

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



La Investigación Agrícola en el Area del Plan Zacapoaxtla

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA

RICARDO RODRIGUEZ ORTIZ

GUADALAJARA, JALISCO, 1975

DEDICATORIAS

CON MUCHO CARIÑO A MIS PADRES

EVA Y RICARDO

A MIS HERMANDS

JOSE LUIS, MAURA, GLORIA, SALVADOR Y LUIS JAVIER

A MI ESCUELA Y PROFESORES

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

### AGRADECIMIENTOS

Al Lic. José Luis Rodríguez, quién en forma entusiasta me orientó para la elaboración de éste trabajo.

Al Ing. Luciano Vidal García, por los consejos aportados para el desarrollo del trabajo.

A la Srita. Martha Andrade Gómez, por la ayuda en la transcripción del manuscrito.

A todos mis compañeros de trabajo que tan entusiastamente me apoyaron y orientaron en la elaboración del presente.

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*

## T A B L A   D E   C O N T E N I D O

	Pág.
RECONOCIMIENTO.....	1
INDICE DE CUADROS.....	11
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
III. ANTECEDENTES EN EL AREA.....	7
IV. OBJETIVO E HIPOTESIS.....	8
V. CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DEL AREA.....	9
5.1) Localización Geográfica del Área.....	9
5.2) Factor climático.....	9
5.3) Factor edáfico.....	10
5.3.1) Orografía.....	10
5.4) Factor biótico.....	11
VI. MATERIALES Y METODOS.....	11
6.1) Procedimiento para establecer el experimento.....	11
6.2) Tratamientos ensayados.....	12
6.3) Fertilización.....	12
6.4) Investigación desarrollada en el campo.....	13
VII. RESULTADOS.....	14
VIII. DISCUSION.....	23
IX. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	25
X. BIBLIOGRAFIA.....	40



INDICE DE CUADROS

ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

	Pág.
CUADRO Nº 1. Rendimiento de maíz en grano al 14% de humedad expresado en toneladas/Ha. tratamientos: N P $\frac{0}{2}$ $\frac{0}{5}$ . Ciclo 74/74. Región Zacapoaxtla.	16
CUADRO Nº 2. Fecha en que se presentó la sequía en la zona donde se practican los sistemas agrícolas maíz solo y maíz-frijol enredador.	18
CUADRO Nº 3. Análisis químico de suelos en los sitios experimentales.	19
CUADRO Nº 4. Análisis de las varianzas para el rendimiento de grano en cada sitio.	20

INDICE DE GRAFICAS

Matriz experimental Plan Puebla I y gráficas de respuestas del maíz a la fertilización nitrogenada y fosfórica.	27
---	----

## I INTRODUCCION.

El área del Plan Zacapoaxtla abarca 7 municipios de la parte norte - del Estado de Puebla (Zacapoaxtla, Nauzontla, Xochiapulco, Xochitlán, --- Cuetzalan, Zoquiapan y Huitzilán), con una superficie total de 59,600 Has. La superficie dedicada al cultivo es de alrededor de 16,000 Has., de las cuales el 97% son de temporal. Un 60% de la superficie cultivada se dedica al cultivo de maíz y asociaciones maíz-frijol. En la estación de in---vierno se siembra la papa, el ebo, el chicharo, la lenteja, la cebada, el trigo y el haba.

El área se encuentra enclavada en la Sierra de Puebla en las inmedia---ciones de la Sierra Madre Oriental. El tipo de relieve predominante es el quebrado con variación de alturas sobre el nivel del mar entre 300 a más---de 2,000 metros.

Los sistemas de cultivo predominantes en las partes altas:

- 1) Papa en el invierno, asociación maíz-frijol enredador en el verano.
- 2) Asociación maíz-frijol enredador e intercalado con frijol de mata.
- 3) Asociación maíz-frijol enredador y
- 4) Maíz solo.

Los sistemas más comunes en las partes bajas son el maíz solo, fri---jol solo y las plantaciones de cafeto.

Según el censo de población de 1970, el total de habitantes en el --área es de 74,303. La población económicamente activa es de 21,273 con un 81% de ésta población, o sea 17,202 a la agricultura y ganadería.

La tenencia de la tierra es la pequeña propiedad, contando aproxima---damente con el 90% de la superficie cultivada. Hay 7 ejidos en el área - con una dotación ejidal de 1,877 Has., de las cuales 1,079 Has. son dedi---cadas al cultivo. Esta área ejidal se distribuyó entre 641 ejidatarios - con dotación definitiva, dando un promedio por ejidatario de 3 Has. apro---ximadamente.

El área de trabajo se comunica de norte a sur por una carretera asfaltada, la cual se conecta con caminos de acceso transitables solo en épocas de seca.

De acuerdo con lo antes expuesto se ve la importancia que tiene el maíz dentro del área y que no ha dejado de ser un cultivo de subsistencia, resalta más su importancia y la necesidad de enfocar nuestra atención a los problemas que se nos plantean para elevar su producción por unidad de superficie.

Lo benigno del temporal aunado al discordante crecimiento entre población y producción, precisa de grandes esfuerzos encauzados a proporcionar un mejoramiento en las condiciones económicas y sociales de la población rural. Si deseamos una producción abundante derivada del trabajo, los agricultores necesitan conocer y aplicar las prácticas modernas: Conservación y mejoramiento del suelo, uso de fertilizantes, combate de plagas, control de malas hierbas, etc. Con las cuales se puede obtener una mejor producción.

Al conocer los factores modificables que afectan el rendimiento de maíz, se planearon los trabajos para una investigación que sin caer en el tradicionalismo fuera lo suficientemente confiable para aumentar los rendimientos y por consiguiente los ingresos de los agricultores que practican una agricultura de temporal.

Esto último es pues el objeto del presente trabajo.

## II. REVISION DE LITERATURA.

2.1 La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción en cultivos.

Se propone el uso de matrices experimentales que permiten una interpretación gráfica de los resultados de ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Las matrices Plan Puebla I, Plan Puebla II y Plan Puebla III reflejan en su diseño el conocimiento agronómico de la dirección del aumento en el rendimiento cuando se estudia la respuesta simultánea de un cultivo a más de un factor limitativo.

En comparación con las matrices usadas comunmente en México, las matrices Plan Puebla son más eficientes en cuanto al sesgo y menos eficientes en cuanto a la precisión. Se presentan recomendaciones para el uso de las matrices Plan Puebla según el interés del investigador por una interpretación gráfica o matemática.

A partir de la década pasada los Agrónomos Mexicanos hemos adoptado un método agronómico-matemático para diseñar recomendaciones óptimas para la producción de cultivos.

Este método consiste en llevar a cabo experimentos de campo en que se trata el cultivo con varias combinaciones de factores modificables de la producción: Fertilizantes, densidad de población, combate de malezas y otros, de acuerdo a un cierto diseño de tratamientos o matriz experimental: (cuadrado o cubo doble, San Cristobal, central compuesto, etc.). El rendimiento experimental se expresa como una función de los factores experimentales, según algún modelo aproximativo. Un caso común es el de la respuesta del maíz, en conjunto.

Durante el período de 1967 a 1970, los técnicos del Plan Puebla, se encontraron con la necesidad de interpretar su trabajo experimental 25 a 40 experimentos por año, siguiendo el método matemático y llegar a recomendaciones de producción con oportunidad para el inicio del siguiente ciclo de siembra. Tanto para fines de asistencia técnica para los agri-



cultores como para la continuidad del proceso de investigación, el trabajo experimental del ciclo anterior debería de estar procesado e interpretado durante la segunda quincena de enero, ya que las siembras se inician a mediados de mayo.

En el período de 1967 a 1970 inclusive, la experiencia en el uso del método matemático mostró dos clases de problemas: (1) inoportunidad en la obtención de las recomendaciones y (2) resultados ilógicos en cuanto a los tratamientos óptimos económicos en casi la mitad de sus experimentos.

En respuesta a estos problemas, se desarrolló una familia de matrices experimentales que se les ha llamado matrices Plan Puebla, las cuales han introducido la flexibilidad al método matemático, para permitirse la interpretación gráfica, además de la matemática.

En el período de 1971 a la fecha, se ha usado con éxito la matriz --- Plan Puebla en cerca de 500 experimentos de campo. Estos experimentos han involucrado a las fertilizaciones nitrogenada, fosfórica y potásica, al uso de gallinaza, a las densidades de población y a las dosificaciones de herbicida, en los cultivos de maíz, frijol, papa, trigo y cebada. Estos experimentos se condujeron en los estados de Puebla, México, Tlaxcala y de Veracruz y en países como Honduras, Colombia y Perú.

### 2.1.1 La matriz experimental Plan Puebla.

En la matriz Plan Puebla, está implícito el conocimiento agronómico sobre las relaciones de respuesta de cultivo en conjunto, a varios factores limitativos. Por ejemplo cuando el maíz responde en conjunto a los fertilizantes nitrogenados y fosfóricos, sabemos que la dirección en que aumentaron los rendimientos en el espacio bivariado de exploración:  $(N_1-N_2)$   $(P_1-P_2)$ , a partir de cualquier punto  $N_1P_1$  sería al NE y no en ninguna otra dirección. Lo anterior será cierto cuando los valores  $N_2$  y  $P_2$  representan niveles no mayores a aquellos con los que se elimina las deficiencias respectivas. En conjunto, solo franja diagonal de dirección SO-NE tiene interés agronómico. Las esquinas SE y NO tienen casi interés práctico para el agricultor. Si bien el anterior representa el caso común en la experiencia agronómica puede haber, desde luego, combinaciones de factores limitativos para los que la dirección del aumento en la producción sea diferente a la-

que aquí se menciona.

El conocimiento sobre la dirección del aumento en el rendimiento, puede aprovecharse para introducir la flexibilidad de una interpretación gráfica, al método matemático, a la vez que se mantiene una razonable eficiencia frente al sesgo y de precisión, es que la familia de matrices Plan Puebla está íntimamente asociadas con el concepto espacio de exploración.

### 2.1.2 Espacio de Exploración.

Se conoce como espacio de exploración, a la fracción de una línea, a un cuadrado, a un cubo, a un hiper cubo de 4 dimensiones, a un hiper cubo de  $n$  dimensiones, según se trata del estudio en conjunto de 1, 2, 3, 4 hasta  $n$  factores de la producción. En la dimensión de cada factor el espacio de exploración estará enmarcado por un límite inferior y un límite superior de dicho factor.

Para cada uno de los factores en estudio, el investigador seleccionará como límite superior, la mínima cantidad del factor que a su juicio suprime o casi suprime la deficiencia del factor, bajo condiciones en que los demás factores están a su nivel mínimo, no limitativo.

El límite inferior para cada factor, será el mínimo nivel que tiene interés práctico. Este nivel no tiene que ser cero automáticamente para los fertilizantes. En el caso del nitrógeno por ejemplo, el investigador puede frecuentemente reconocer las condiciones en que el cultivo sin fertilizar, crecerá con deficiencia de este nutrimento. Aquí el investigador no duda si habrá o no respuesta a nitrógeno, sino su duda es de cual será la dosis óptima del fertilizante nitrogenado. En el caso del fertilizante fosfórico lo frecuente es que el investigador no pueda prever con certeza si el cultivo sin fertilizar crecerá o no con deficiencia de fósforo. Mientras para el factor nitrógeno el investigador podrá seleccionar como límite inferior un valor mayor que cero, en el caso del factor fósforo y de otros factores que se comporten de manera similar, tendrá que comenzar del valor cero.

## 2.2 Relaciones empíricas entre el rendimiento del maíz de temporal y algunos factores ambientales.

El objetivo principal de este trabajo fue generar una ecuación empírica generalizada, que pudiera usarse para generar recomendaciones de producción de maíz de temporal en una región en donde el régimen de lluvia es benigno.

