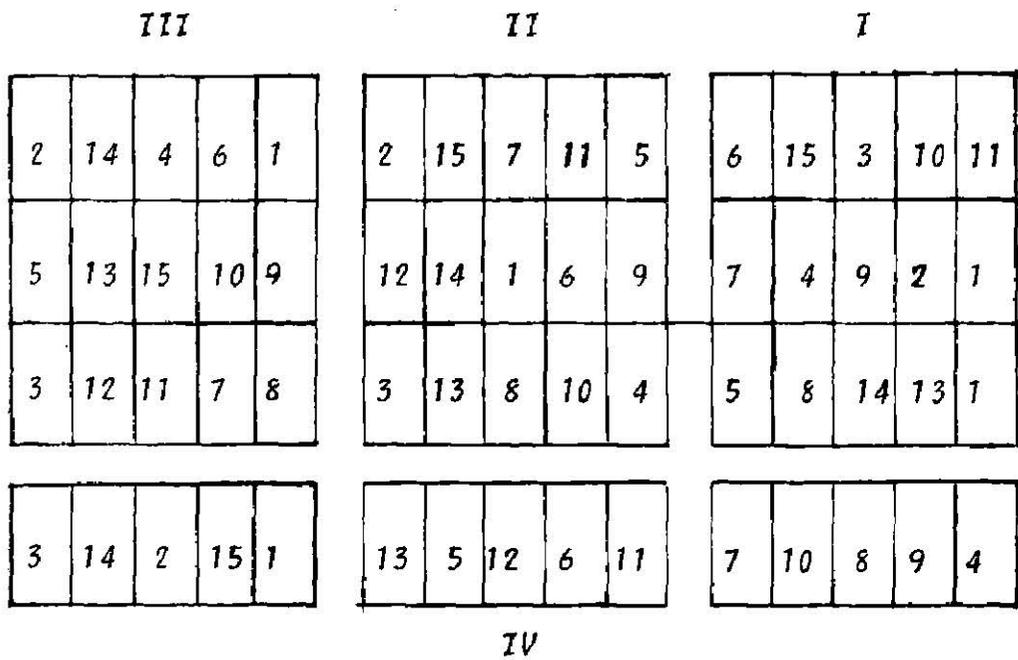


figura 6. Distribución de tratamientos en cada parcela y por repetición, ensayo 6, Yucuita, Nochix., 1977

