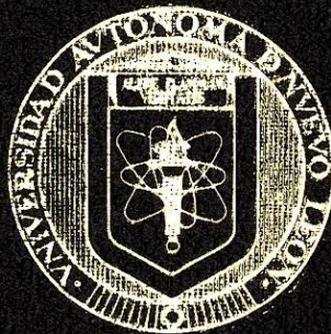


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**ESTUDIO COMBINADO DE FERTILIZACION NITROGENADA,  
FOSFORADA Y DENSIDAD DE POBLACION EN MAIZ DE  
TEMPORAL, EN EL EJIDO MARGARITAS DEL MUNICIPIO  
DE LAS MARGARITAS EN EL ESTADO DE CHIAPAS.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

**PRESENTA**

**MOISES DAVID FLORES SALDAÑA**

**MARIN, N. L.**

**ENERO 1985**

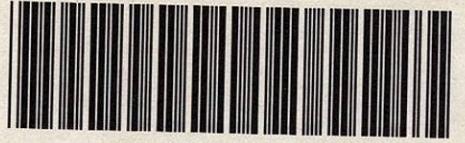
T

SB191

.M2

F561

C.1



1080062370

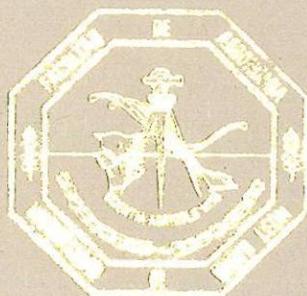
## FE DE ERRATAS

| PAG. | REGION: | DONDE DICE:  | LEASE:   |
|------|---------|--|--|
|      |         | Isotemas   | Isoterma   |
|      |         | N-P-OP   | N-P-DP   |
| 2    | 8       | contando   | contando con   |
| 4    | 2       | has  | ha   |
| 4    | 11      | Has  | ha   |
| 5    | 19      | Hoppen   | Köopen   |
| 10   | 6       | de volatilización  | por volatilización   |
| 11   | 11      | de zona  | de la zona   |
| 12   | 7       | 124 de potasio   | 124 Kg. de Potasio   |
| 14   | 4       | constituye   | contribuye   |
| 14   | 18      | debida a la  | debida al  |
| 15   | 1       | del superfosfato   | del superfosfato de calcio   |
| 15   | 4       | carbonato calcio   | carbonato de calcio  |
| 16   | 12      | una saturación como<br>potasio de las micelas  | una saturación de las micelas  |
| 20   | 23      | Plan Pueblo  | plan puebla  |
| 21   | 2       | fósforos   | Fósforos   |
| 21   | 5       | 80 a 170 Kg/Ha   | 0 a 170 Kg/ha  |
| 21   | 5       | 30 a 90 Kg/Ha  | 0 a 90 Kg/ha   |
| 21   | 6       | 40 a 55 mil/plantas/Ha   | 40 a 50 mil plantas/ha   |
| 21   | 14      | Kgs/Ha de N  | Kg/ha de N   |
| 21   | 14      | Kgs/Ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | Kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   |
| 23   | 18      | grano y cosecha  | grano y rendimiento  |
| 25   | 10      | un bloque al azar  | un bloques al azar   |
| 25   | 11      | utilizando el paquete  | para el análisis   |
| 25   | 12      | el espacio de exploración<br>de los niveles  | los niveles  |
| 26   |         | 15   | 13   |
| 27   | 1       | por bloque   | por bloques  |
| 29   | 13      | V=grado de libertad del error  | V=grados de libertad del error   |
| 27   | 11      | 0.01   | 0.005  |
| 28   | 1       | Kilómetros   | kilogramos   |
| 28   | 21      | promedio   | promedio Kg/ha   |
| 30   | 2       | CR.ME)P=(A,B,V)Sy  | (RME)P=9(A,B,V)S $\bar{y}$   |
| 30   | 22      | 608 1198 ab  | 608 1198 b   |
| 35   | 5       | Ks/Ha  | Kg/ha  |
| 36   | 2       | PERRIN ET at   | PERRIN et al   |
| 40   | 8       | 80 a 170 Ks/Ha   | 0 a 170 Kg/ha  |
| 40   | 9       | 30 a 90 Kgs/Ha   | 0 a 90 Kg/ha   |
| 40   | 12      | 3153, 2771 y 2723 Kgs/ha   | 3153, 2771 y 2723 Kg/ha  |
| 40   | 17      | efecto lineal y cuadrático<br>de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y la interacción<br>N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | efecto lineal y cuadrático del<br>Nitrógeno y el efecto cuadrá-<br>tico de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y la interacción<br>N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| 41   | 11      | 350 Ks/Ha  | 350 Kg/ha  |

MOISÉS DAVID Flores Saldívar

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIO COMBINADO DE FERTILIZACION NITROGENADA,  
FOSFORADA Y DENSIDAD DE POBLACION EN MAIZ DE  
TEMPORAL, EN EL EJIDO MARGARITAS DEL MUNICIPIO  
DE LAS MARGARITAS EN EL ESTADO DE CHIAPAS.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

MOISES DAVID FLORES SALDAÑA

MARIN, N. L.

ENERO 1985

007083

T  
SB 191  
M2  
F5



Biblioteca Central  
Maana Solidaridad

F. Tesis



UANL

FONDO

TESIS LICENCIATURA

040.633

FAI

1985

e.5.

A MIS PADRES:

MOISES FLORES SANCHEZ

y

EVA SALDAÑA DE FLORES

Los que con su cariño y sabios consejos, supieron encumbrar mi camino para alcanzar la meta fijada., engrandeciendo a la mejor herencia que un hijo puede recibir, ofrezco este humilde trabajo como prueba de que no fueron en vano sus esfuerzos.

A MIS HERMANOS:

EVA ALTAGRACIA

JOSE GUADALUPE

VICTOR

MARIA CRISTINA

LUIS HILARIO

ENRIQUE JAVIER

Quienes en una forma u otra hicieron más  
placentera mi vida estudiantil.

A MIS ASESORES:

ING. M.C. FRANCISCO RODRIGUEZ ESQUIVEL

DR. RIGOBERTO E. VASQUEZ ALVARADO

ING. M. C. MARCO VINICIO MEZA G.

Les agradezco de manera muy especial por sus amables atenciones y grandes facilidades brindadas para la realización de esta Tesis.

A MIS MAESTROS:

Quienes con sus sabias enseñanzas ; hicieron realidad mis ilusiones de ser un profesionalista.

A mis compañeros y a todas aquellas personas que intervinieron en el transcurso de mi carrera.

# I N D I C E :

|      | HOJA                                      |    |
|------|---|----|
| I    | INTRODUCCION                              | 1  |
| II   | DESCRIPCION DE LA REGION                  | 2  |
|      | 2.1 Localización                          | 2  |
|      | 2.2 - Extensión                           | 2  |
|      | 2.3 Orografía                             | 5  |
|      | 2.4 Hidrografía                           | 5  |
|      | 2.5 Clima                                 | 5  |
|      | 2.6 Presencia de Siniestros               | 7  |
|      | 2.7 Suelos                                | 7  |
| III  | JUSTIFICACION DEL TRABAJO                 | 10 |
| IV   | OBJETIVOS E HIPOTESIS                     | 11 |
| V    | LITERATURA REVISADA                       | 12 |
| VI   | MATERIALES Y METODOS                      | 18 |
|      | 6.1 Materiales                            | 18 |
|      | 6.2 Metodología                           | 18 |
|      | 6.3 Diseño Experimental y de Tratamientos | 20 |
|      | 6.4 Toma de Observaciones y Cosecha       | 23 |
|      | 6.5 Análisis Estadístico                  | 25 |
|      | 6.6 Método Tukey                          | 28 |
|      | 6.7 Análisis de Regresión Múltiple        | 31 |
|      | 6.8 Análisis Económico                    | 32 |
| VII  | RESULTADOS Y DISCUSION                    | 35 |
|      | 7.1 Análisis Estadístico                  | 35 |
|      | 7.2 Comparación de Medias                 | 35 |
|      | 7.3 Modelo Cuadrático                     | 35 |
|      | 7.4 Análisis Económico                    | 36 |
|      | 7.5 Respuesta a Nitrógeno                 | 36 |
|      | 7.6 Respuesta a Fósforo                   | 36 |
|      | 7.7 Respuesta a Densidad de Población     | 36 |
| VIII | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES            | 38 |
| IX   | RESUMEN                                   | 40 |
| X    | BIBLIOGRAFIA                              | 42 |

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

|                |   | HOJA |
|----------------|---|------|
| <b>CUADROS</b> |   |      |
| 1              | Distribución de la tierra por su tipo de uso  | 4    |
| 2              | Clasificación de la superficie agrícola   | 4    |
| 3              | Temperaturas presentadas durante los últimos cinco años   | 6    |
| 4              | Precipitación durante cinco años  | 7    |
| 5              | Características físicas-químicas de suelos y subsuelo en donde se efectuó el experimento en el ciclo agrícola P.V. 83/83 en el Municipio Las Margaritas, Chiapas. | 20   |
| 6              | Lista de los tratamientos utilizados a base de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población en el experimento   | 21   |
| 7              | Fechas importantes tomadas a lo largo del desarrollo del ciclo vegetativo del maíz en el Municipio de Las Margaritas, Chiapas en 1983                             | 24   |
| 8              | Rendimientos de grano de maíz en Kg/Ha.   | 28   |
| <br>           |   |      |
| <b>FIGURAS</b> |   |      |
| 1              | Isoyetas e Isotemas que se encuentra en el Municipio de Las Margaritas, Chiapas   | 3    |
| 2              | Plano del Diseño Experimental usado, Distribución al Azar de los Tratamientos y Dimensiones de las Parcelas   | 22   |
| 3              | Matriz de Tratamientos "Plan Puebla I"  | 26   |
| 4              | Curva de respuesta a N-P-OP en maíz en Las Margaritas, Chiapas  | 37   |

## I. INTRODUCCION.

En México, como en la mayor parte de América Latina, la base alimenticia de la población es el maíz, desempeñando por siglos un papel prominente en el crecimiento y desarrollo de un país como el nuestro, su importancia es evidente sobre todo si se considera que de los 20 millones de hectáreas que se cultivan, más del 50% de esta superficie está sembrada por esta gramínea, donde el 80% se produce bajo condiciones climáticas irregulares.