Se observó que los rendimientos varían entre sitios, ésta variación puede ser al azar o de tipo sistemático. Hay que probar que esta variación no es al azar y que se puede asociar con variables de morfología, de manejo, etc.

Otra observación es que en los sitios que se obtuvieron los rendimientos más bajos también presentan los coeficientes de variación más altos. También se observaron efectos de tratamiento.

En relación a las repeticiones en el 50% de los sitios, este factor fué significativo con una probabilidad de cometer error del 5%.

Esto indica que la distribución de las repeticiones en el campo fué eficaz para reducir el error experimental. Esto mejoró la comparación entre los tratamientos, en el 50% de los sitios. En el resto o no era posible estratificar la heterogeneidad del suelo, en cuyo caso se debió usar el diseño completamente al azar, o bien habría que haber usado algún otro diseño que permitirá estratificar dentro de la repetición, bloques incompletos.

Después de realizar el análisis de varianza, se calculó la regresión múltiple para cada sitio, entre el rendimiento y las variables N, P, D,  $N^2$ ,  $P^2$ ,  $D^2$ , NP, ND Y PD. De ésta manera los efectos de los factores en estudios se pueden definir.

El análisis de los coeficientes de la ecuación de regresión es necesario para conocer mejor como los factores bajo control experimental afectan los rendimientos en cada sitio.

### III. ANTECEDENTES EN EL AREA.

Se hicieron recorridos por la zona para formarse un juicio de los factores modificables ó inmodificables cuya variación afectaría el rendimiento. Se entrevistaron a varios agricultores de la región para conocer sus prácticas de producción. De manera general los métodos de producción de maíz en la zona, son los siguientes:

En una parte del área en estudio (zona papera) los agricultores acostumbra hacer siembras de relevo con los cultivos papa-maíz. La siembra de la papa se hace en Octubre-Noviembre y el maíz un mes antes de cosechar la papa, es decir Febrero-Marzo. De éste modo al rascar la papa aprovechan para darle la primera labor al maíz y agregarle el fertilizante que sobra del cultivo de la papa. Por lo general las siembras las acostumbra hacer a una distancia de 1 M2., depositando 4 y 5 semillas por golpe. Con éste sistema obtienen una población de 35 a 40 mil plantas/ha. La semilla que se usa es criolla.

Los agricultores acostumbra aplicar una tonelada de fertilizante de la fórmula 6-10-10 a la hora de sembrar la papa. Al maíz por lo general no le aplican más fertilizante que el que sobra del cultivo anterior. Las plagas y las enfermedades en ésta parte de la zona son escasas a excepción del fraile y la tuza que causan daños considerables a los cultivos.

Antes de llegar a la madurez fisiológica del grano, acostumbra doblar la planta para evitar la pudrición por exceso de humedad y el ataque de los pájaros. La cosecha se hace en los meses de Octubre y Noviembre para preparar inmediatamente los terrenos para la siembra de papa. La mazorca la cortan con todo y hojas para almacenarla.

En otra parte de la zona se acostumbra sembrar maíz con frijol enredador todos los años. La siembra se efectua en los meses de febrero y marzo y la cosecha en noviembre y diciembre. El ciclo biológico del maíz en ésta parte del área es de nueve meses. La distancia a la que acostumbra sembrar los agricultores es de 1 M2. y la semilla utilizada es la

criolla, depositando de 4 y 5 semillas por golpe. Con éste método obtienen una población de 35 a 40 mil plantas por hectárea. Algunos agricultores acostumbran aplicar de 300 a 500 kg. de la fórmula 10-8-4, a un lado de la planta antes de la primera labor de cultivo. Las malezas las controlan dando tres labores de cultivo, labra a los 30 días, media tierra a los 50 y aterradura a los 70 días después de la siembra. En ésta parte de la zona al igual que la antes mencionada no tiene muchos problemas de enfermedades y plagas. La excepción son las tuzas y la gallina ciega que ataca con mayor intensidad a las partes más altas del área en estudio y en más baja escala el frailecillo. La tuza y la gallina ciega que se encuentra en la mayoría de los terrenos de la región, causan daños considerables en la densidad de plantas por hectárea y por consecuencia en el rendimiento. Antes de llegar a la madurez fisiológica del grano, acostumbran despuntar para aprovechar ésta parte de la planta como alimento para el ganado. La cosecha la hacen en piz y la mazorca la cortan con un poco de hojas para almacenarla.

#### IV. OBJETIVO E HIPOTESIS.

El objetivo principal del trabajo fué el de generar recomendaciones específicas para aumentar los rendimientos de producción del maíz en la región, en donde se practica una agricultura de subsistencia.

De acuerdo con el objetivo anterior, se plantearon las siguientes hipótesis:

- 1) La dosificación de fertilizantes nitrogenados principalmente usados en la región limita los rendimientos de maíz de temporal.
- 2) La respuesta del maíz a estos factores, está afectada por la variación climatológica, por la morfología del suelo, por su fertilidad nativa y por el manejo del terreno.
- 3) Las prácticas tradicionales que realiza el agricultor, tales como sembrar en sentido de la pendiente, limitan los rendimientos de maíz de temporal en la zona.

## V. CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DEL AREA.

### 5.1) Localización Geográfica de la zona.

La región donde se desarrolló este trabajo se encuentra localizada en la parte norte de la sierra del Estado de Puebla, geográficamente está situada entre los 25°5' de latitud norte, 97°25' y 97°50' longitud occidental del Meridiano de Greenwich.

Esta región tiene las características de una zona maicera de temporal. Existe tecnología agrícola que es deficiente en ciertos aspectos por lo que se cree que los rendimientos son bajos; la presión demográfica es alta, el tamaño de la parcela es pequeño, existen fuertes limitaciones de capital y el nivel educacional de los agricultores por lo general es bajo. Por otro lado la ecología de la zona (clima y suelos) parece ser adecuada para obtener rendimientos más altos de los que actualmente se tienen. En estas condiciones el maíz es un cultivo de subsistencia.

En la actualidad existe interés de las autoridades gubernamentales en promover el desarrollo de la zona agrícola de temporal. Se cree que la investigación agrícola realizada bajo ciertas características específicas debe ser el motor principal para aumentar los rendimientos de maíz en estas condiciones.

### 5.2) Factor climático.

Según el mapa de climas elaborado por la CETENAL, basándose en el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por E. García en 1964, se considera el área con los climas siguientes:

Clima semicálido: El más cálido de los templados, con temperatura media anual mayor a los 18° C. y la del mes más frío menor de 18° C., en verano cálido, temperatura media del mes más caliente mayor a 22° C.

Climas templados: Temperatura media anual entre 12<sup>o</sup> y 18<sup>o</sup>C., y la del mes más frío entre 3<sup>o</sup> y 18<sup>o</sup>C.

Sub-grupo de clima templado: Templado húmedo con lluvias en verano precipitación del mes más seco menor a 40 mm.

Se puede resumir que el área de trabajo cuenta con climas semicálido, subhúmedo y el templado húmedo. Estos climas varían o es modificado por altura sobre el nivel del mar.

### 5.3) Factor Edáfico.

Son suelos de montaña de origen sedimentarios, formado por cenizas volcánicas los cuales se han venido sedimentando a través del tiempo hasta formar el tipo de suelo que se tiene en la actualidad, en donde se han observado afloraciones de tipo calcáreas, principalmente de carbonatos y bicarbonatos, encontrándose valores de PH que van de 4.96 hasta 6.18.

La texture del suelo es variable dependiendo de la posición fisiográfica del mismo; en términos generales se han identificado texturas arena-migajosa, migajón-arenoso, migajón-limoso y franco principalmente además migajón-arcilloso; con cantidades de M.O. que van de 0.22% a 14.10%.

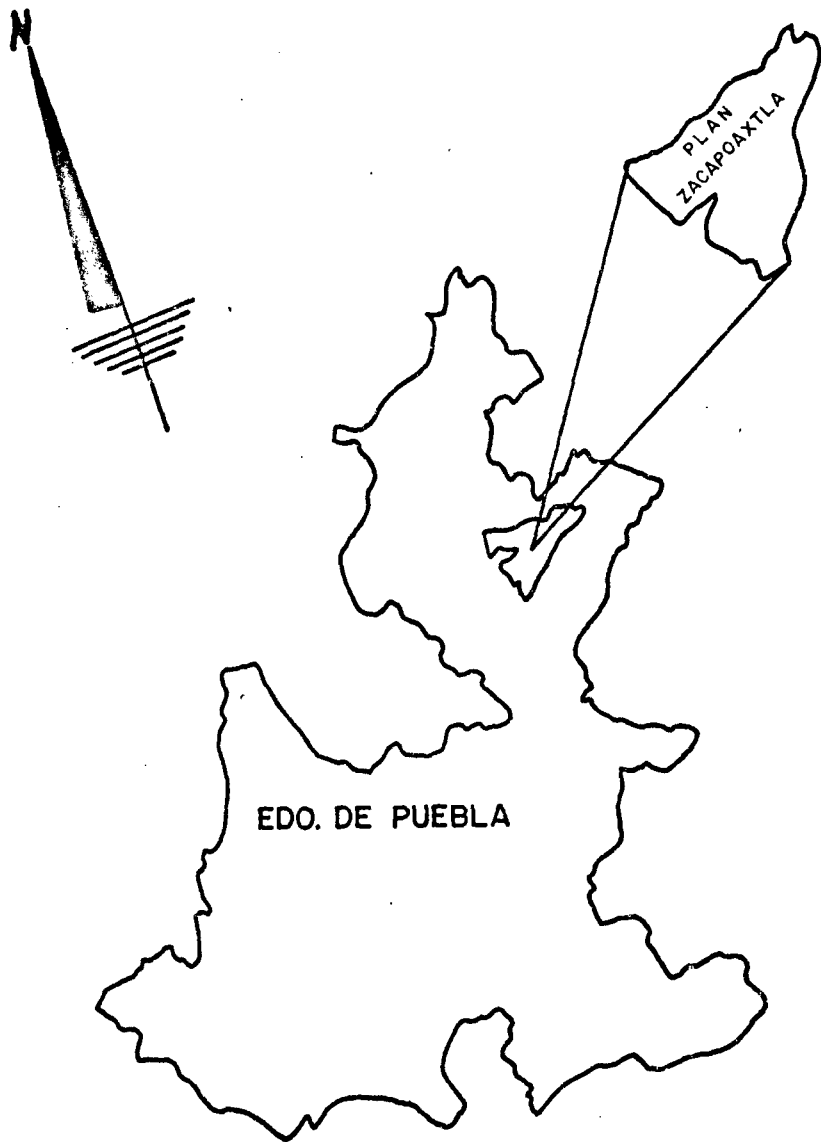
#### 5.3.1) Orografía.

La orografía predominante es el montañoso, formando parte de la Sierra Madre Oriental, observándose alturas que fluctúan desde los 300 a los 2,100 metros sobre el nivel del mar.

Existiendo pendientes muy fuertes, alcanzando en algunos casos hasta 45% o más de inclinación así mismo se han observado cañadas y algunos cañones y cantiles que son de muy difícil acceso.