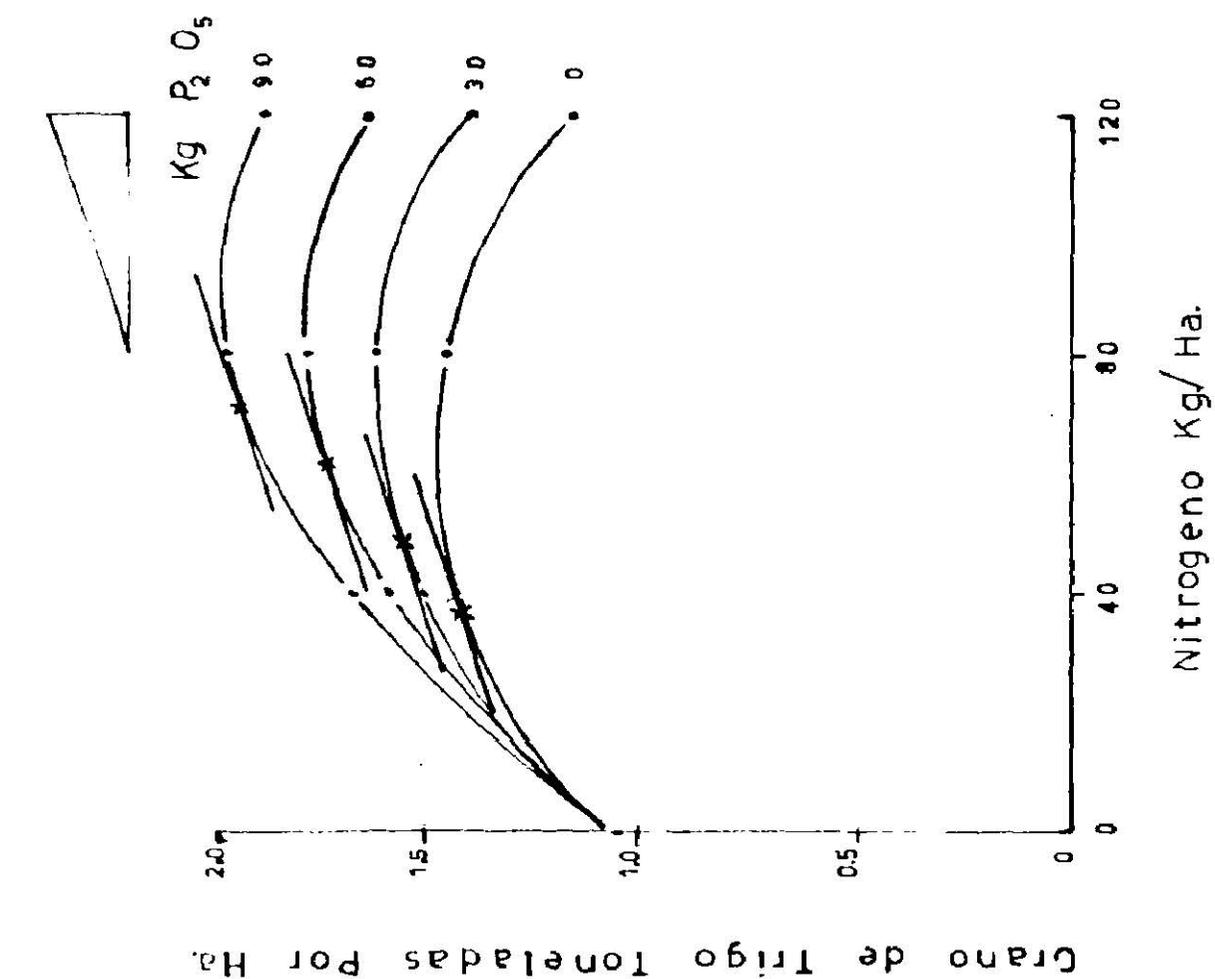
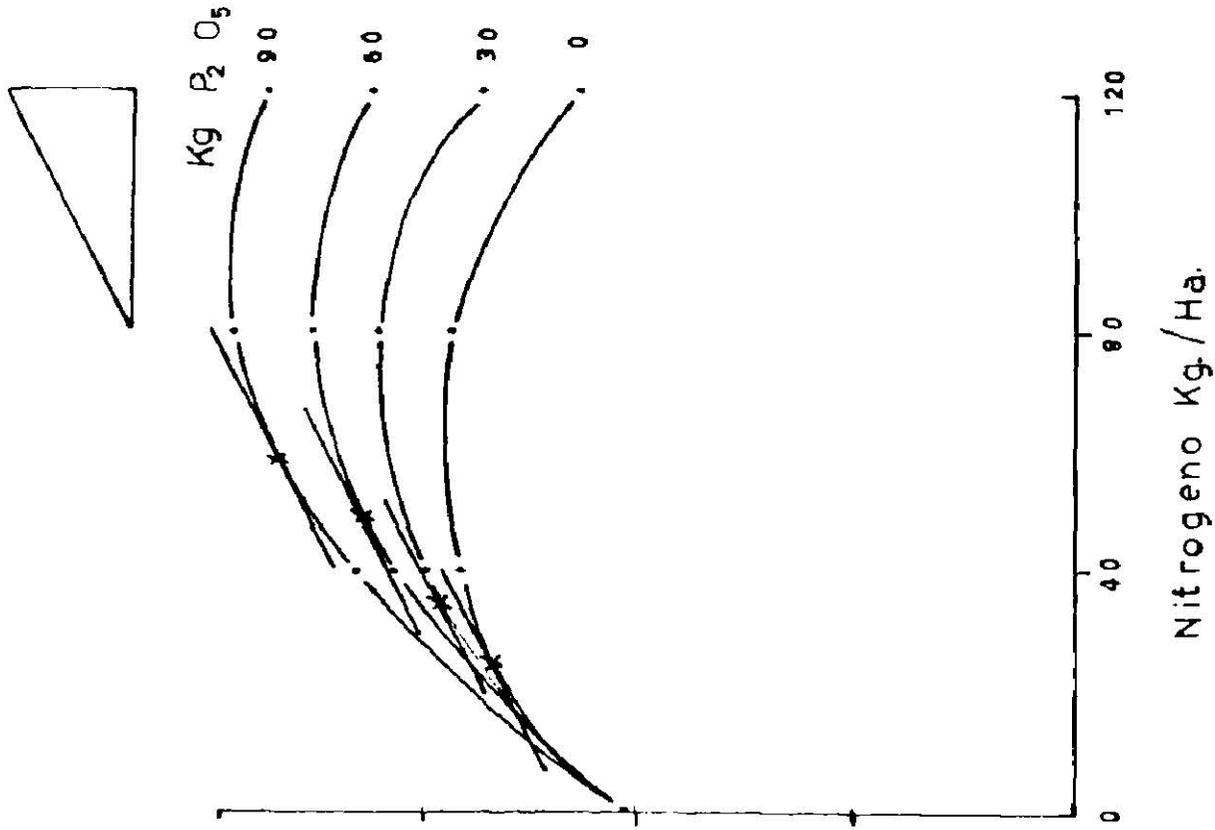


FIGURA 7 Niveles optimos economicos con tasa de retorno al capital