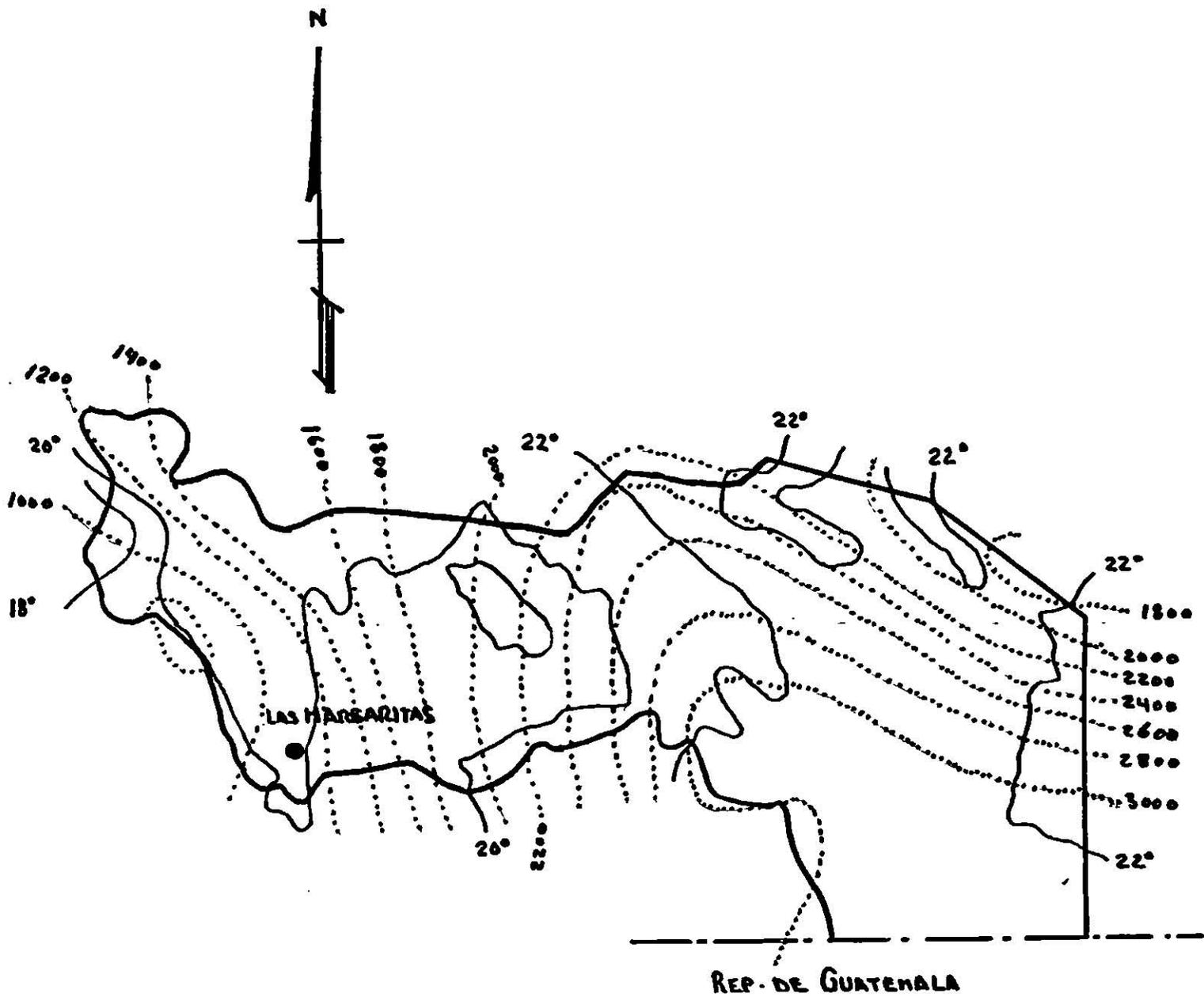
Actualmente la degradación física, química y biológica de los suelos va en aumento y si a esto le sumamos las condiciones adversas de los factores bióticos para producir cosechas, estas se verán altamente reducidas. Por lo anterior y para producir rendimientos medios a corto plazo, es necesario la aplicación de fertilizantes químicos, con la dosis y densidad de población adecuada.

## II. DESCRIPCION DE LA REGION.

2.1. Localización.- El Municipio de Las Margaritas, ocupa el ángulo Sureste del Estado Chiapaneco, encontrándose la cabecera municipal a una distancia de 194 kilómetros en su segmento Tuxtla Gutiérrez - Las Margaritas, atravesando el Estado de Noreste a Sureste. (Fig. 1)

Las coordenadas geográficas entre las que está situado son -- los 16° 19' latitud norte y los 93° 05' longitud occidental y con una altura de 1,512 msnm. Estando comprendido dentro de la zona templada y contando una extensión en hectáreas de 506,291 de las cuales 16,081 -- son de cultivo; limita al Norte con el Municipio de Altamirano y Ocosingo; al Sur con el Municipio de la Independencia y República de Guatemala; al Oriente con el Municipio de Ocosingo y al Occidente con Comitán.

2.2. Extensión.- La superficie total, agrícola, ganadera y forestal del Municipio de Las Margaritas, se señala en el cuadro No. 1 - en donde se detalla el tipo de uso del recurso suelo.



Esc. 1:75,000

**SIMBOLOGIA**

|                     |       |  |
|---------------------|-------|--|
| ISOYETAS            | ———   |  |
| ISOTERMAS           | ..... |  |
| LIMITE D' MUNICIPIO | ———   |  |
| LIMITE INTER        | ———   |  |

FIGURA No. 1

MPID. DE LAS MARGARITAS CHIS.

CUADRO No. 1 DISTRIBUCION DE LA TIERRA POR TIPO DE USO.

| Tipo de uso | HAS.    | %   |
|-------------|---------|-----|
| Agrícola    | 16,081  | 3   |
| Forestal    | 310,096 | 61  |
| Ganadera    | 180,114 | 36  |
| T O T A L   | 506,291 | 100 |

Como se observa, el área agrícola, representa el 3% del total y destaca por su importancia el área forestal, ya que la explotación maderera es en forma intensiva generando mayor número de empleos y -- recursos a la Región.

CUADRO No. 2 CLASIFICACION DE LA SUPERFICIE AGRICOLA.

| CLASIFICACION | HAS.   | %   |
|---------------|--------|-----|
| Temporal      | 7,994  | 50  |
| Humedad       | 7,647  | 47  |
| Riego         | 440    | 3   |
| T O T A L     | 16,081 | 100 |

Como se observa en el Cuadro No. 2, la superficie de temporal abarca el 50% de la superficie Agrícola, el de humedad el 47% y el 3% la

superficie de Riego. Siendo esta de menor importancia.

2.3. Orografía.- El Municipio de Las Margaritas, Chis., es montañoso con elevaciones desde 1,500 msnm. hasta 2,100 msnm. En esta área se sitúan varios valles de gran importancia para la agricultura.

2.4. Hidrografía.- En el Municipio de Las Margaritas, se encuentra el Río Cebastic pasando por el Ejido Veracruz, dicho Río pasa por el Rancho San Joaquín, Ranchería San Antonio Venecia, Ranchería San José el Puente, Ejido Gabino Vázquez, Ejido Ignacio Zaragoza, Ejido Yashé y el Ejido Allende, se une en el Ejido Morelia.

Otro de los Ríos del Municipio de Las Margaritas es el Bawitz que nace en el Ejido Morelia, pasando por Rosario Bawitz donde inunda una superficie de 30 Has. aproximadamente sumiéndose en este mismo Ejido y surgiendo nuevamente en Palma Real, pasa por Vergel en donde se forma una laguna que inunda 40 Has. aproximadamente de los Ejidos Vergel y Justo Sierra. En este último se vuelve a sumergir, apareciendo otra vez en el Ejido Chibtic y se une con el Río Tzajconaljhá que se encuentra en tierra de Villa Altamirano, Chis.