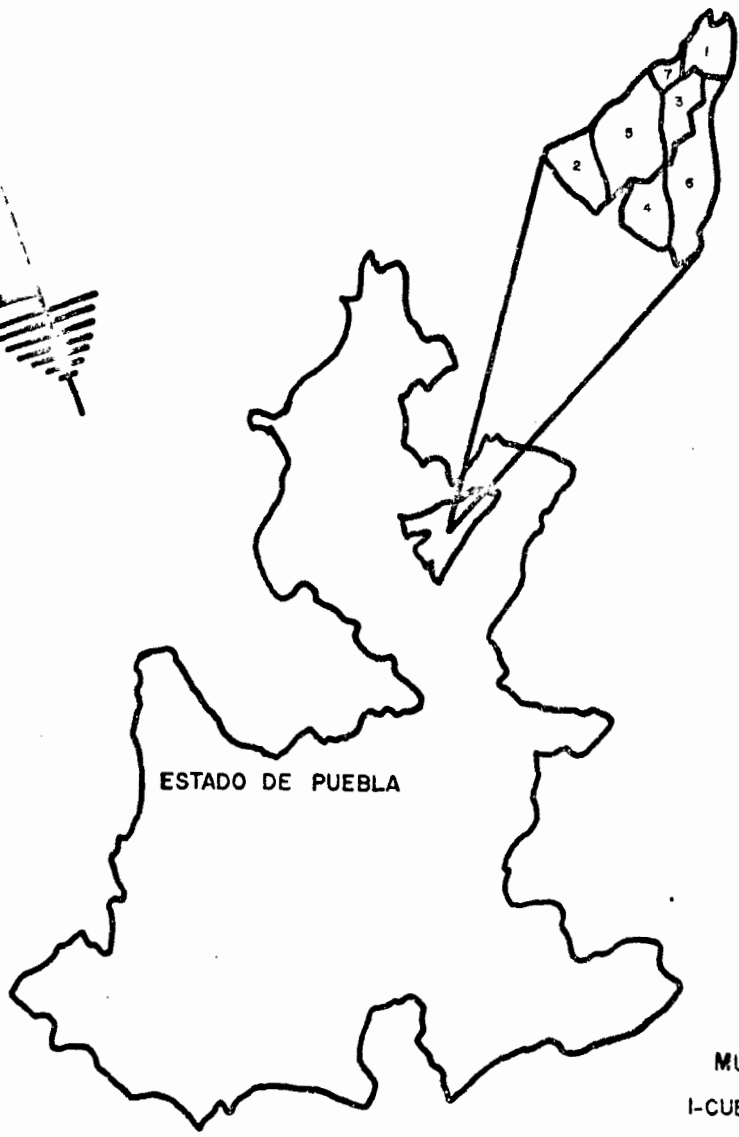
La topografía es sumamente accidentada, atravesadas por diversas corrientes fluviales.

LOCALIZACION DEL AREA DEL PLAN ZACAPOAXTLA  
DENTRO DEL ESTADO DE PUEBLA





LOCALIZACION DEL AREA DEL PLAN ZACAPOAXTLA  
DENTRO DEL ESTADO DE PUEBLA



ESTADO DE PUEBLA

MUNICIPIOS

- 1-CUETZALAN
- 2-HUITZILAN
- 3-NAUZONTLA
- 4-XOCHIAPULCO
- 5-XOCHITLAN
- 6-ZACAPOAXTLA
- 7-ZOCHIAPULCO

#### 5.4) Factor Biótico.

En las partes altas la vegetación predominante la constituye las - asociaciones de pino y encino, predominando las primeras especies, aunque la existencia de ésta vegetación es muy escasa debido sobre todo a la talada inmoderada de que ha sido objeto. La cual ha provocado que -- existan terrenos con pendientes muy pronunciadas donde no existe vege- tación por dedicarse estas al cultivo o en menor escala a la explota--- ción de pastos.

Existen otras especies en estas partes altas donde predomina el -- clima templado del tipo de frutales tales como el ciruelo, manzano, du- razno, aguacate, nogal, membrillo y otras especies de éste tipo de cli- ma.

Las especies existentes en la parte baja del área, abajo de los - 1,000 metros de altitud predomina la selva baja, arbustiva tales como - el zapotillo, algo de cedro rojo y algunas otras especies, además se en- cuentran frutales tales como el mango, aguacate, los cítricos, predomi- nando el cafeto; existen además residuos de árboles de pimienta.

#### VI. MATERIALES Y METODOS.

Este trabajo se llevó a cabo durante el ciclo agrícola 74/74.

Material Genético.- El material genético utilizado fue el maíz crio llo de la región.

#### 6.1) Procedimiento para establecer el experimento.

Diseño experimental:	Bloques al azar.
Número de repeticiones:	4
Número de tratamiento:	10
Surcos por tratamiento:	4
Parcelas útil.	2 surcos centrales.
Longitud de surco:	10 metros.

No se planeó la distancia entre mates y entre surcos, porque los ex perimentos se montaron en siembras establecidas.

## 6.2) Tratamientos ensayados.

Para determinar los tratamientos se utilizó la matriz Plan Puebla I para 2 factores.

El espacio de exploración fue de 30 a 120 kg. de N. por Ha. por 0 a 60 kg. de  $P_2O_5$ /Ha. Además de los 8 tratamientos de la matriz Plan Puebla I, se incluyeron un tratamiento testigo y un tratamiento potencial, fertilizando éste último con estiércol de gallina y fertilizantes químicos.

Así pues, los tratamientos ensayados son los siguientes:

- 1.- 60-20-0
- 2.- 60-40-0
- 3.- 90-20-0
- 4.- 90-40-0
- 5.- 30-20-0
- 6.- 120-40-0
- 7.- 60- 0-0
- 8.- 90-60-0
- 9.- 0- 0-0
- 10.- 90-40-0 + 5 Ton. de Gallineza.

## 6.3) Fertilización.

En relación a la época de fertilizar se decidió aplicar 1/3 de Nitrógeno y todo el fósforo en la primera labor, en promedio a los 50 días -- (a causa de lo adelantado de la siembra cuando se llegó a la zona) después de la siembra. La cantidad restante de Nitrógeno se aplicó 110 días después de la siembra en promedio, antes de la última labor de cultivo, (el período vegetativo del maíz es de aproximadamente de 240 a 270 días). Como materiales fertilizantes se emplearon Nitrato de Amonio (33.5% de N) y superfosfato triple de Calcio (46%  $P_2O_5$ ). La aplicación se hizo mateando y a una distancia de 5 cm. de la mata y la parte de arriba ya que son pendientes fuertes.

#### 6.4) Investigación desarrollada en el campo.

Para probar la hipótesis planeada se condujeron 30 experimentos en la región durante el ciclo (año 74) 74-74, donde se estudiaron la respuesta del maíz a Nitrógeno y Fósforo.

En la localización de los sitios se siguieron las normas siguientes:

- 1) Que se captara la mayor variación posible en cuanto a clima, morfología del suelo, manejo del terreno y fertilidad nativa.
- 2) Que se muestreara la mayor variación posible en cuanto a posición fisiográfica.
- 3) Que se muestrearan la mayor parte posible de los sistemas de producción.

En cada sitio experimental se tomaron muestras de suelo, para esto se procedió del siguiente modo: Se muestreó todo el sitio experimental, se tomaron 20 muestras simples a la profundidad de la capa arable (0-30 cm.) con estas muestras se formó una muestra compuesta. De ésta misma manera se muestreó a profundidad de 15-30 cm. Enseguida se procedió a muestrear nuevamente el sitio experimental bajo el mismo esquema. En este momento para cada sitio se tenían 4 muestras completas.

En todos los sitios se efectuaron dos labores de cultivo, efectuándose estas en promedio a los 50 y 110 días después de la siembra. Con estas labores en la mayoría de los sitios se controlaron las malezas por todo el ciclo de cultivo. Sin embargo en algunos sitios fue necesario hacer otro deshierbe con machete para mantener el sitio limpio a la hora de cosechar.

En algunos sitios se presentó ataque de roedores, el cual se trató con FUMIGANTE DELICIA en pastillas. Sin embargo en algunos sitios hubo fallas de población considerables.

En los meses de mayo y junio hubo una sequía prolongada por lo que la planta mostró síntomas de marchitez severa. Se presentó en la fase de desarrollo vegetativo y las plantas se recuperaron pero no en todos los sitios.

Además de las observaciones consideradas de rutina en este tipo de experimentos (respuesta a los factores en estudio, fecha de floración --

masculina y femenina, etc.) a nivel de sitio experimental se colectó la siguiente información: fecha de siembra, variedad empleada (por tamaño y color de la semilla).

Al llegar al término del período vegetativo, la planta se dobló para proteger al grano del ataque de los pájaros y de la humedad. Antes de la cosecha se efectuaron conteos de la población real, número de matas, número de plantas estériles y número de mazorcas perdidas; después de la cosecha se pesó el total de mazorcas, se contó el número de mazorcas cosechadas y el número de mazorcas con fallas de polimización, pudrición y daño de plagas. A cada parcela se le determinó el contenido de humedad del grano y al final se ajustó a un contenido promedio de humedad comercial. También a ciertos tratamientos se les determinó el porcentaje de grano en la mazorca. Al final se calculó el rendimiento de maíz en grano a la humedad comercial del 14%.

## VII. RESULTADOS.

En la etapa de desarrollo de la planta (50 a 60 días después de la siembra) en aproximadamente el 40% de los sitios, se presentaron síntomas visibles de sequía en las plantas, esta sequía fué de magnitud severa, duró aproximadamente 40 días y desapareció cuando se establecieron las lluvias a mediados del mes de junio. La experiencia indica que en ésta etapa la sequía tiene una gran influencia en el rendimiento de grano.

Los experimentos seleccionados en 1974 tuvieron limitaciones por sequía. Por lo tanto y para fines de recomendaciones a los agricultores, este trabajo tiene cierta confiabilidad ya que se desarrolló en las mismas condiciones tanto climáticas como edáficas que los trabajos hechos por los agricultores de la región.

### RESPUESTAS AL NITROGENO Y AL FOSFORO.

Los rendimientos de maíz en grano al 14% de humedad para los diferentes tratamientos y para los diferentes sitios experimentales se observan en el cuadro No. 1

Se observa que los rendimientos varían entre sitios, esta variación puede ser al azar ó de tipo sistemático.

Hay que probar que esta variación no es al azar y que se puede asociar con variables de morfología, de manejo etc.

Otra observación es que los rendimientos más bajos se tuvieron en los sitios 11, 16 y 23. Los coeficientes de variación en 2 experimentos son menores del 20%, en 4 casos están entre el 20 y el 30%, en 3 casos están entre el 30 y el 40% y en 2 es mayor de 40%.

Los experimentos que presentan los rendimientos más bajos también tienen los C.V.\* más altos.

Los análisis de varianza para cada sitio se pueden ver en el cuadro - No. 4

Por medio de un procedimiento gráfico se llegó al tratamiento óptimo-económico, y la primera aproximación para este año en donde se practica el sistema agrícola maíz solo y maíz-frijol enredador, es la fórmula 60-20-0. Este sistema gráfico no prevee cambios en la densidad de población del maíz ni en la distribución de las plantas en el campo.

\* Coeficiente de Variación.

CUADRO No. 1

RENDIMIENTOS\* DE MAIZ EN GRAND AL 14% DE HUMEDAD. TRATAMIENTOS: DOSIS DE N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. CICLO 74/74.  
REGION ZAC/APAXTLA.

TRAT.	N Kg/Ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O Kg/Ha	Gallinaza Tons/ha.	S I T I O S							
					09	10	11	15	16	17	21	24
1	60	20	0	0	2.17	2.89	1.78	2.62	1.30	2.47	1.46	2.12
2	60	40	0	0	2.42	3.44	1.32	2.41	1.44	1.43	1.63	1.90
3	90	20	0	0	2.47	3.39	1.31	2.86	1.00	1.20	1.52	1.75
4	90	40	0	0	2.78	2.93	1.89	2.85	0.98	2.42	1.92	2.22
5	30	30	0	0	2.56	2.89	1.73	2.18	0.77	1.74	1.43	1.77
6	120	40	0	0	2.94	3.49	1.76	2.84	1.51	2.39	2.17	2.08
7	60	0	0	0	3.09	2.25	1.25	2.67	0.60	1.44	1.90	1.30
8	90	60	0	0	2.97	3.27	0.80	2.44	0.80	2.60	1.88	2.05
9	0	0	0	0	1.56	2.66	1.80	1.80	0.60	0.94	1.10	1.33
10	90	40	0	5	3.19	3.60	1.49	3.27	2.46	2.80	1.77	2.52
C.V.%					18.9	17.9	38.5	24.3	77.3	42.3	31.1	26.6

\* Expresado en toneladas/Ha.