 0 y 50% utilizando el metodo grafico
 Topiltepec Teposcolula CAEMOAX 1974

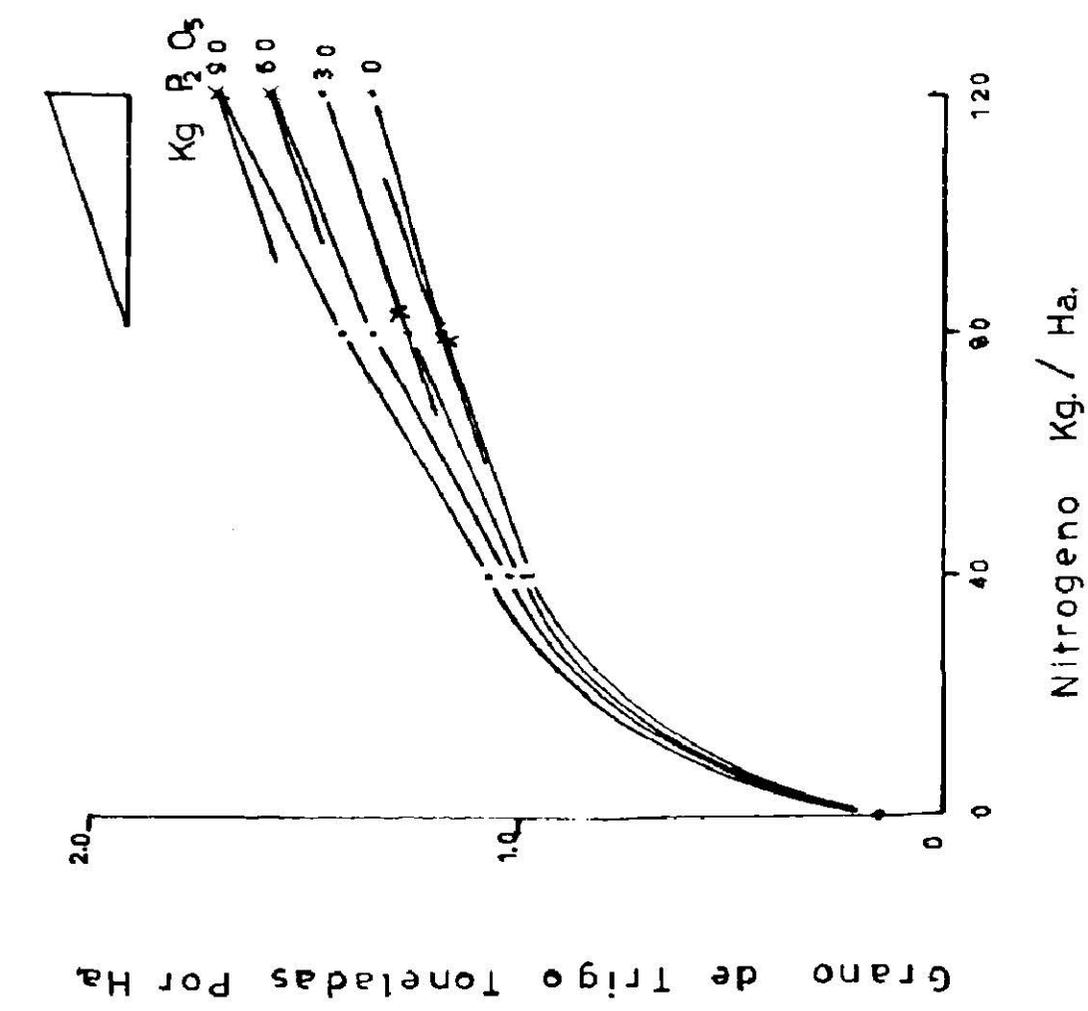
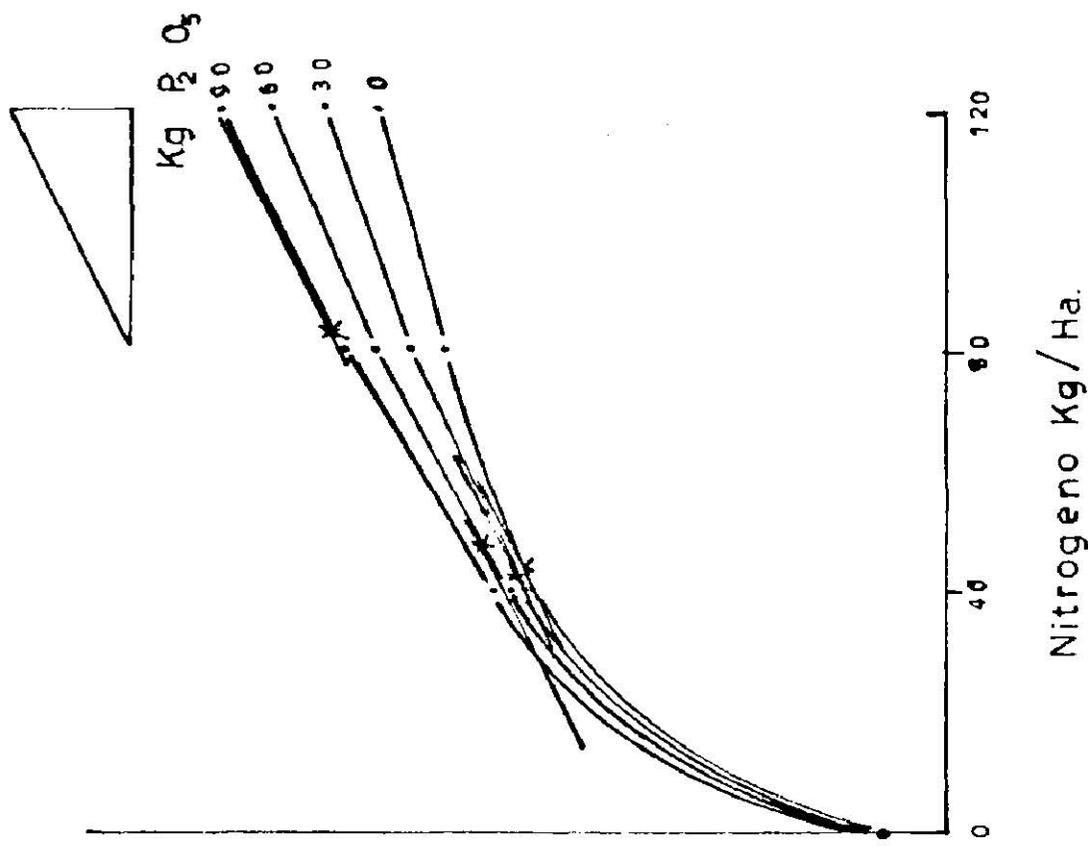