2.5. Clima.- De acuerdo con la modificación al sistema de clasificación climática de Hoppen, propuesta por Enriqueta García, a continuación se presenta un cuadro de algunas características del clima en el Municipio de Las Margaritas, Chis.

| LOCALIDAD  | ALTITUD<br>MSNM | COORDENADOS<br>GEOGRAFICOS | CLASIFICACION<br>CLIMATICA | SIGNIFI-<br>CADO |
|------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| Margaritos | 1,512           | 16° 19'                    | 19' 05 A (C)(W2) big       | *                |

\* Clima semi-cálido, lluvioso con dos épocas, secas además de una marcada en la mitad del año, en que se encuentra el invierno, una -- corta en verano, temporada lluviosa, desplazándose hacia el otoño, con diferencia de temperaturas medias mensuales menores de 5°C (150 Termal); el mes más caliente antes del solsticio de verano.

La temperatura media anual oscila entre 18° y 22°C.

CUADRO No. 3 TEMPERATURAS PRESENTADAS DURANTE LOS ULTIMOS CINCO AÑOS .

| MESES      | A Ñ O S |      |      |      |      |
|------------|---------|------|------|------|------|
|            | 1979    | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 |
| Enero      | 11      | 12   | 10   | 14   | 12   |
| Febrero    | 13      | 12   | 12   | 14   | 12   |
| Marzo      | 15      | 14   | 14   | 15   | 13   |
| Abril      | 16      | 15   | 15   | 16   | 15   |
| Mayo       | 16      | 16   | 17   | 18   | 15   |
| Junio      | 17      | 17   | 17   | 18   | 19   |
| Julio      | 17      | 16   | 16   | 17   | 19   |
| Agosto     | 16      | 16   | 16   | 17   | 17   |
| Septiembre | 16      | 16   | 17   | 17   | 17   |
| Octubre    | 15      | 15   | 16   | 16   | 16   |
| Noviembre  | 12      | 13   | 13   | 13   | 15   |
| Diciembre  | 12      | 11   | 12   | 12   | 15   |

PRECIPITACION.- La precipitación media anual es de 1,500 mm con una máxima de 1,900 y una mínima de 1,100 mm.

CUADRO No. 4 PRECIPITACION DURANTE 5 AÑOS.

| MESES      | 1979   | A<br>1980 | Ñ<br>1981 | O<br>1982 | S<br>1983 |
|------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Enero      | 7.30   | 17.45     | 5.00      | 8.00      | 0.00      |
| Febrero    | 3.50   | 30.20     | 0.00      | 17.00     | 68.00     |
| Marzo      | 2.50   | 12.80     | 25.50     | 5.00      | 34.00     |
| Abril      | 56.81  | 41.00     | 10.00     | 19.50     | 7.50      |
| Mayo       | 115.70 | 141.00    | 214.60    | 252.00    | 180.00    |
| Junio      | 293.00 | 181.00    | 463.50    | 168.50    | 253.00    |
| Julio      | 305.00 | 157.00    | 123.50    | 100.00    | 350.00    |
| Agosto     | 180.00 | 131.00    | 320.00    | 132.00    | 171.00    |
| Septiembre | 238.00 | 121.00    | 142.00    | 243.00    | 180.00    |
| Octubre    | 105.00 | 130.00    | 205.00    | 103.00    | 97.00     |
| Noviembre  | 7.00   | 60.00     | 0.00      | 12.00     | 56.00     |
| Diciembre  | 28.30  | 10.00     | 12.00     | 9.00      | 60.00     |

2.6. Presencia de Siniestros.- Las granizadas son poco frecuentes, los vientos son moderados de reducida intensidad, es necesario tomar en cuenta el fenómeno de las heladas, ya que estas se distribuyen de septiembre a marzo aún cuando no son graves, pueden afectar el desarrollo normal de los cultivos.

2.7. Suelos.- Existen diferentes tipos de suelos en la región, entre los cuales destacan los siguientes:

1.- Suelos profundos de color negro mecanizables, franco arenoso

so y franco arenoso arcillosos, con problemas de drenaje, estos suelos se encuentran en cañadas, valles y laderas.

2.- Suelos de color café-rojizo (en menor proporción) de textura media y someros, éstos se encuentran en lomeríos.

3.- Suelos de aluvión a orilla de los ríos, dentro del valle, se localizan geoformas aislados en pequeños domos calizos. En los cerros y domos presentan suelos someros de colores oscuros, ricos en carbonatos; en el valle, se presentan suelos profundos de color negro de origen aluvial.

La planicie presenta un relieve plano con pendiente alrededor de 4%.

El relieve de las laderas es ligeramente ondulado y sus pendientes varían de 5% a 12%.

Los suelos que predominan en la región presentan muchas degradaciones por efectos de erosión hídrica y eólica.

El 80% de la agricultura se practica en suelos negros y el 20% en los suelos café-rojizo y aluvión, en los cuales se han definido los siguientes sistemas de producción.

AGROSISTEMAS No. 1 Siembra de Pul-JHA\* en planicies con sue

\* Siembras de humedad residual

los arcillosos profundos de color negro.

AGROSISTEMAS No. 2 Siembras de temporal en planicies con -  
suelos profundos de color negro.

AGROSISTEMAS No. 3 Siembra de temporal en lomeríos con suel  
os de color negro y delgados.

AGROSISTEMAS No. 4 Siembra de temporal en suelos de lome--  
ríos de color café rojizos.

### III. JUSTIFICACION DEL TRABAJO.

A través de recorridos realizados y de entrevistas efectuadas - con diferentes productores se ha encontrado la siguiente problemática:

- a) Las dosis de Fertilizantes aplicados son relativamente bajas.
- b) La densidad de población se encuentra abajo del potencial.
- c) Al aplicar el fertilizante este queda destapado permitiendo una pérdida de volatilización.
- d) Aplicación tardía del fertilizante.

#### IV. OBJETIVOS E HIPOTESIS.

##### OBJETIVOS.

Dadas las condiciones de la región y en base a la problemática encontrada se han planteado los objetivos que se pretenden alcanzar con este trabajo, estos son:

##### Objetivos:

- 1) Encontrar una dosis óptima económica que nos ayude a minimizar costos.
- 2) Incrementar la producción y productividad en el cultivo de maíz de temporal.

##### Hipótesis:

No existe respuesta a la fertilización química en los suelos de zona de estudio.

## V. LITERATURA REVISADA.

El maíz agota el suelo en forma considerable, siendo únicamente bajo un correcto abastecimiento de nutrientes cuando puede proporcionar rendimientos satisfactorios. Su rápido desarrollo origina el que la planta presenta ya en sus primeras fases de crecimiento una elevada demanda de nutrientes fácilmente aprovechables.

Según long. citado por Jacob (4), una cosecha de 2,845 Kg. de maíz requiere 180 Kg. de Nitrógeno por hectárea, 62 Kg. de Fósforo y 124 de Potasio.

Estos resultados concuerdan muy bien con los de Soubies (6) -- quien reporta las siguientes cantidades extraídas por cada 50 Kg. de grano cosechado: 2.5 Kg. de Nitrógeno, 1.0 Kg. de Fósforo y 2.0 Kg. de Potasio.

La aplicación de fertilizantes químicos al suelo permite poner al alcance de las plantas los nutrientes que éstas requieren para su completo desarrollo. Estas aplicaciones de fertilizantes se ven afectadas en su aprovechabilidad por un gran número de factores, algunos de los cuales se describen a continuación.

Por ejemplo, tras la aplicación de Sulfato de Amonio, el Amoníaco de ésta es fácilmente fijado por el complejo coloidal de los suelos áci-

dos. Como todos los amoníacales, el Nitrógeno del Sulfato de Amonio es resistente a la lixiviación y por esto, a igualdad de las demás condiciones, puede ser mas conveniente que los nitratos en el momento de la siembra. Sin embargo, sucede que los suelos alcalinos de poca capacidad de intercambio de iones no pueden absorber y conservar el amoníaco, pues -- Jamett comprobó que el agua de avenamiento arrastra gran cantidad de amoníaco tras la aplicación del sulfato de amonio en los suelos alcalinos de -- Sudán.

Muchas de las veces las aplicaciones de compuestos nitrogenados y potásicos se ven afectados por el agua de percolación originándose -- la lixiviación de los mismos. Algunos estudios realizados en estaciones -- experimentales han demostrado la pérdida considerable de nitratos que se producen con el agua de avenamiento. La pérdida de sales amoniacaes -- es escasa porque el ión amonio es fácilmente absorbido por los coloides -- del suelo y porque se oxida rápidamente a nitrato, la presencia de un cultivo en desarrollo es uno de los mejores métodos para reducir las pérdidas por lixiviación.(5).

Los fertilizantes nitrogenados también sufren pérdidas por volatili -- zación en suelos cuya aereación es deficiente, como ocurren en el caso en que el volumen de poros está lleno de agua. Las bacterias anaeróbicas lle -- gan a reducir los nitratos formando óxido nitroso o incluso nitrógeno que pa -- sa a la atmósfera (9).

Las propiedades del suelo guardan estrechas relaciones mutuas, así se tiene que el efecto de la fertilización depende por un lado de el estado de fertilidad del suelo, en tanto que, por otra parte, la fertilización correctamente dosificada constituye esencialmente al aumento de la fertilidad del mismo. Esta fertilidad se ve afectada grandemente por el contenido de materia orgánica existente en el suelo, la cual, mejora las condiciones físicas del mismo y desempeña el papel de portadora y abastecedora de nutrientes (6).