CUADRO No. 1

RENDIMIENTOS\* (Continuación).

TRAT.	N Kg/Ha.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/Ha.	K <sub>2</sub> O Kg/Ha.	Gallinaza Tons./Ha.	S I T I O S		
					23	25	28
1	60	20	0	0	0.80	2.78	4.67
2	60	40	0	0	0.51	2.82	4.11
3	90	20	0	0	0.58	2.97	4.36
4	90	40	0	0	0.51	2.52	3.93
5	30	20	0	0	0.58	2.12	4.02
6	120	40	0	0	0.55	2.94	4.69
7	60	0	0	0	0.70	2.28	4.51
8	90	60	0	0	0.45	2.58	4.31
9	0	0	0	0	0.50	2.48	2.90
10	90	40	0	5	0.60	3.34	5.07
C.V.%					39.2	26.0	21.9

\* Expresado en toneladas/Ha.



CUADRO No. 2

FECHA EN QUE SE PRESENTO LA SEQUIA EN LA ZONA DONDE SE PRACTICAN LOS SISTEMAS AGRICOLAS MAIZ SOLO Y MAIZ-FRIJOL ENREDADOR.

No. DEL EXPERIMENTO	FECHA DE SIEMBRA	FECHAS EN QUE OCURRIO LA SEQUIA	DENSIDAD DE POBLACION
PZ-7409	10 de Marzo 1974	Mayo - 10 de Junio	31,860
PZ-7410	20 de Marzo 1974	Mayo - 10 de Junio	30,702
PZ-7411	18 de Feb. 1974	Mayo - 10 de Junio	30,005
PZ-7415	11 de Marzo 1974	Mayo - 10 de Junio	35,066
PZ-7416	25 de Feb. 1974	Mayo - 10 de Junio	43,673
PZ-7417	20 de Feb. 1974	Mayo - 10 de Junio	30,097
PZ-7421	21 de Marzo 1974	Mayo - 10 de Junio	36,683
PZ-7423	8 de Feb. 1974	Mayo - 10 de Junio	28,948
PZ-7424	23 de Marzo 1974	Mayo - 10 de Junio	42,104
PZ-7425	25 de Enero 1974	Mayo - 10 de Junio	25,311
PZ-7428	25 de Feb. 1974	Mayo - 10 de Junio	128,413

CUADRO No. 3

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS EN LOS SITIOS EXPERIMENTALES\*

IDENTIFICACION	PH	M.O	NUTRIENTES			
			PROCEDECENCIA	%	P	K
XOCHIAPULCO	5.87	2.91	0-8	311	4,525	467
XOCHIAPULCO	7.35	4.58	0-6	248	20,000	461
IXEHUACO	7.00	2.74	12	165	13,861	414
ATACPAN	5.77	2.94	0	3,222	6,441	974
NEXTICAPAN	5.60	6.63	0	1,439	1,467	417
NAUZONTLA	5.40	7.44	10	433	3,343	400
TEPANVEHUAL	4.50	4.70	66	203	3,180	417
NAUZONTLA	5.75	3.21	0	356	3,424	469
NAUZONTLA	5.00	10.64	7	229	1,875	184

\* Estos análisis de suelos son de la zona donde se practica los sistemas agrícolas maíz solo y maíz-frijol enredador.

CUADRO Nº 4

ANÁLISIS DE LAS VARIANZAS PARA EL RENDIMIENTO DE GRANO EN CADA SITIO.

Sitio Nº	Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
09	Tratamiento	9	8757906.1	973100.672	3.95436	0.0029
	Repetición	3	2951829.8	983943.253	3.99842	0.0175
	Error	27	6644243.1	246083.077		
10	Tratamiento	9	6594643.9	732738.21	2.39017	0.0384
	Repetición	3	17129586.0	5709862.01	18.62540	0.0001
	Error	27	8277207.8	306563.25		
11	Tratamiento	9	3230140.5	358904.499	1.05844	0.4362
	Repetición	2	1582060.1	791030.074	2.33282	0.1242
	Error	18	6103571.1	339087.282		
15	Tratamiento	9	5527131.3	614125.700	1.51940	0.1912
	Repetición	3	1899798.9	633266.315	1.56676	0.2194
	Error	27	10913096.0	404188.742		
16	Tratamiento	9	8671729.0	963525.4	1.21213	0.3462
	Repetición	2	38586789.7	19293394.8	24.27142	0.0001
	Error	18	14308230.8	794901.7		

CUADRO Nº 4 (Continuación).

Sitio Nº	Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
17	Tratamiento	9	15850783.1	1761198.12	2.60087	0.0262
	Repetición	3	15950877.4	5316959.12	7.85189	0.0009
	Error	27	18283220.4	677156.31		
21	Tratamiento	9	3459712.0	384412.444	1.40251	0.2355
	Repetición	3	2348038.8	782679.605	2.85556	0.0549
	Error	27	7400418.5	274089.572		
23	Tratamiento	9	160252.21	17805.80	0.36081	0.9392
	Repetición	2	5234529.16	2617264.58	53.03458	0.0001
	Error	18	888302.69	49350.15		
24	Tratamiento	9	5265348.8	585038.755	2.26451	0.0484
	Repetición	3	1963755.4	654585.127	2.53370	0.0770
	Error	27	6975495.9	258351.700		
25	Tratamiento	9	4626914.6	514101.62	1.05180	0.4277
	Repetición	3	18077852.5	6025950.84	12.32845	0.0001
	Error	27	13197169.7	488784.06		

Cuadro Nº 4 (Continuación)

Sitio Nº	Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
28	Tratamiento	9	18701258.3	2077917.59	2.38076	0.0265
	Repetición	5	16006907.1	3201381.42	3.66796	0.0074
	Error	45	39275864.3	872796.98		



## VIII. DISCUSION.

## ESCUELA DE AGRICULTURA BIBLIOTECA

El planteamiento del presente trabajo fué el de generar una tecnología acorde a las condiciones de la región para aumentar los rendimientos en maíz de temporal en donde se practica una agricultura de subsistencia, estudiando las variables modificables como son fertilizantes nitrogenados y fosfóricos, control de plagas y malas hierbas.

Puede observarse que existe diferencia altamente significativa en el análisis de varianza para tratamientos (cuadro Nº 4). En el mismo cuadro se aprecia una diferencia altamente significativa para las representaciones.

En el cuadro Nº 1 se encuentra la lista de tratamientos, además contiene los rendimientos obtenidos por tratamiento y por sitio.

Se observa también que los rendimientos de los sitios 11, 16, 17, 21 y 23 son más bajas que los restantes; esto es a causa de la fuerte sequía (ver cuadro Nº 2) en una de las etapas más críticas. Para la planta y a un ataque severo de plagas en el suelo. Estas plagas no se pudieron controlar porque las siembras ya estaban establecidas y al agricultor dueño del terreno no le convenía que se volteara su cultivo. La incidencia de la plaga bajó considerablemente cuando se estableció el temporal de lluvias. En el mismo cuadro Nº 2 se observa la gran variación que se encuentra con respecto a la población real existente en el campo.

En el cuadro Nº 3 se muestra el análisis químico de los suelos en los que se concentraron la mayoría de los experimentos, representando la cantidad de elementos disponibles en el mismo.

En el sitio, 09 se ve que uno de los tratamientos más rendidores - fué el 60-0-0 y en el análisis químico también se ve que es uno de los sitios que más disponibilidad de  $P_{25}O_5$  tiene.

Para encontrar el óptimo económico se utilizó un procedimiento gráfico, que consiste en un sistema de ejes coordenados en el cual por el de las ordenadas "y" se coloca el rendimiento de grano expresado en toneladas por Ha. y en las ordenadas "x" los niveles de los elementos en estudio (ver índice de gráficas).

Se tiene una gráfica con dos curvas cada una para cada elemento - (N y  $P_{25}O_5$ ).

Para las de N tenemos:

- 1) Se encuentran tres niveles de N (30-60 y 90 Kg.) con un nivel constante de fósforo (20 Kg.)
- 2) En este caso ya no se utilizan los 30 primeros Kg. de N pero se agrega el nivel más alto quedando 60-90 y 120 Kg. de N/Ha. con una constante de fósforo mayor que para la curva anterior (40 Kg./Ha.)

Igualmente para el fósforo tenemos:

- 1) Un nivel constante de N (60 Kg.) con tres de fósforo (0-20 y 40 - Kg.)
- 2) También un nivel constante de N (90 Kg.) con tres de fósforo (20--40 y 60 Kg.)

Se puede apreciar en las gráficas que no se representó el D.E\*, no se creyó necesario pues se puede apreciar a simple vista ya que no busca el mayor rendimiento sin tomar en cuenta el factor económico. Si estamos en una zona con pocos recursos lo que hay que encontrar es el incremento de los rendimientos con el mínimo de inversión. Si logramos ob tener 2,000 Kg. de maíz con 60 Kg. de N y un aumento de 200 a 500 Kg. - de grano/Ha. con 120 Kg. de N, no es muy remunerativa esta inversión - considerando el alto costo de la mano de obra y de los insumos.

## IX. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Dentro del primer año de trabajo en el Plan Zacapoaxtla se condujeron 29 experimentos en el cultivo de maíz, en donde se estudiaron niveles de fertilización en los sistemas de cultivo: papa-maíz, maíz solo y maíz-frijol enredador.

Para el sistema de cultivo papa-maíz se instalaron 10 experimentos en donde se estudiaron los niveles 20, 40 y 60 Kg. de N por 0 y 20 de  $P_2O_5$ /Ha. En los sistemas maíz solo y maíz frijol enredador se llevaron a cabo 19 experimentos en donde se estudiaron los niveles 30, 60, 90 y 120 Kg. de N contra 20, 40 y 60 Kg. de  $P_2O_5$ /Ha. En este trabajo están incluidos 11 de estos experimentos.

Todos estos experimentos se instalaron en terrenos de agricultores-cooperantes con las siembras ya establecidas por lo que no se estudiaron otras variables y no se pudieron controlar plagas del suelo, los que produjeron un daño considerable en el 20% de los sitios experimentales, además de la sequía de 45 días en los meses de mayo y junio.

Se tomaron lecturas de porcentaje de daño de plagas, marchitez, floración, fallas de polinización y otras; datos que fueron analizados estadísticamente, en el centro de estadística y cálculo del Colegio de Postgraduados.