FIGURA 8 Niveles optimos economicos con tasa de retorno al capital 0 y 50% utilizando el metodo grafico

Xacachi Nochi. CAEMOAX 1974

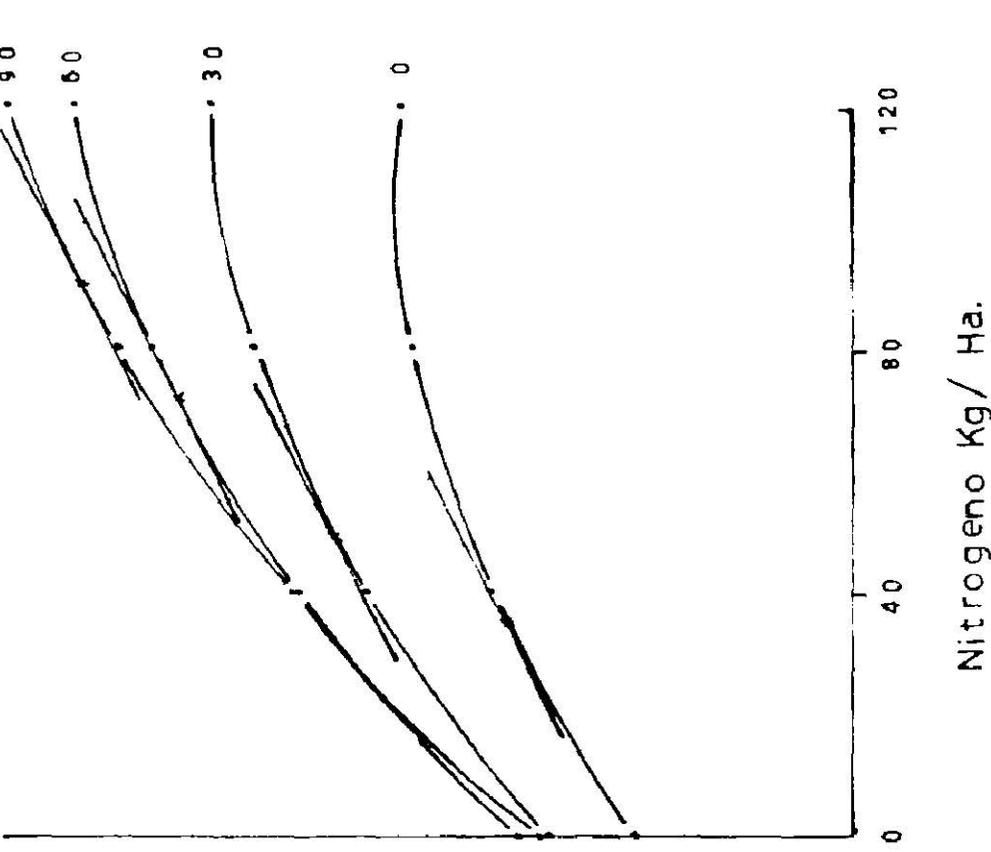
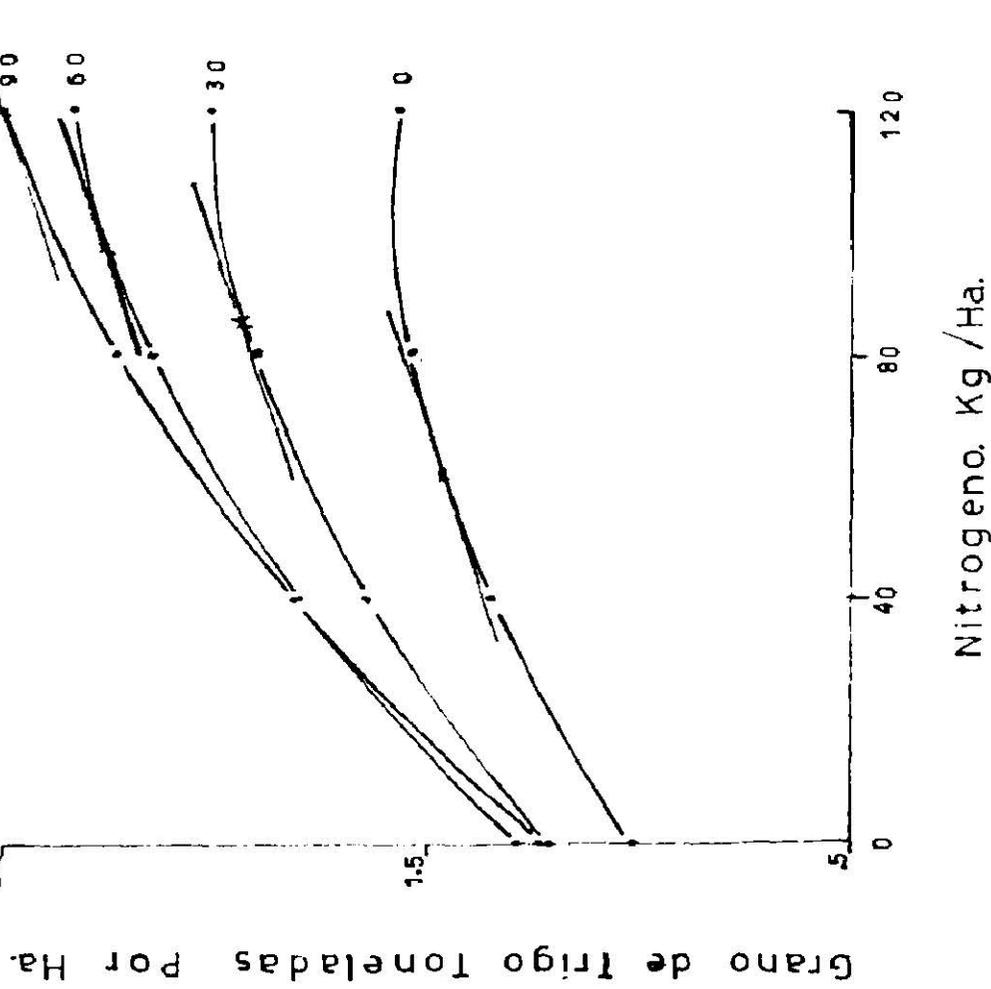


FIGURA 9 Niveles optimos economicos con tasa de retorno al capital 