El aprovechamiento y el efecto de muchos nutrientes vegetales, particularmente del Fósforo, Potasio y elementos menores, dependen ampliamente del PH prevaleciente en el suelo. La solubilidad del Fósforo disminuye a un PH inferior a 6.5 a superior a 7.5 entre estos dos valores de solubilidad de este elemento es máximo. El problema planteado es que el hierro y el aluminio sólo se encuentran en solución cuando el PH es muy bajo, y a este valor, la solubilidad del Fósforo se ha reducido tanto que puede ser insolubilizado al cambiarse con cualquiera de estos dos elementos. Por encima de 7.6 el Calcio puede provocar su precipitación, si se tiene en cuenta que esta alcalinidad es debida a la carbonato de calcio. Por encima de 8.5 el exceso de sales sódicas contribuye a causar la insolubilidad de estos elementos (9).

La rapidez de reversión del ácido fosfórico hidrosoluble del su-

perfosfato depende de las características del suelo. Gahnie Islam (5) com probaron que la fijación del superfosfato se producía de inmediato tras la mezcla de suelo y una solución de super fosfato.

El exceso de carbonato cálcio suprime la actividad del potasio y produce una relación en la disolución del suelo entre ambos cationes, la solución alta en calcio es desfavorable. Por lo tanto, el intervalo de PH de 7.5 a 8.5 es inadecuado para el Potasio.

El abastecimiento de agua y nutrientes son los factores de crecimiento con vínculos muy estrechos. Desde el punto de vista de la --- planta, una fertilización en forma sólida puede ser efectiva únicamente cuando los nutrientes son disueltos por el agua, puesto que los vegetales los -- asimilan solamente de la fase líquida (1).

Además de ello, existe una relación cuantitativa entre el agua y la fertilización. Cada suelo, así como cada planta que dispone de una - precipitación pluvial natural limitada, puede aprovechar solamente una -- cantidad de fertilizante equivalente a la cuantía de lluvia recibida. Toda cantidad de fertilizantes que excede los límites correspondientes deja de tener valor, ya que la insuficiencia de agua impide la correcta absorción y translocación de nutrientes por los vegetales, así como su utilización en el metabolismo de los mismos. Si la planta cuenta con posibilidades de ser irrigada, será mayor la cantidad de nutrientes que pueda utilizar, pero

deberá tomarse en cuenta que excesos en el agua de riego pueden causar la pérdida de nutrientes por percolación. El relativo exceso de sodio en las aguas de riego dificulta con frecuencia la correcta utilización de los restantes nutrientes por la planta, especialmente de Potasio.

El hecho de que un suelo no responda a una aplicación de fertilizantes no significa necesariamente que el mismo posea un elevado contenido de nutrientes. En un gran número de suelos altamente desprovistos de nutrientes es posible llegar a obtener una satisfactoria respuesta a la fertilización cuando las reservas nutritivas de los mismos han sido rellenas una vez más mediante un abundante suministro de fertilizante, así se tiene por ejemplo que en suelos con fuerte empobrecimiento de potasio, es necesario realizar primeramente y hasta cierto punto, una saturación como potasio de las micelas coloidales minerales, antes de que este elemento pueda ser puesto a disposición de las plantas en cantidades adecuadas. Esto mismo puede aplicarse al ácido fosfórico con respecto a su fijación como fosfato de hierro y de aluminio. En tales casos puede hablarse de suelos carentes de respuesta al fertilizante (6).

En diferentes partes de la República Mexicana se ha experimentado con fertilizantes químicos aplicados al suelo, a continuación se mencionan algunos de ellos.

El Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (3), realizó

un trabajo en el que se emplearon tratamientos idénticos a los de este estudio, obteniéndose los siguientes resultados: se encontró que la aplicación de 50 kilogramos de Nitrógeno por hectárea, produjo un incremento de maíz en mazorca de 648 kilogramos por hectárea; al aplicar 100 kilogramos el incremento fué de 1,268 kilogramos y con 150 kilogramos los rendimientos se elevaron en 1658 kilogramos, estos resultados se obtuvieron al comparar el rendimiento de cada uno de los tratamientos con el testigo de la aplicación de 50 y 100 kilogramos.

Las aplicaciones de 40 y 80 kilogramos de Fósforo por hectárea no elevaron el rendimiento, inclusive el tratamiento 100-80-0 mostró un descenso en el rendimiento de 243 kilogramos de maíz en mazorcas con respecto al tratamiento 100-00-00.

La aplicación de diferentes dosis de nitrógeno no variaron la altura de las plantas, aún cuando el vigor y color fué más notorio en las plantas de los tratamientos 100-40-0 y 150-40-0.

## VI. MATERIALES Y METODOS.

El presente trabajo se desarrolló en el Ejido Las Margaritas en el Municipio del mismo nombre, en el Estado de Chiapas, ubicado en el -- kilómetro 16 de la carretera Comitán-Margaritas.

La región cuenta con un clima de tipo semi-cálido, la temperatura anual oscila entre 18°C y 22°C. La precipitación media anual es de ----- 1,500 mm. con una máxima de 1,900 mm. y una mínima de 1,100 mm.

### 6.1. MATERIALES:

Para la realización del presente trabajo se utilizaron los siguientes materiales y herramientas: semilla, fertilizante, estacas, hilo, cinta métrica, yunta, libro de campo, básculas, palas, bolsas de plástico, etc.

### 6.2. METODOLOGIA.

Con anterioridad a la siembra, se llevó a cabo un muestreo de - suelo y subsuelo, en el Agrosistema No. 4, con el fin de conocer su estado - tanto físico como químico. El muestreo antes mencionado se hizo a la profundidad de 0-30 centímetros para el suelo y 30-60 centímetros para el sub-suelo; los cuales fueron sacados al aire libre y pasados por un tamiz número 20 y analizados en el laboratorio de suelos de la SARH en el Estado de Chiapas.

Las determinaciones efectuadas en este análisis se reportan en el Cuadro 5. A continuación se describen los resultados y los métodos que se utilizaron para hacer cada una de las determinaciones del análisis del - subsuelo efectuado.

Color: se usó la escala de Munsell, siendo el suelo de un co-

lor café rojizo y el subsuelo de color rojo para la prueba en seco, y para la prueba húmeda, el suelo dió una coloración café rojizo y el subsuelo dió un color rojo.

Reacción del suelo (PH) se determinó en una relación suelo agua (1:2), utilizándose un potenciómetro Modelo Photevolt.

El valor del PH del suelo fué de 6.8 clasificándose como ligeramente ácido y el subsuelo fue 7.0 siendo su clasificación neutro.

Textura: Se determinó por el método del hidrómetro de Boyuocus, clasificándose tanto el suelo como el subsuelo como migajón arcilloso.

Materia Orgánica: para llevar a cabo esta determinación utilizó el método de Walkely y Black, los valores obtenidos en el porcentaje de materia orgánica para el suelo fué de 1,7882 medianamente rico y para el subsuelo se obtuvo un valor de 0.6639 medianamente pobre.

Nitrógeno Total: Se realizó por el método Kjeldahl resultando el suelo con un contenido de 0.1802% clasificándose como medianamente rico. El subsuelo con un contenido de 0.1316 clasificándose como medianamente pobre.

Fósforo aprovechable: Se determinó por el método de Peech y Englis, habiéndose determinado un contenido de Fósforo aprovechable en el suelo de 40.310 Kg/Ha., clasificándose como medianamente rico, para el subsuelo el contenido de fósforo aprovechable fué de 41.112 clasificándose

como medianamente rico.

Sales Solubles: Se determinó en el extracto de suelo y subsuelo saturado y se usó el puente de What Stone, los valores obtenidos para el suelo fueron de 1.80 y subsuelo de 1.90 clasificándose sin problemas de sales.

CUADRO No. 5 CARACTERISTICAS FISICAS-QUIMICAS DE SUELO Y SUBSUELO EN DONDE SE EFECTUO EL EXPERIMENTO EN EL CICLO AGRICOLA P.V. 83/83 EN EL MUNICIPIO - MARGARITAS, CHIAPAS.

| DETERMINACION                                |           | SUELO 0-30  | SUELO 30-30 |
|--|-----------|-------------|-------------|
| Color  | Seco      | 7.54 YR-6/8 | 2.5 YR-5/6  |
|  | Húmedo    | 5 YR-5/8    | 5 YR-5/6    |
| PH   |           | 6.8         | 7           |
| Textura                                      | Arena %   | 35          | 32          |
|  | Limo %    | 25          | 29          |
|  | Arcilla % | 40          | 39          |
| Materia Orgánica %                           |           | 1.78        | 0.6639      |
| Nitrógeno Total %                            |           | 0.1802      | 0.1316      |
| Fósforo Aprovechable                         |           |             |             |
|  | Kg/Ha.    | 40.31       | 41.11       |
| Potasio Aprovechable                         |           |             |             |
|  | Kg/Ha.    | 479.60      | 318.73      |
| Sales Solubles Totales<br>(mmhos/cm. a 25°C) |           | 1.80        | 1.90        |

### 6.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y DE TRATAMIENTOS.

El diseño experimental usado fue el de bloques al azar con arreglo de tratamientos en una matriz Plan Pueblo (Fig.5) con cuatro repeticio

nes dando un total de 60 parcelas (Cuadro 6). Se probaron cinco niveles de Nitrógeno (0, 80, 110, 140, 170 Kg/Ha) cinco niveles de Fósforos (0, 30, 50, 70 y 90 Kg/Ha) y cuatro niveles en Densidad de Población (40, 45, 50, 55 mil plantas/Ha). El espacio de exploración en Nitrógeno es de 80 a 170 Kg/Ha., en Fósforo de 30 a 90 Kg/Ha. y Densidad de Población de 40 a 55 mil/plantas/Ha.