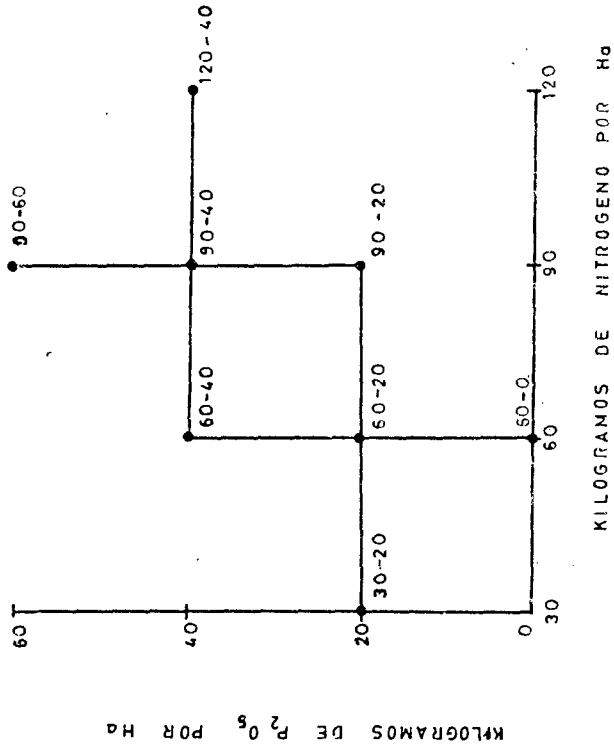
Bajo las condiciones ambientales en que se desarrollaron los experimentos, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 1.- Para las condiciones en que se llevaron los experimentos, se encontró que en el caso de N con 60 Kg./Ha. es suficiente para cubrir las deficiencias.



- 2.- Los incrementos obtenidos en el rendimiento con estos dos elementos - son satisfactorios por lo que se puede recomendar como primera aproximación para el área en estudio.
- 3.- Las aplicaciones del fertilizante deben hacerse más a tiempo, principalmente el fósforo. Se sugiere para trabajos posteriores estudiar oportunidad de aplicación de los fertilizantes.
- 4.- Tomar más en cuenta las plagas del suelo y preveer su control para -- trabajos posteriores ya que causan bajas considerables en la produc-- ción.
- 5.- En el tratamiento potencial (gallinaza) el rendimiento fué mayor, lo que corrobora estudios hechos en otras zonas del Estado. El único pro blema existente es la obtención de dicho abono orgánico en la zona. - Se propone para trabajos posteriores estudiar otros tipos de abono or gánico y a diferentes niveles de este material para ver la manera de hacerlo más accesible a los agricultores de la zona de escasos recursos económicos.
- 6.- La falta de agua en esta etapa es crítica para la planta y esto se re fleja en los rendimientos que son muy bajos.
- 7.- No se recomienda la siembra de híbridos en la zona ya que el temporal de lluvias es irregular, además de las fuertes heladas. Los criollos- ya están adaptados a este tipo de inclemencias y por lo tanto más resistentes. Se recomienda seguir trabajando con los genotipos regiona- les.
- 8.- Si sembráramos híbridos adaptados a estas condiciones se rompería el- sistema de cultivo maíz-frijol enredador ya que el frijol tiene un ci clo biológico de nueve a diez meses.