0 y 50% utilizando el metodo grafico
 Sn. M. Yucucuy Noch, CAEMOAX 1975

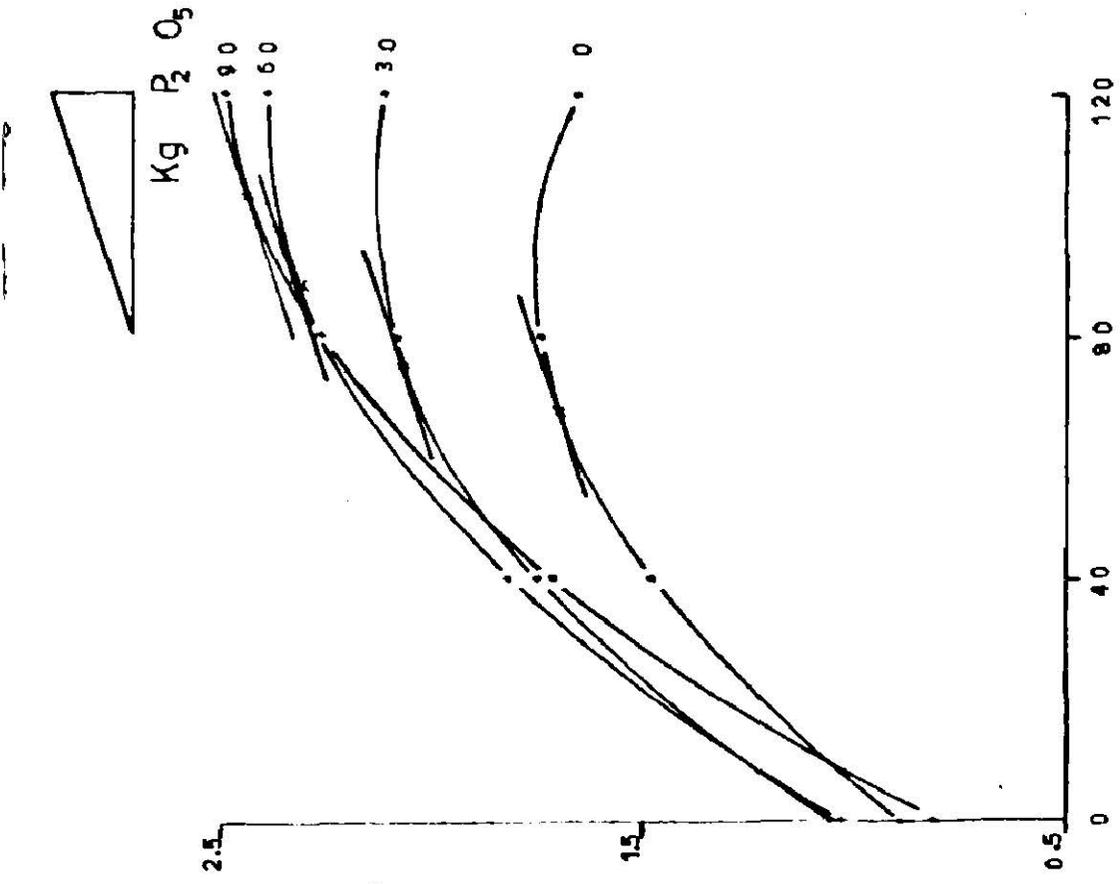
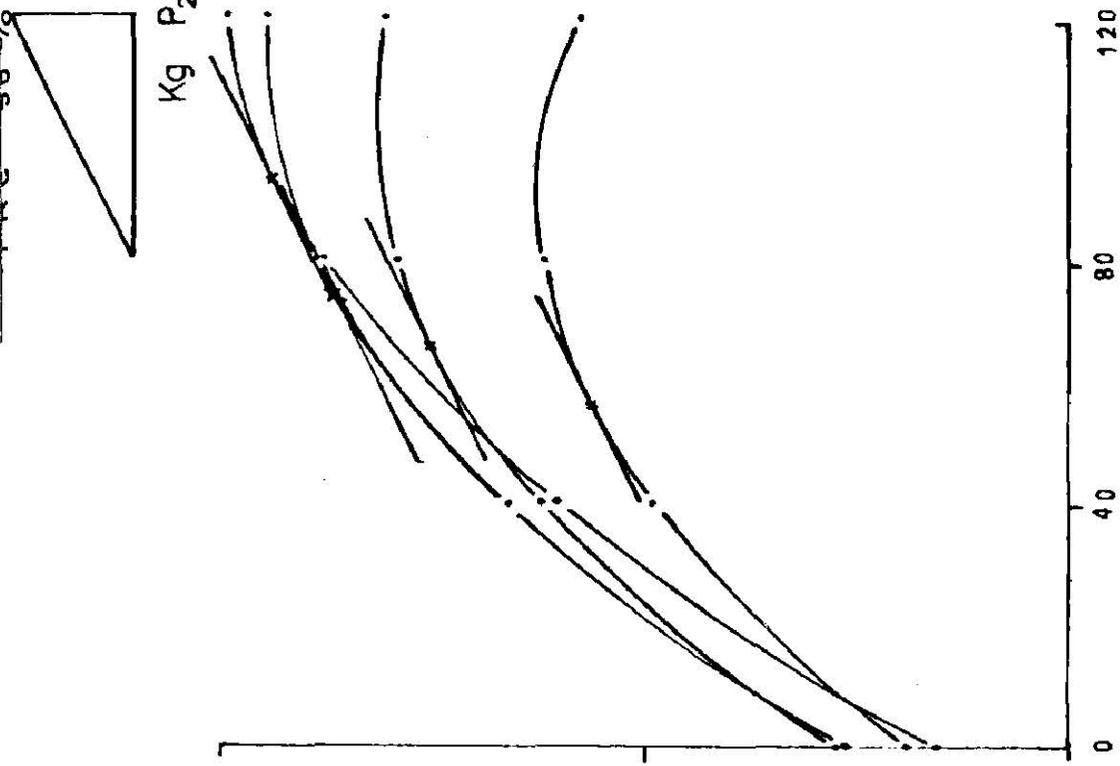


FIGURA 10 Niveles optimos economicos con tasa de retorno al capital
 0 y 50% utilizando el metodo grafico
 Xacañi Noch. CAEMOAX 1975

100