Las parcelas chicas fueron de cuatro surcos de ocho metros de longitud con una distancia entre ellos de ochenta centímetros; el tamaño de parcela fué de 25.6 metros cuadrados, tomando como parcela útil 12.8 metros cuadrados (figura 2).

CUADRO No. 6 LISTA DE LOS TRATAMIENTOS UTILIZADOS A BASE DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION EN EL EXPERIMENTO.

| TRATAMIENTOS | HGS/Ha. de N. | KGS/Ha. de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | DENSIDAD DE POBLACION |
|--------------|---------------|--|-----------------------|
| 1            | 110           | 50                                       | 45                    |
| 2            | 110           | 50                                       | 50                    |
| 3            | 110           | 70                                       | 45                    |
| 4            | 110           | 70                                       | 50                    |
| 5            | 140           | 50                                       | 45                    |
| 6            | 140           | 50                                       | 50                    |
| 7            | 140           | 70                                       | 45                    |
| 8            | 140           | 70                                       | 50                    |
| 9            | 80            | 50                                       | 45                    |
| 10           | 170           | 70                                       | 50                    |
| 11           | 110           | 30                                       | 45                    |
| 12           | 140           | 90                                       | 50                    |
| 13           | 110           | 50                                       | 40                    |
| 14           | 140           | 70                                       | 55                    |
| 15           | 0             | 0  | 40                    |

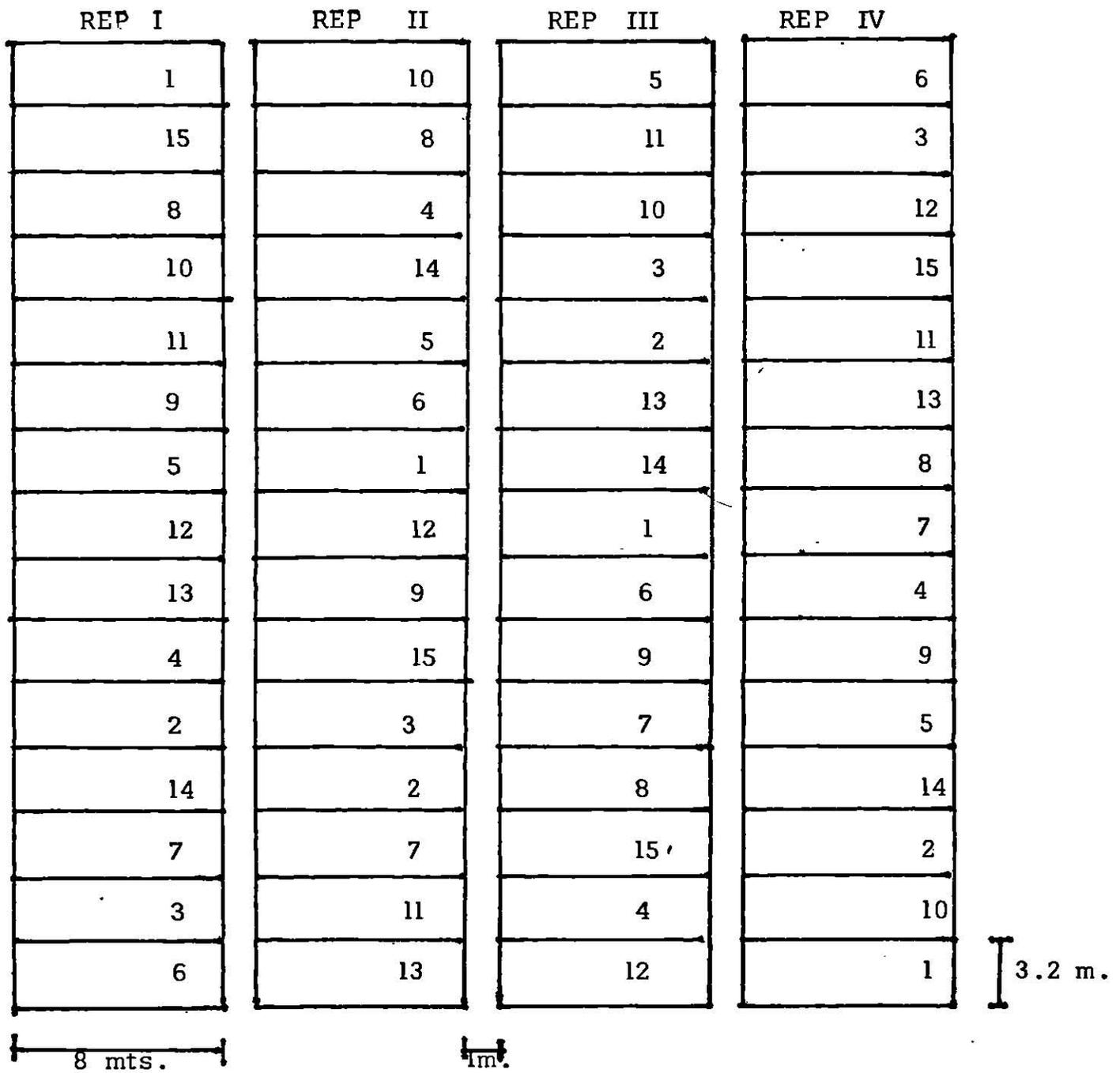


FIGURA No. 2.- PLANO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL USADO: DISTRIBUCION AL AZAR DE LOS TRATAMIENTOS Y DIMENCIONES DE LAS PARCELAS.

Las fuentes de nitrógeno y fósforo fueron urea con 46% de nitrógeno y super fosfato de calcio triple al 46% de  $P_2O_5$  respectivamente; la semilla usada fue maíz criollo amarillo de la región dado que en la región superan los criollos sobre los mejorados.

En la superficie donde se instaló el experimento se efectuaron las labores correspondientes a la preparación del terreno y se hicieron de acuerdo a los efectuados en la región, los cuales son barbecho, rastro, cruza. Esto se hizo en 30 días antes de la siembra posteriormente se hicieron los surcos a una distancia de 80 cm entre surcos, éstos se realizaron con yunta.

Los fertilizantes se aplicaron a mano en las proporciones necesarias para cada surco, aplicándose mateado y 30 días después de la siembra la primera dosis, y la segunda aplicación a los 35 días después de la primera, con la finalidad de distribuirla durante el ciclo vegetativo. El nitrógeno se aplicó la mitad en la primera fertilización, más todo el fósforo; y en la segunda aplicación el resto del nitrógeno.

6.4. TOMA DE OBSERVACIONES: Se observaron las características del cultivo, tales como floración, madurez del grano y cosecha. De esta manera podemos observar en el cuadro No. 7 que los días a la cosecha fueron 170 días, por lo que respecta a la floración se encontró que inician esta etapa aproximadamente a los 94 días después de la siembra y se ter

cuadro No. 7 FECHAS IMPORTANTES TOMADAS A LO LARGO DEL DESARROLLO DEL CICLO  
 VEGETATIVO DEL MAIZ EN EL MUNICIPIO DE LAS MARGARITAS, CHIS. EN 1983.  
 DIA EN QUE SE EFECTUO.

ACTIVIDAD REALIZADA: ENE. FEB. MAR. ABR. MAY. JUN. JUL. AG. SEP. OCT. NOV. DIC.

|                         |      |    |    |
|-------------------------|------|----|----|
| Localización del Sitio  | 5    |    |    |
| Muestreo del Suelo      | 10   |    |    |
| Prep de Materiales      | 8 al | 12 |    |
| Siembra                 |      |    | 6  |
| Germinación             |      |    | 14 |
| Aclareo                 |      |    | 20 |
| Resiembra               |      |    | 20 |
| Aplicación Insecticidas |      |    | 26 |
| Primera Fertilización   |      |    | 14 |
| Segunda Fertilización   |      |    | 24 |
| Inicio de la floración  |      |    | 9  |
| 80% de floración        |      |    | 20 |
| Floración total         |      |    | 30 |
| Madurez Fisiológica     |      |    | 29 |
| Cosecha                 |      |    | 23 |

mina en un promedio de 116 días , alcanzando su madurez fisiológica en un término de 145 días.

COSECHA: La cosecha se efectuó con el método de competencia completa , recolectándose las mazorcas y separándolas por tratamiento. Las parcelas chicas fueron de cuatro surcos de 8 metros de longitud con una distancia entre ellos de 80 cm., el tamaño de parcelas fué de -- 25.6 metros cuadrados tomando como parcela útil 12.8 metros cuadrados.