# MATRIZ PLAN PUEBLA 1\*

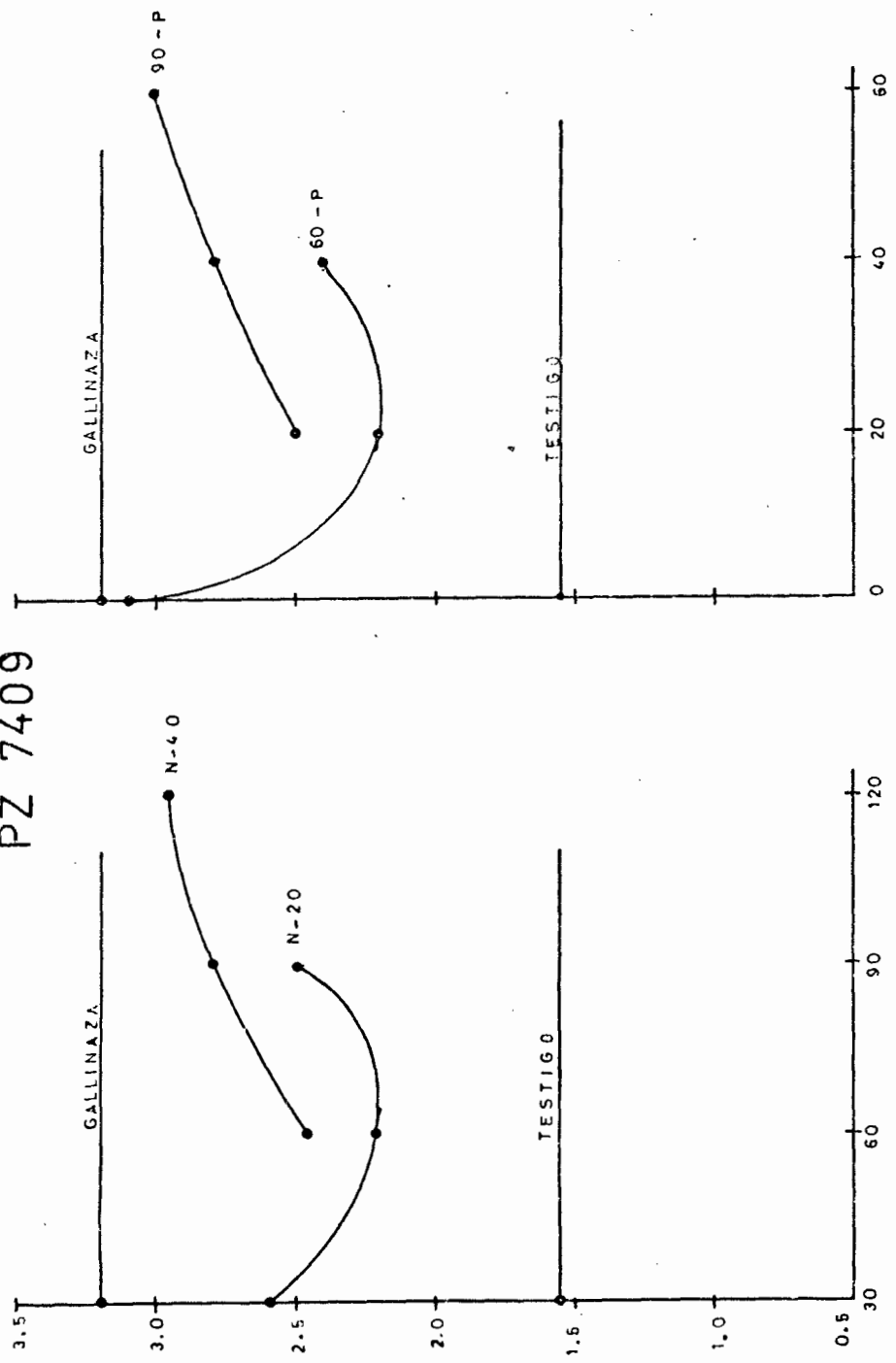


\*Laird y Turrent

FIGURA 1

# EXPERIMENTO

## PZ 7409



NITROGENO KG/Ha

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> KG/Ha

### FIGURA 2

# EXPERIMENTO PZ 7410

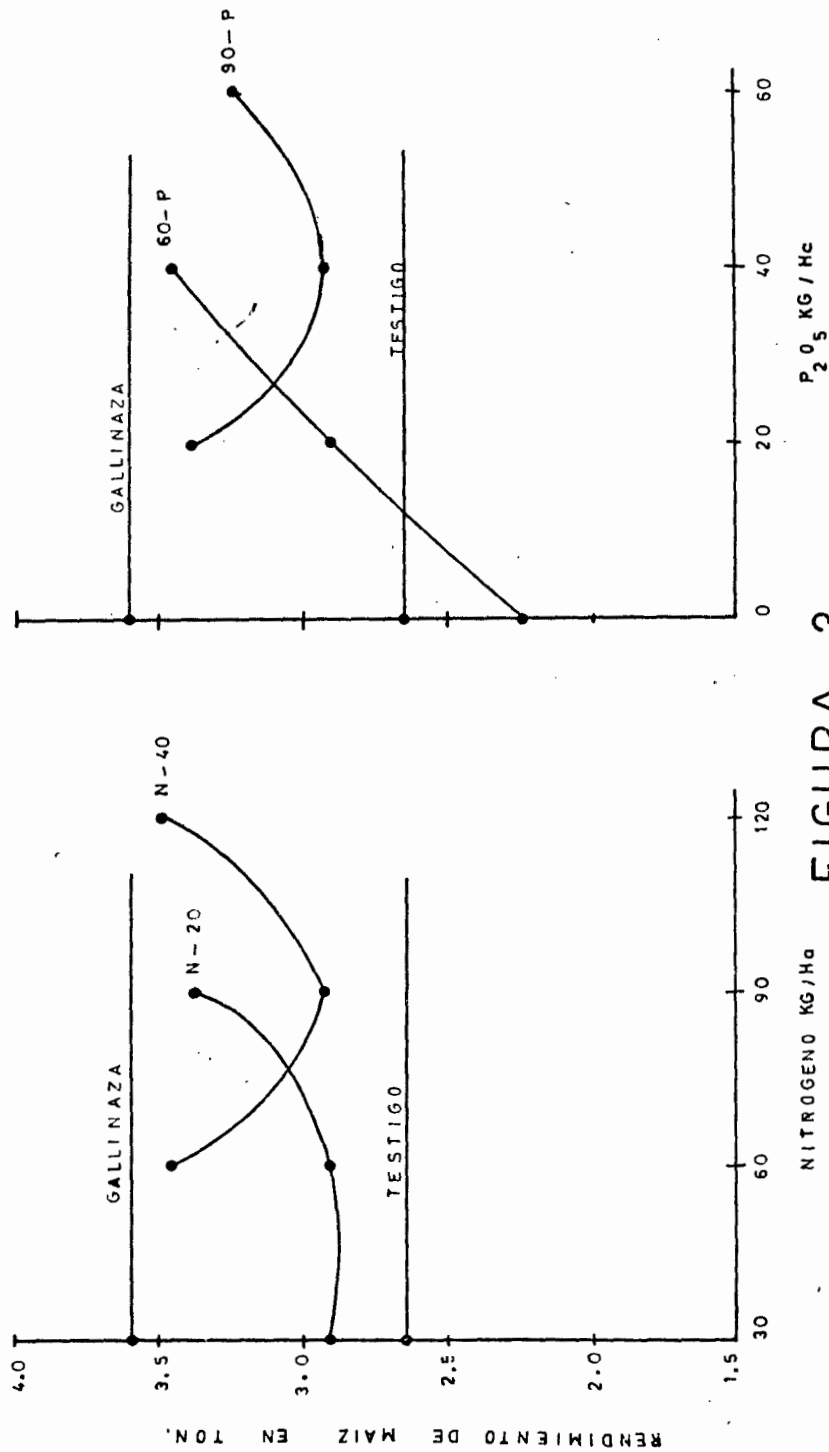


FIGURA 3

# EXPERIMENTO PZ 7411

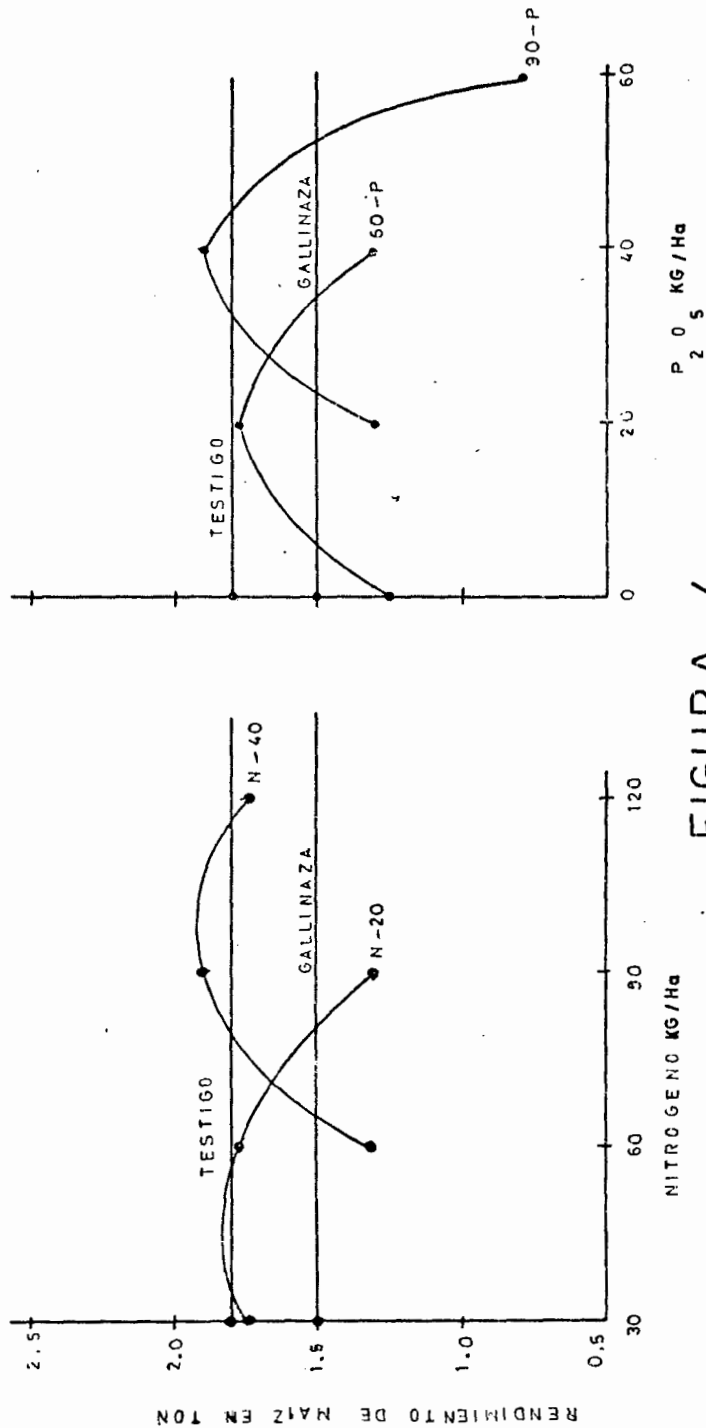


FIGURA 4

# EXPERIMENTO

## PZ 7415

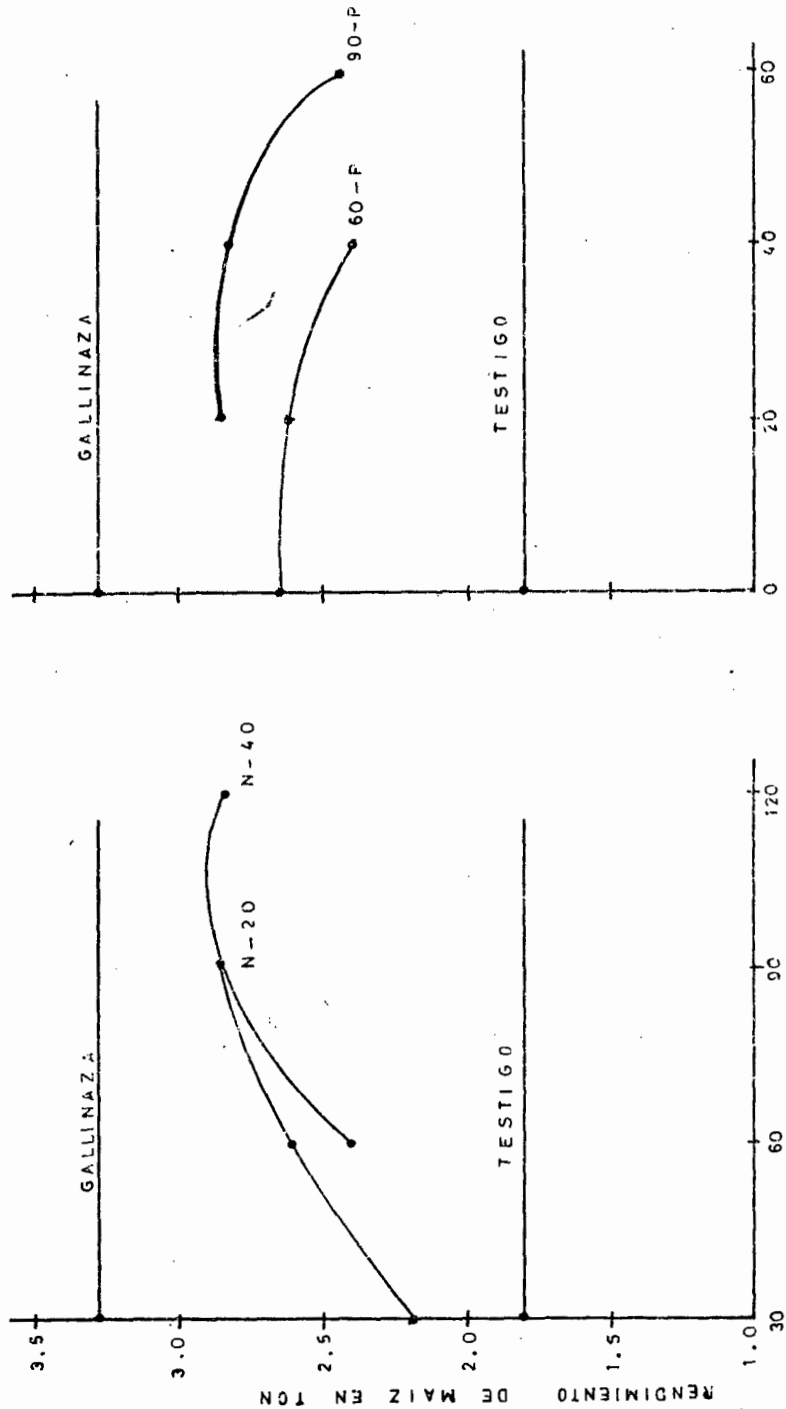


FIGURA 5

NITROGENO KG/Ma

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> KG/Ma

# EXPERIMENTO PZ 7416

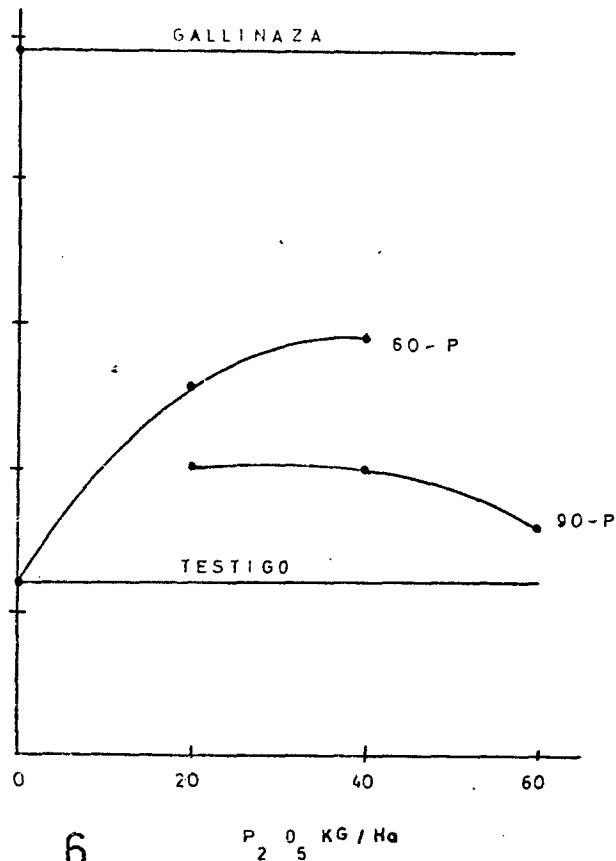
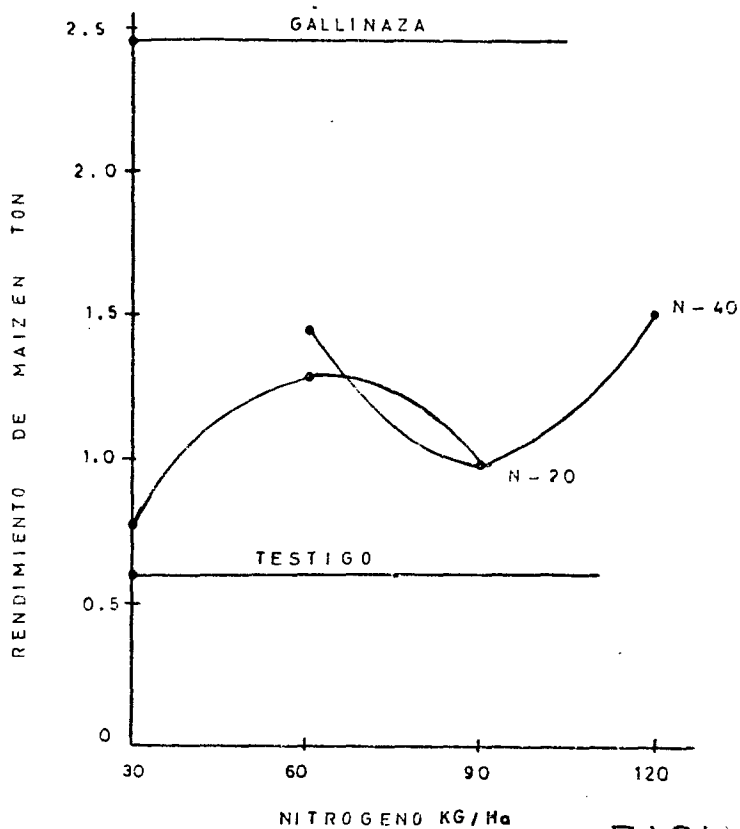