#### 6.5. ANALISIS ESTADISTICO:

El diseño utilizado para la evaluación del presente trabajo fue un bloque al azar con arreglo de tratamiento en una matriz Plan Puebla I (Figura 3) utilizando el paquete computacional spss (statistical package for the social sciences second edition). El espacio de exploración de los niveles estudiados fueron los siguientes:

|     |    |    |     |     |     |
|-----|----|----|-----|-----|-----|
| N:  | 0  | 80 | 110 | 140 | 170 |
| P:  | 0  | 30 | 50  | 70  | 90  |
| DP: | 40 | 45 | 50  | 55  |     |

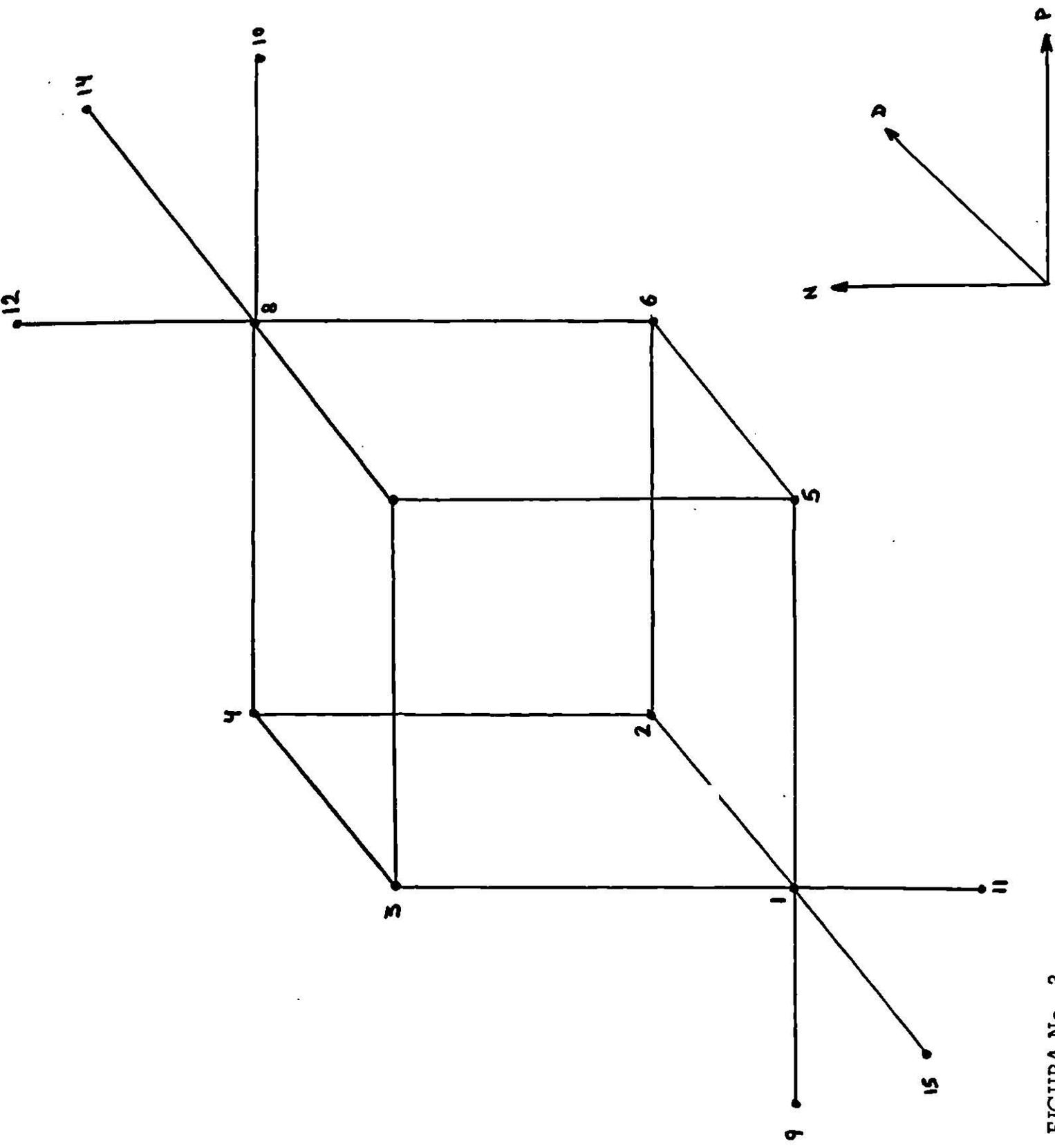


FIGURA No. 3  
MATRIZ DE TRATAMIENTOS "PLAN PUEBLA I"  
Usada en el experimento bajo estudio.

La distribución de los Tratamientos por Bloque fue al azar (Fig. 2) los rendimientos por tratamiento se presentan en el Cuadro No. 8, se realizaron las sumas de cuadrados obteniéndose la siguiente tabla de variación:

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RENDIMIENTOS DE GRANO DE MAIZ.

| F.V.         | G.L. | S.C.           | C.M.        | F.C.     | F.T. |
|--------------|------|----------------|-------------|----------|------|
| Bloques      | 3    | 1,294,201.65   | 431,400.5   | .932     | .434 |
| Tratamientos | 14   | 18,191,692.733 | 1,300,000   | 2.807 ** | .005 |
| Error        | 42   | 19,445,000.00  | 462,976.205 |          |      |

En base a la tabla anterior se ve que la "F" calculada es mayor que la "F" tabulada, se rechaza la hipótesis planteada a un nivel de significancia de 0.01 y se concluye que existe una diferencia altamente significativa entre los efectos de los tratamientos.

Debido a lo anterior, se realizó una comparación de medias para sacar los mejores tratamientos siguiendo la siguiente metodología:

CUADRO No. 8 RENDIMIENTOS DE GRANO DE MAIZ EN KILOMETROS POR HECTAREA.

| TRATAMIENTOS | I         | II    | III   | IV    | PROMEDIO |       |
|--------------|-----------|-------|-------|-------|----------|-------|
| 1            | 110 50 45 | 2,416 | 1,949 | 1,842 | 2,258    | 2,116 |
| 2            | 110 50 50 | 2,762 | 1,296 | 2,438 | 1,660    | 2,039 |
| 3            | 110 70 45 | 2,764 | 2,090 | 2,536 | 2,411    | 2,450 |
| 4            | 110 70 50 | 2,179 | 2,385 | 2,646 | 1,443    | 2,163 |
| 5            | 140 50 45 | 3,236 | 1,970 | 2,728 | 2,536    | 2,615 |
| 6            | 140 50 50 | 3,290 | 2,529 | 2,827 | 1,680    | 2,581 |
| 7            | 140 70 45 | 2,992 | 2,697 | 2,705 | 2,690    | 2,771 |
| 8            | 140 70 50 | 2,746 | 2,421 | 1,983 | 2,385    | 2,383 |
| 9            | 80 50 45  | 2,025 | 2,152 | 1,608 | 2,161    | 1,986 |
| 10           | 170 70 50 | 2,256 | 2,023 | 3,135 | 2,938    | 2,588 |
| 11           | 110 30 45 | 2,343 | 1,787 | 1,182 | 5,581    | 2,723 |
| 12           | 140 90 50 | 2,815 | 2,857 | 3,433 | 3,509    | 3,153 |
| 13           | 110 50 40 | 1,826 | 1,846 | 2,202 | 1,352    | 1,806 |
| 14           | 140 70 55 | 3,024 | 2,483 | 2,186 | 1,062    | 2,188 |
| 15           | 0 0 40    | 709   | 485   | 337   | 886      | 608   |

#### 6.6. METODO TUKEY.

a) Se ordenan las medias de tratamiento de mayor a menor.

| TRATAMIENTO | PROMEDIO |
|-------------|----------|
| 12          | 3153     |
| 7           | 2771     |
| 11          | 2723     |
| 5           | 2615     |
| 10          | 2588     |
| 6           | 2581     |
| 3           | 2450     |
| 8           | 2383     |
| 13          | 2188     |
| 4           | 2163     |
| 1           | 2116     |
| 2           | 2039     |
| 9           | 1986     |
| 13          | 1806     |
| 15          | 608      |

b) Se calcula el error estandar de la media;

$$\bar{S}_Y = \sqrt{\frac{C M E}{R}}$$

$$\bar{S}_Y = \sqrt{\frac{462976.205}{4}}$$

$\bar{S}_Y$  = desv. de las medias

$$\bar{S}_Y = \sqrt{157440.5}$$

$$\bar{S}_Y = 340.21$$

CME = cuadrado medio del error del análisis de varianza

R = No. de Repeticiones.

c) Se obtienen de (Tablas a-8) Tablas de Estadística, el valor.

A = Tipo I Probabilidad del error

B = Número de Tratamiento

V = Grado de libertad del error.

(A, B, V)

.01 = 5.96

.05 = 5.11

d) Se obtiene el rango mínimo estudentizado:

$$(RME)_p = q(A, B, V): SY$$

$$RME = .01 = (5.05 \times 340.21) = 2027.66$$

e) Se comparan las medias de tratamientos de tal forma que si la diferencia de dos de ellos es mayor que el RME, se rechaza la hipótesis en caso contrario no se rechaza.

| TRATAMIENTO | PROMEDIO |      |    |
|-------------|----------|------|----|
| 12          | 3153     |      | a  |
|             |          | 382  |    |
| 7           | 2771     |      | a  |
|             |          | 48   |    |
| 11          | 2723     |      | a  |
|             |          | 108  |    |
| 5           | 2615     |      | ab |
|             |          | 27   |    |
| 10          | 2588     |      | ab |
|             |          | 7    |    |
| 6           | 2581     |      | ab |
| 3           | 2450     | 131  | ab |
| 8           | 2383     | 67   | ab |
| 13          | 2188     | 195  | ab |
| 4           | 2163     | 25   | ab |
| 1           | 2116     | 47   | ab |
| 2           | 2039     | 77   | ab |
| 9           | 1986     | 53   | ab |
| 13          | 1806     | 180  | ab |
| 15          | 608      | 1198 | ab |

f) Los mejores tratamientos fueron el 12, 7 y 11 con rendimientos promedios de 3153, 2771 y 2723 Kg/Ha respectivamente, solo fueron -- significativamente diferentes al testigo el cual mostró un rendimiento promedio de 608 Kg/Ha.

6.7 Se realizó un análisis de regresión múltiple para estimar las dosis óptimas fisiológicas postulándose un modelo cuadrático completo con las tres variables en estudio ( N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y D P). Siendo el modelo de predicción el siguiente:

$$Y_i = B_0 + B_1 N + B_2 P + B_3 D + B_4 N^2 + B_5 P^2 + B_6 D^2 + B_7 NP + B_8 ND + B_9 PD \text{ y}$$

al efectuar el análisis de regresión lineal múltiple y efectuar las pruebas de hipótesis individuales sobre los coeficientes (B) se concluyó que el modelo más adecuado para describir el rendimiento de grano debería de incluir el efecto lineal y cuadrático del Nitrógeno y el efecto cuadrático de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y la interacción N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obteniéndose las siguientes ecuaciones de predicción:

$$Y_i = B_0 + B_1 N_i + B_4 N_i^2 + B_5 P^2 + B_7 NP$$

$$Y_i = B_0 + B_1 X_{03i} + B_4 X_{32} + B_5 X_{42} + B_7 X_{34}$$

$$\frac{dY_i}{dN} = B_1 + 2B_4 N + B_7 P = 0$$

$$\frac{dY_i}{dP} = 2B_5 P + B_7 N = 0$$

$$\begin{bmatrix} 2B_4 & B_7 \\ B_7 & 2B_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} N \\ P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -B_4 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 2(.25213063) & (-1.1573401) \\ (-1.1573401) & (1.2343917) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} N \\ P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -14.583412 \\ 0 \end{bmatrix}$$

RESULTADO:-

Determinación de (Z):

.0945242791

N= 380.88

P= 178.55

Los resultados estadísticos muestran que estos valores se encuentran fuera del rango de exploración.

6.8. ANALISIS ECONOMICO. Para realizar el análisis económico, se siguió la siguiente metodología propuesta por Perrín AT AL: (8)

1. Se sacó los costos variables que fueron:

Costo del Kg de N \$ 39.60

Costo del Kg de  $P_2O_5$  \$47.13

Costo de mil semillas \$26.60

Aplicación fertilizante/Kg. \$16.00

2. Se sacaron los Beneficios Brutos (B.B.) y Beneficios Netos, - (B.N.):

a) Multiplicar rendimientos de cada tratamiento por precio oficial del maíz para sacar (B.B.)

b) Restar los costos variables para sacar B.N.

|    | N   | P  | DP | PROM | C.V.      | B.B.      | B.N.      |
|----|-----|----|----|------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | 110 | 50 | 45 | 2116 | 9,414.80  | 60,306.00 | 50,891.20 |
| 2  | 110 | 70 | 50 | 2039 | 9,447.50  | 58,111.50 | 48,664.00 |
| 3  | 110 | 70 | 45 | 2450 | 10,677.40 | 69,825.00 | 59,147.60 |
| 4  | 110 | 70 | 50 | 2163 | 10,810.70 | 61,645.50 | 50,834.80 |
| 5  | 110 | 50 | 45 | 2615 | 11,073.80 | 74,527.50 | 63,453.70 |
| 6  | 140 | 50 | 50 | 2581 | 11,206.50 | 73,558.50 | 62,352.00 |
| 7  | 140 | 70 | 45 | 2771 | 12,336.10 | 78,973.50 | 66,637.40 |
| 8  | 140 | 70 | 50 | 2383 | 12,469.70 | 67,915.50 | 55,445.80 |
| 9  | 80  | 50 | 45 | 1986 | 7,737.50  | 56,601.00 | 48,863.50 |
| 10 | 170 | 70 | 50 | 2758 | 14,137.70 | 73,758.00 | 59,620.30 |
| 11 | 110 | 30 | 45 | 2723 | 8,143.20  | 77,605.50 | 69,462.30 |
| 12 | 140 | 90 | 50 | 3153 | 13,732.30 | 89,860.50 | 76,128.20 |
| 13 | 110 | 50 | 40 | 1806 | 9,272.50  | 51,471.00 | 42,198.50 |
| 14 | 140 | 70 | 55 | 2188 | 12,602.10 | 62,358.00 | 49,755.90 |
| 15 | 0   | 0  | 40 | 604  | 0.00      | 17,214.00 | 17,214.00 |

3.- Se ordenan de mayor a menor conforme su B.N. cada uno con su C.V. correspondiente.

| TRATAMIENTO | B.N.      | C.V.      |   |
|-------------|-----------|-----------|---|
| 12          | 76,128.20 | 13,732.30 | * |
| 11          | 69,462.30 | 8,143.20  | * |
| 7           | 66,637.40 | 12,336.10 |   |
| 5           | 63,453.70 | 11,073.80 |   |
| 6           | 62,352.00 | 11,206.50 |   |
| 10          | 59,620.30 | 14,137.70 |   |
| 3           | 59,147.60 | 10,677.40 |   |
| 8           | 55,445.80 | 12,469.70 |   |
| 1           | 50,891.20 | 9,414.80  |   |
| 4           | 50,834.80 | 10,810.70 |   |
| 14          | 49,755.90 | 12,602.10 |   |
| 9           | 48,863.50 | 7,737.50  | * |
| 2           | 48,664.00 | 9,447.50  |   |
| 13          | 42,198.50 | 9,272.50  |   |
| 15          | 17,214.00 | 0.00      | * |

Se realizó el análisis de dominación eliminando aquellos - tratamientos que tengan un costo variable mayor, que el tratamiento anterior.

4.- Se efectuó el análisis de beneficio neto.

| B.N.  | TRAT. | C.V.  | INC.MAR.<br>C.V. | INC.MAR.<br>B.N. | TAZA MAR. DE<br>RETORNO AL<br>CAPITAL. |
|-------|-------|-------|------------------|------------------|--|
| 76128 | 12    | 13732 | 5 589            | 6666             | 1.19.                                  |
| 69462 | 11    | 8143  | 406              | 20598            | 50.73                                  |
| 48863 | 9     | 7737  | 7737             | 31536            | 4.07                                   |
| 17214 | 15    | 0     | 0                | 0                | 0                                      |

5.- a) El resultado mayor de la tasa marginal de retorno al capital es la recomendación para los productores de capital limitado, siendo el Tratamiento II (130-30-45) con costo variable 8143 y 406 de incremento marginal variable con 20,598 Inc. Mar. B.N. y una Taza Mar. de Retorno de Capital de 50.73.

b) Para capital ilimitado se toma el que tiene mayor beneficio neto, siendo el tratamiento 12 (140-90-50) con 13732 C.V., 5589 INC. -- MAR. C.V., 6666, INC. MAR. B.N. y un valor de 1.19 de Taza Mar. de Retorno al Capital.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION.

7.1. Como puede apreciarse en el análisis estadístico de varianza, de los tratamientos, produjeron un efecto altamente significativo.

7.2. En la comparación las medias de los tratamientos por el método Tukey nos dice que los mejores fueron el 12, 7 y 11 con rendimientos promedios de 3153, 2771 y 2723 Ks/Ha. respectivamente, siendo altamente significativamente respecto al testigo el cual mostró un rendimiento promedio de 608 Kg/Ha.

7.3. Del modelo cuadrático completo con 3 factores (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y DP)  $Y_i = B_0 + B_1N + B_2P + B_3D + B_4N^2 + B_5P^2 + B_6D^2 + B_7NP + B_8ND + B_9PD$  y al efectuar el análisis de regresión múltiple y efectuar las pruebas de hipótesis individuales sobre los coeficientes (B) se concluyó que el modelo más adecuado para describir el rendimiento de grano debería de incluir el efecto linial y cuadrático del nitrógeno y el efecto cuadrático de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y la interacción N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obteniéndose los siguientes ecuaciones de predicción.

$$Y_i = B_0 + B_1N + B_4N^2 + B_5P^2 + B_7NP$$

$$Y_i = B_0 + B_1X03 + B_4X32 + B_5X42 + B_7X34$$

los resultados estadísticos muestran que estos valores estimados se encuentran fuera del rango de exploración.

7.4. Después de haber desarrollado el análisis económico -- por el método de Perrín ET al se encontró que el tratamiento óptimo económico para capital limitado fué el II (110-30-45 mil plantas/Ha) y para capital ilimitado fué el I2 (140-90-50 mil plantas/Ha).

#### 7.5. De respuesta a nitrógeno.

La curva de respuesta a Nitrógeno (Fig. 4-X) nos dice que cuando se aplican de 80 a 140 Kg. de Nitrógeno por Hectárea, el rendimiento -- tiende a incrementarse, cuando se utilizan 50 Kg.  $P_2O_5$  y 45 mil plantas por Ha. presentándose un incremento de 2615 Kg/Ha. en relación al testigo.

#### 7.6. De respuesta al Fósforo.

La figura (4-Y) de respuesta a Fósforo nos dice que cuando se aplican de 30 a 50 Kg de  $P_2O_5$  por Hectárea hay un ligero incremento cuando se utilizan 110 Kg. de Nitrógeno y 45 mil por Hectárea.