FIGURA 6

# EXPERIMENTO PZ 7417

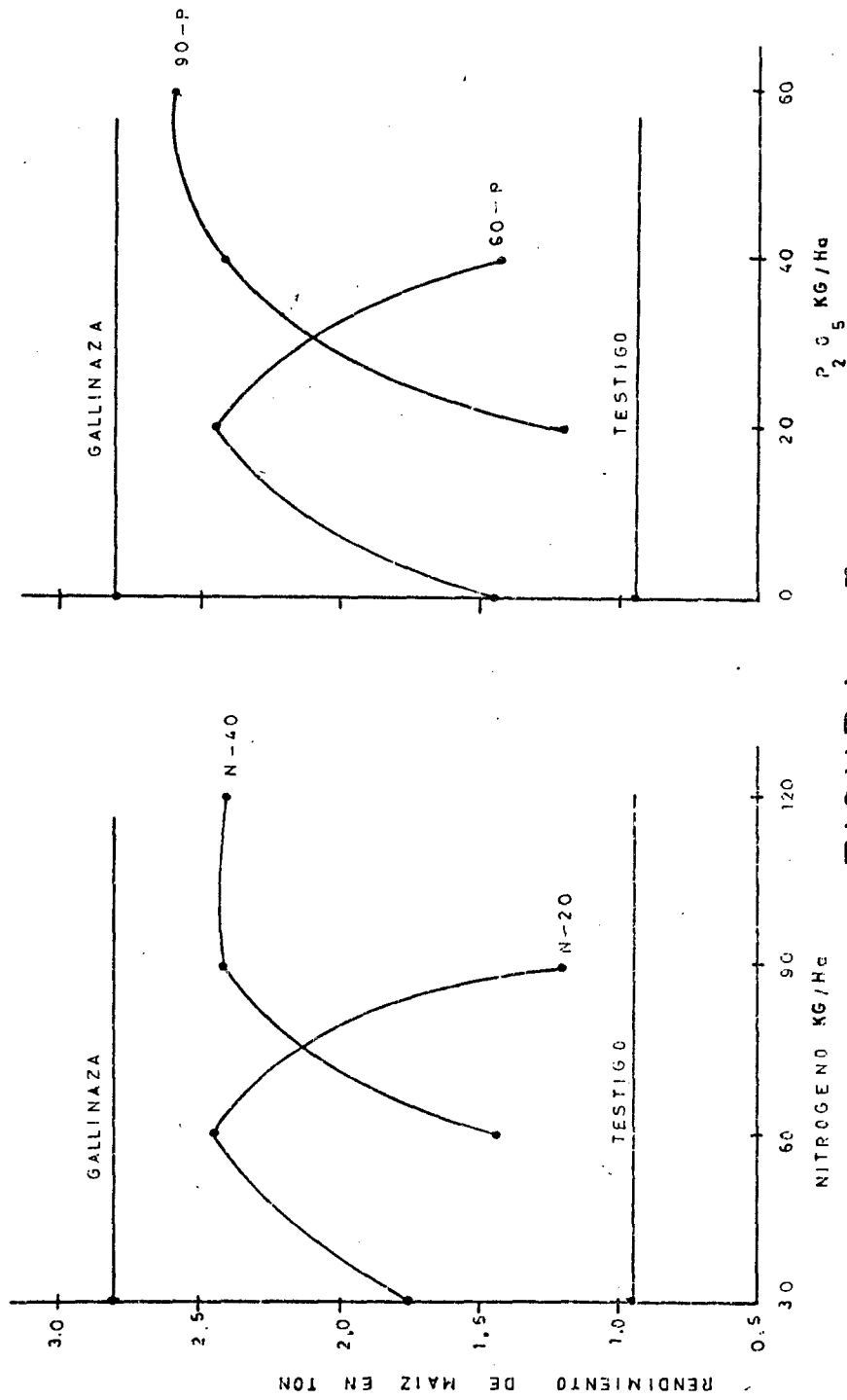


FIGURA 7



# EXPERIMENTO

PZ 7421

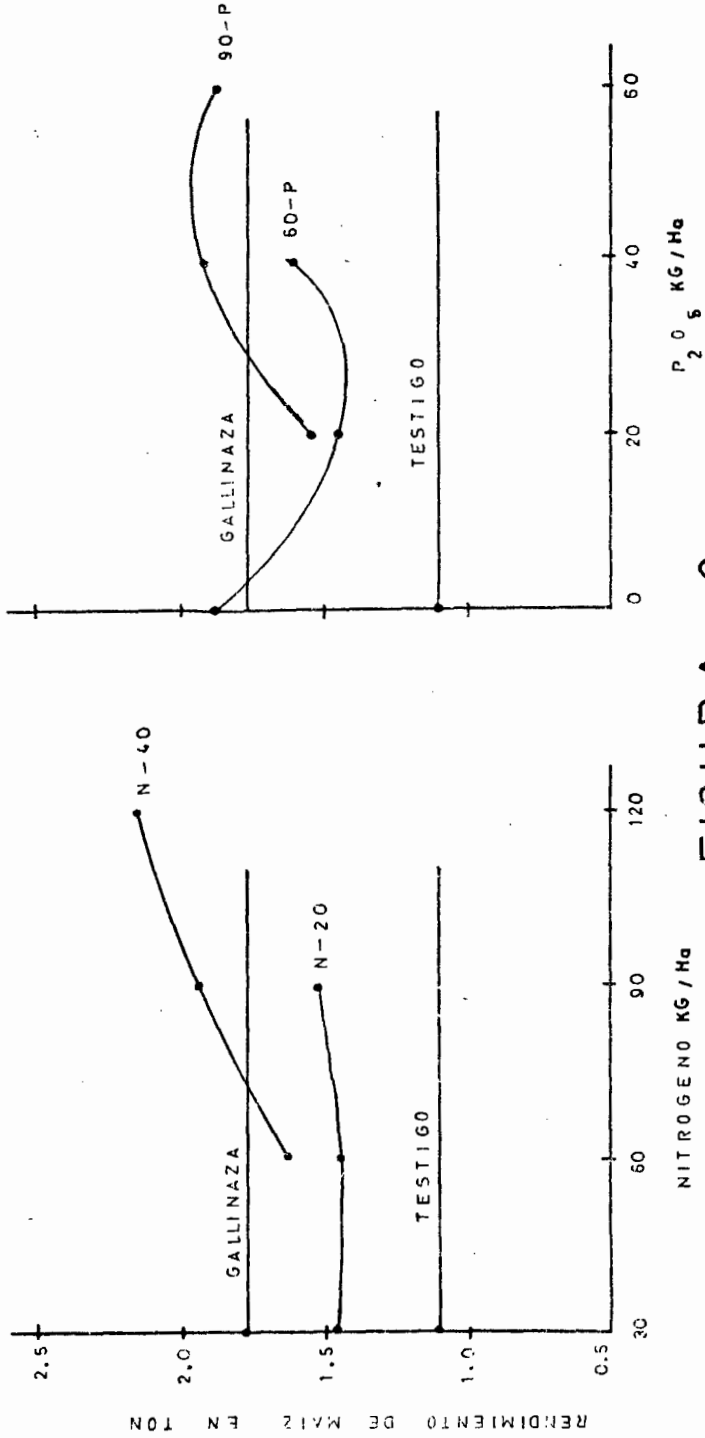


FIGURA 8

# EXPERIMENTO PZ 7423

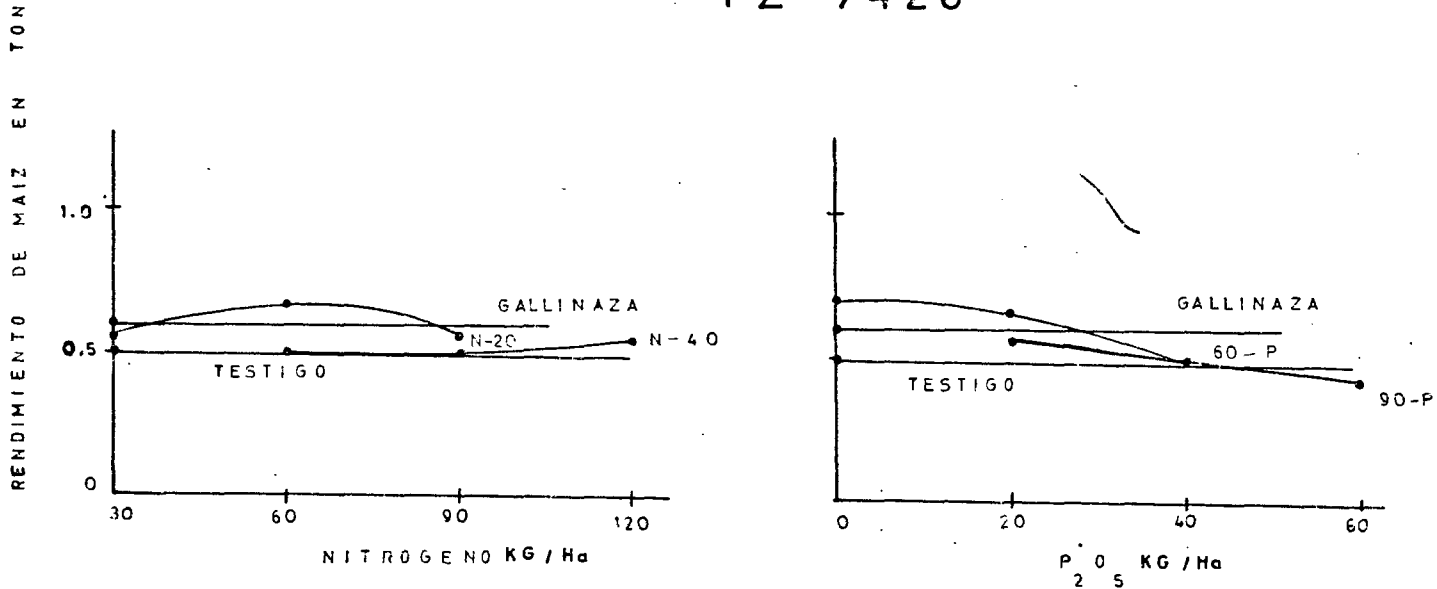


FIGURA 9

# EXPERIMENTO PZ 7424

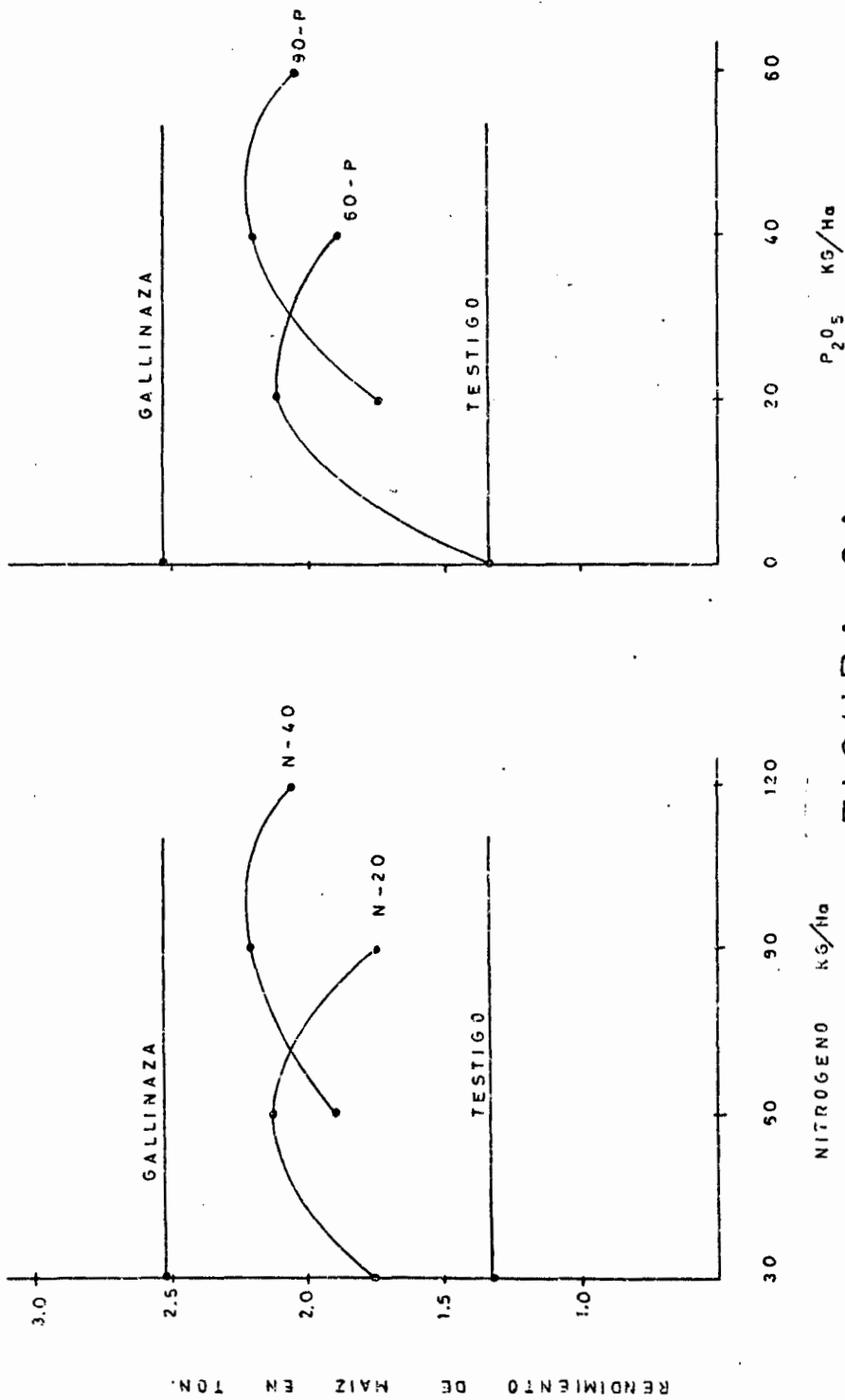


FIGURA 9A

# EXPERIMENTO PZ 7425

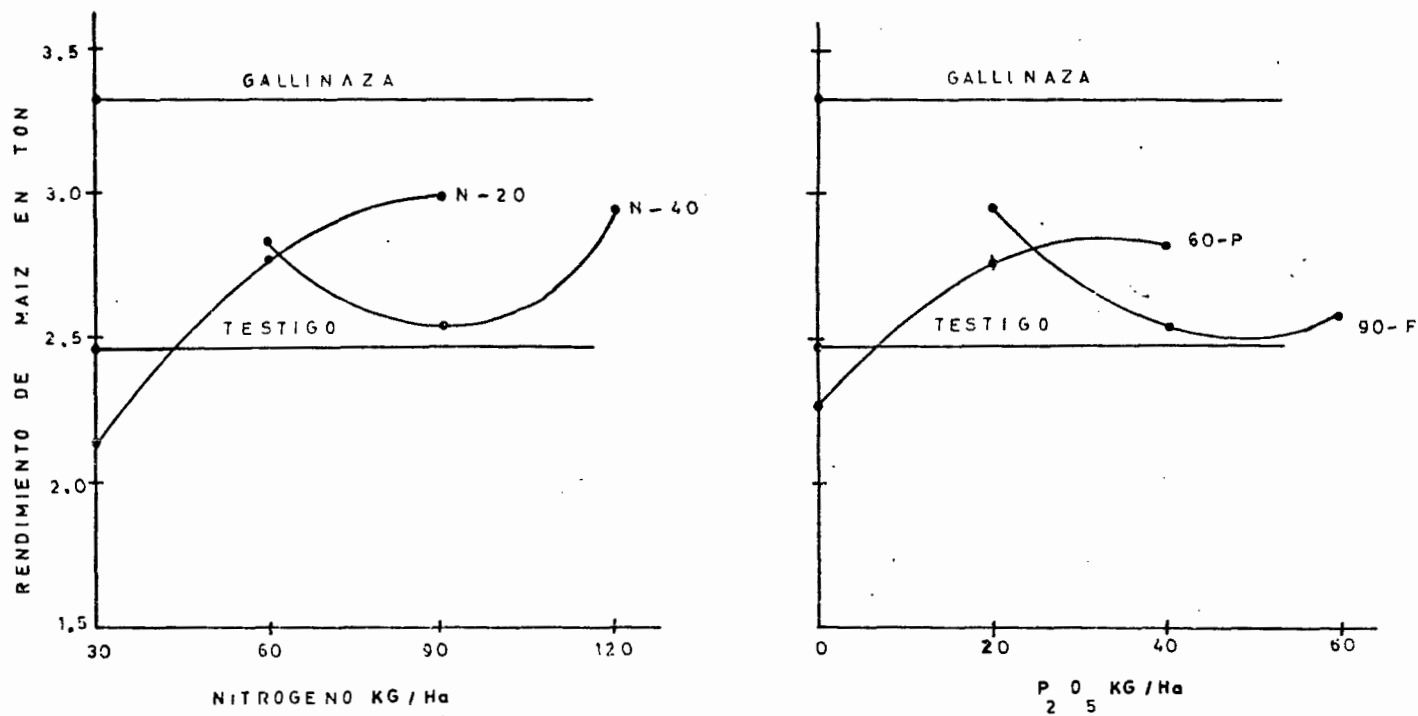


FIGURA 10

# EXPERIMENTO PZ 7428

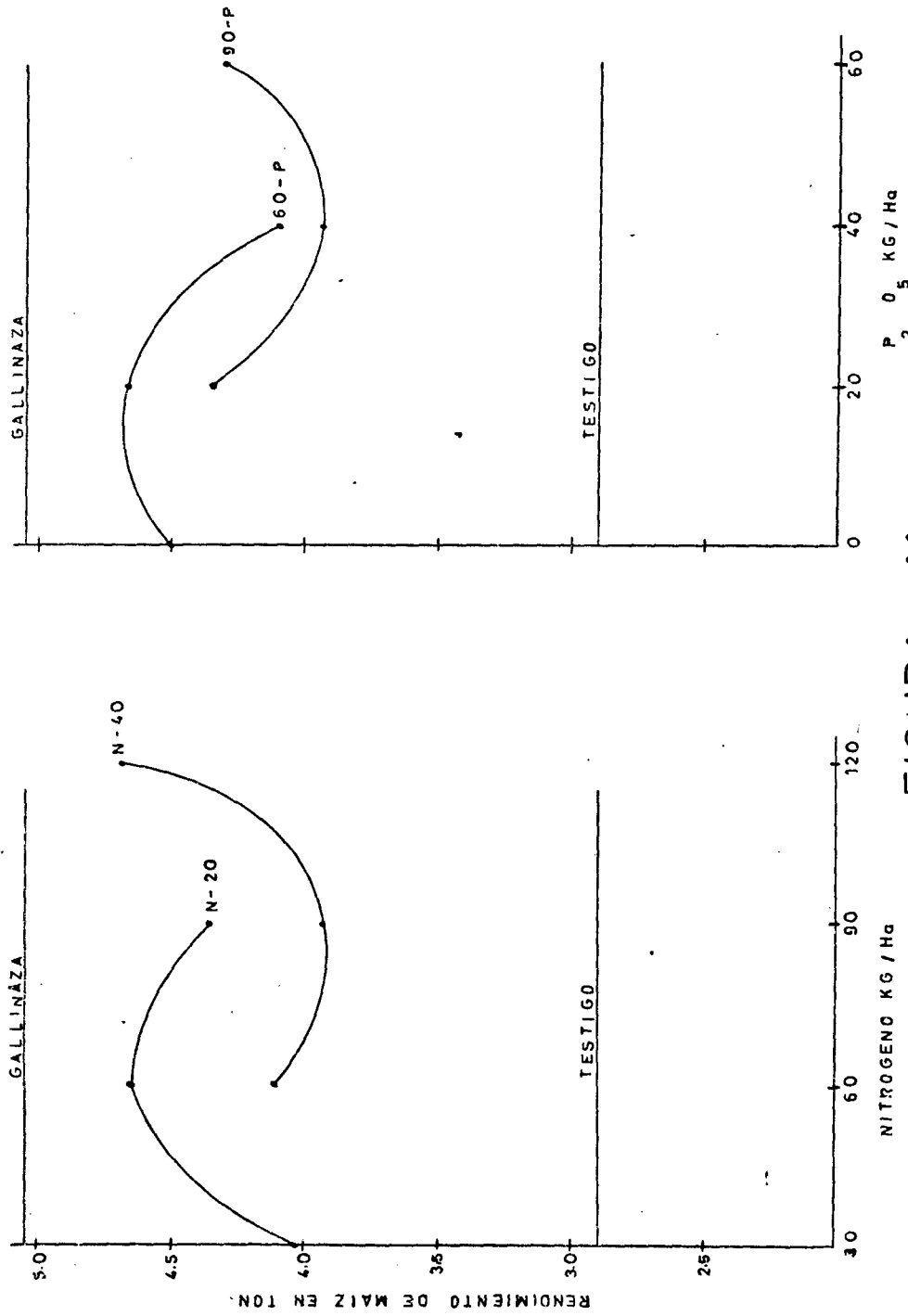


FIGURA 11

# GRAFICA DE RENDIMIENTOS PROMEDIO

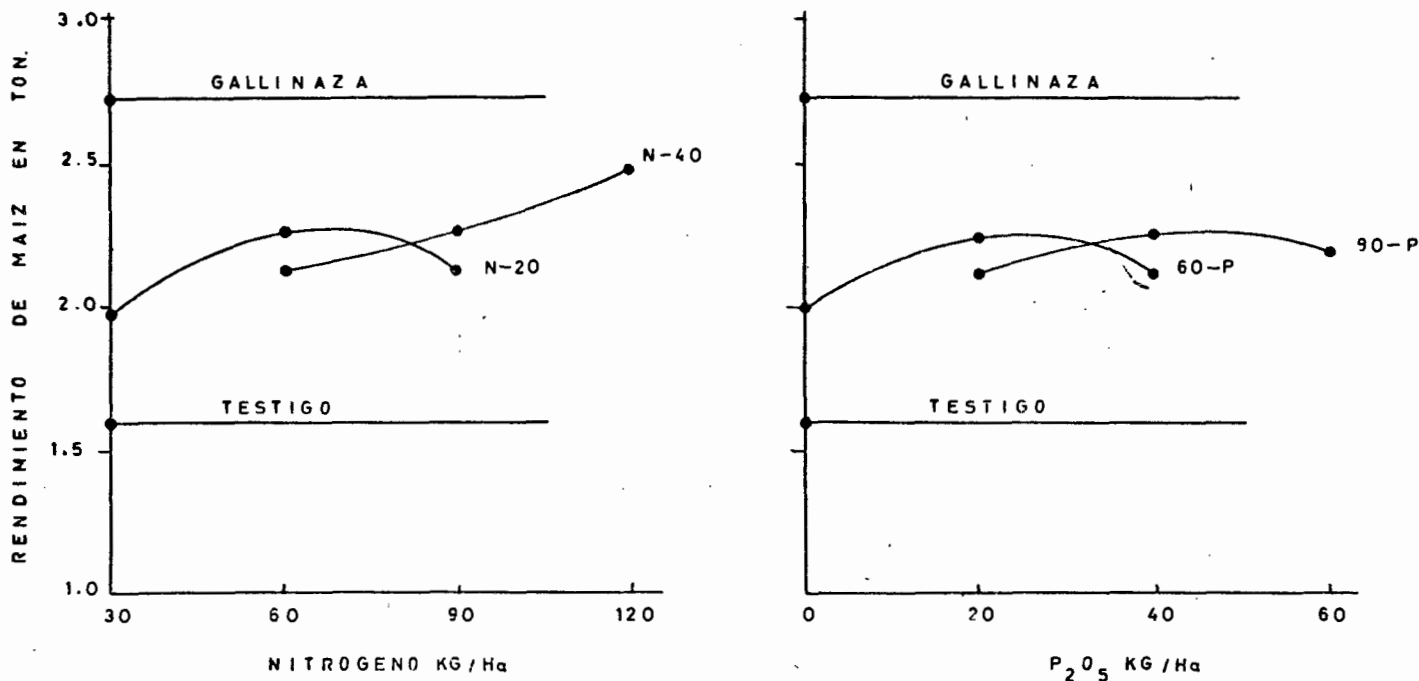


FIGURA 12

## X. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- BECERRA, R.S. (1969), Ensayo de Densidades de Siembra en Papa en la región de Chapingo, Méx. Tesis Profesional. E.N.A. Chapingo - México.
- 2.- DE LA LOMA, J.L. Experimentación Agrícola.
- 3.- ESTRELLA, CH.N. (1973). Relaciones empíricas entre el Rendimiento del Maíz de Temporal y algunos factores ambientales en la región de Chalco-Amecameca, Edo. de México. Tesis de Maestría de Ciencias. Colegio de Post-Graduados, Chapingo, México.
- 4.- JACOB, A. y UEXKULL. Traducido por L. López Martínez de Alba. -- Fertilización, Nutrición y Abonado de los Cultivos Tropicales y Sub-tropicales.
- 5.- TISDAL, S.L. y NELSON, W.L. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes.
- 6.- TURRENT, F.A. y LAIRD, R.J. (1975). Matrices Plan Puebla. Escritos sobre la Metodología de la Investigación en Productividad de Suelos. Colegio de Post-Graduados, Chapingo, Méx.