#### 7.7. De respuesta a Densidad de Población.

La respuesta a la densidad de Población (Fig. 4-Z) nos indica -- que cuando se aplican dosis bajas de nitrógeno y fósforo al rendimiento se incrementa en 350 Kg de grano/Ha. mientras que con dosis altas de Nitrógeno y Fósforo, el rendimiento se incrementa en 650 Kg/Ha. de grano, pero tiende a bajar completamente al pasar de 45 a 55 mil plantas por Hectárea.

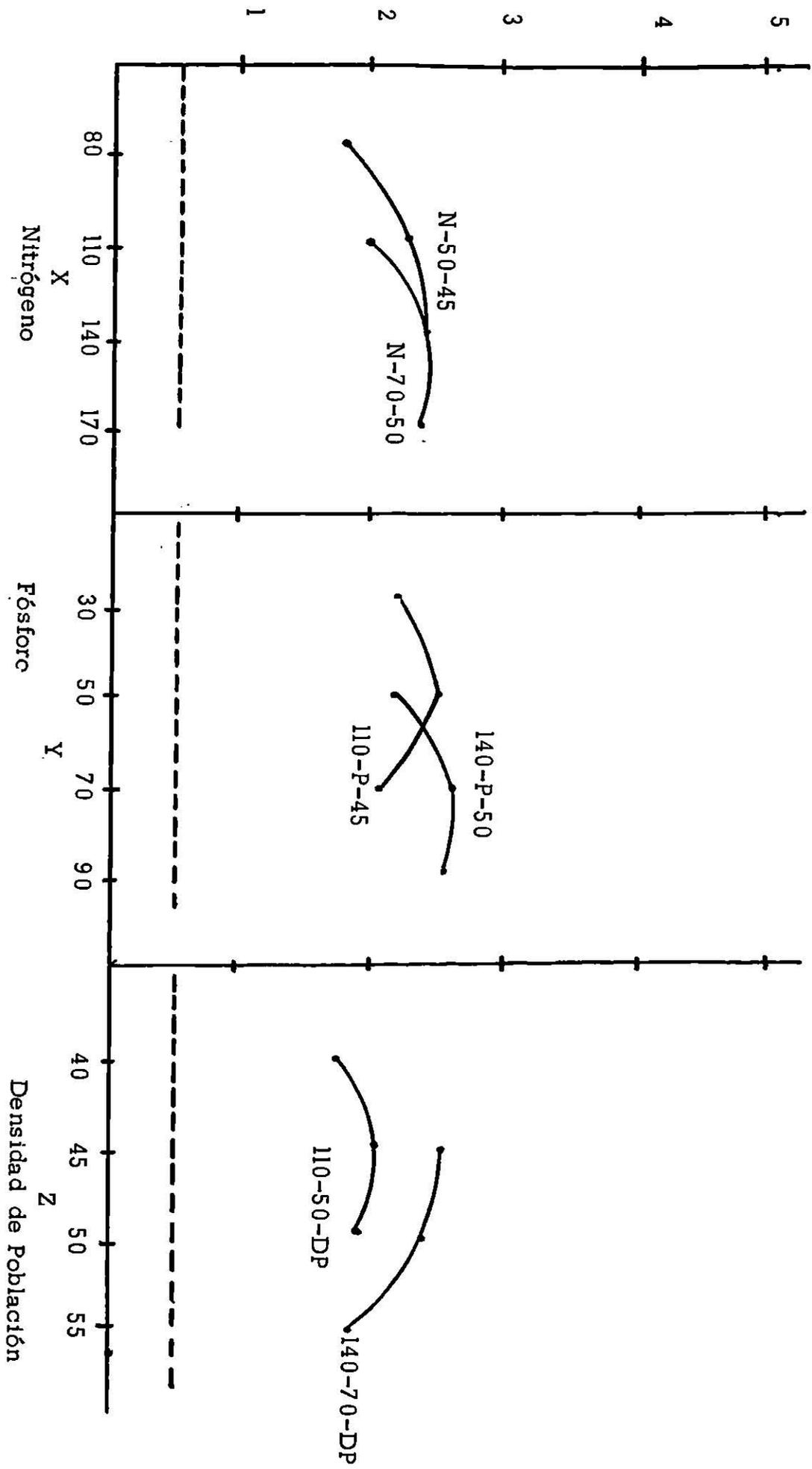


FIGURA No. 4  
 CURVAS DE RESPUESTA A N-P-DP EN EL MAIZ DE LAS MARGARITAS, CHIS.

### VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Los mejores fueron el 12, 7 y 11 con rendimientos promedio de 3153, 2771 y 2923 Kg/Ha. respectivamente.

Los resultados estadísticos muestran que los valores estimados se encuentran fuera del rango de exploración.

$$N = 380.88$$

$$P = 178.55$$

Respecto al análisis económico, el tratamiento óptimo económico para capital limitado fué el 11 (110-30-45 mil plantas/Ha) y para capital ilimitado fue el 12 (140-90-50 mil plantas/Ha).

Existe un incremento en rendimiento al aplicar similares cantidades de Fósforo, pero con dosis más altas de Nitrógeno.

Para densidad de población hay un leve incremento cuando se incrementan las dosis de Nitrógeno y Fósforo.

Los resultados de los análisis de los tratamientos fueron similares mediante los métodos de análisis económicos y estadísticos siendo los mejores tratamientos el 11 y 12.

## R E C O M E N D A C I O N E S

Que se establezcan trabajos similares en la región, pero con es pacio de exploración más amplios en Nitrógeno y Fósforo, debido a que en la zona de estudio existe una precipitación media anual de 1,500 mm pudien do existir lixiviación de bases.

Es conveniente utilizar los dos métodos de análisis para deter- minar los mejores tratamientos en función de los costos.

## IX. RESUMEN .

Consistió en la aplicación de varias dosificaciones de fertilizantes y densidad de población, para estudiar su influencia en el rendimiento de grano. El diseño experimental usado fue el de bloques al azar con arreglo de tratamientos en una matriz Plan Puebla I con cuatro repeticiones, dando un total de 60 parcelas, se probaron cinco niveles de Nitrógeno (0, 80, 110, 140 y 170 Ks/Ha) y cinco niveles de Fósforo (0, 30, 50, 70 y 90 Ks/Ha) y cuatro niveles de densidad de Población (40, 45, 50, 55 mil plantas/Ha); el espacio de exploración en Nitrógeno es de 80 a 170 Ks/Ha. En Fósforo de 30 a 90 Kgs/Ha y de 40 a 55 mil plantas por hectárea.

En la comparación, los medios de los tratamientos nos dicen que -- los mejores fueron el 12, 7 y 11 con rendimientos promedios de 3153, 2771 y 2723 Kgs/Ha respectivamente, siendo altamente significativa respecto al testigo.

Efectuar el análisis de regresión múltiple y las pruebas de hipótesis individuales sobre los coeficientes (B) se concluyó que el modelo más adecuado para describir el rendimiento de grano debería de incluir el efecto lineal y cuadrático de  $P_2O_5$  y la interacción N- $P_2O_5$  obteniéndose los siguientes ecuaciones de predicción:

$$Y_i = B_0 + B_1 N + B_4 N^2 + B_5 P^2 + BNP$$

$$Y_i = B_0 + B_1 X_0 + B_4 X_{32} + B_5 X_{42} + B_7 X_{34}$$

los resultados estadísticos muestran que estos valores estimados se encuentran fuera del rango de exploración.

$$N = 380.88$$

$$P = 178.35$$

Se encontró que el tratamiento óptimo económico para capital limitado fué el 11 y para capital ilimitado fue el 12.

Cuando se aplican de 80 a 140 Kg de Nitrógeno por Hectárea el rendimiento tiende a incrementarse cuando se utilizan 50 Kg  $P_2O_5$  y 45 mil plantas por hectárea, cuando se aplican dosis bajas de Nitrógeno y Fósforo, el rendimiento se incrementa en 350 Ks/Ha. pero con dosis altas de Nitrógeno y Fósforo, el rendimiento se incrementa en 650 Kg/Ha con 45 mil plantas y para densidad de población hay un leve incremento cuando se incrementan las dosis de Nitrógeno y Fósforo.

## X. BIBLIOGRAFIA .

1. Anónimo. 1968. Manual de Fertilizantes. Centro Regional de -- Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) México, la. Edición p.p. 187 y 188.
2. Collings. H., G. 1958. Fertilizantes Comerciales. la. Edición, Salvat Editorial, S. A., p.p. 69 y 241.
3. Informe 1967-1968. Centro de Investigaciones agrícolas del Noroeste p. 174.
4. Jacob, A. y H. Von U. 1964, Fertilización, 2a. Edición en Español. H. Veerman Zonen. Holanda, pp. 80, 81 y 125.
5. Miller E., C. 1964. Fertilidad del Suelo. la. Edición. Salvat Editores, S. A., p.p. 168, 169 y 201.
6. Nelson B., L. 1968. Changing Patterns in Fertilizer use. Soil Science Society of America. Inc. p. 36.
7. Períodos críticos en la Nutrición del Maíz, Servicio Técnico -- Agrónomo de Fertilizantes del Istmo, S. A., Boletín de Información General, No. 5.
8. Perrín, AT AL. 1976. Formulación de Recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual Metodológico de Evaluación Económico CIMMYT, México.
9. Thompson N., L. 1962. El suelo y su fertilidad. la. Edición. Editorial Reverte, S. A. p.p. 166 y 167.

