

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



ENSAYO DE NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y
DENSIDAD DE POBLACION EN EL CULTIVO DE MAIZ,
EN EL MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI, ESTADO
DE GUERRERO.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A
RAYMUNDO BARAJAS BERNARDINO
GUADALAJARA, JAL. 1982

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 4^{ve} de Octubre 1982

ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Habiendo sido revisada la Tesis del
PASANTE RAYMUNDO BARAJAS BERNARDINO
Titulada: " ENSAYO DE NIVELES DE NITROGENO FOSFORO Y DENSIDAD DE -
POBLACION EN EL CULTIVO DE MAIZ, EN EL MUNICIPIO DE CANUTO A. NER!
ESTADO DE GUERRERO."

Damos nuestra aprobacion para la --
Impresion de la misma

DIRECTOR



ING. SALVADOR HURTADO Y DE LA PEÑA

ASESOR



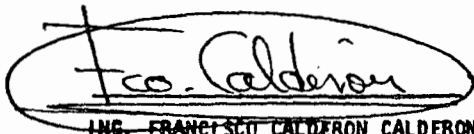
ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

ASESOR



ING. RAYMUNDO VELASCO NUÑO

eml.



ING. FRANCISCO CALDERON CALDERON

AGRADECIMIENTOS

INSTITUCIONES

A la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, por haberme formado profesionalmente en sus aulas.

A la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos por haberme facilitado los medios necesarios para el trabajo de campo.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, por facilitarme los elementos necesarios para la elaboración de esta tesis.

PERSONAS

A mis compañeros, Ingenieros: Salvador Navarro Galindo, Pablo Murillo - Navarrete, Arnoldo Michel Rosales, Rubén Cruzaley Sarabia; por su valiosa colaboración para el presente trabajo.

A mi director de tesis Ing. M.C. Salvador Hurtado de la Peña y a mis asesores Ing. M.C. Francisco Calderón Calderón e Ing. M.C. Raymundo Velazco Nuño por sus sugerencias y revisión a la presente.

A mis compañeros y Amigos que de una u otra forma colaboraron para la realización de esta tesis.

A la Srta. María de los Angeles Jaimes Salazar, por su valiosa colaboración en el trabajo mecanográfico.

DEDICATORIAS

Con infinito cariño, respeto y admiración a mis padres Sr. José Trinidad Barajas López y Sra. María de la Luz Bernardino Olivera, cuyo esfuerzo y dedicación hicieron posible ver mi formación profesional, para ellos mi eterno agradecimiento.

A mi escuela, maestros y personas que han contribuído de alguna forma a mi preparación profesional.

A mi esposa Verónica con amor por su gran apoyo.

A mis hijos Raymundo Augusto y Victor Hugo, como un ejemplo y estímulo a superarse.

A mis Hermanos; Memo, Martha, José Luis, Ana, Agustín, Miguel, Edí, Beto y Lupe.

A mi abuela mamá Chuy con cariño.

A mis primos, tíos, parientes y sus familias.

A todos mis amigos, compañeros de escuela y de trabajo.

A la gente trabajadora del campo como una pequeña aportación más al agro mexicano.

CONTENIDO

	PAG.
LISTA DE CUADROS.....	VI
CUADROS DEL APENDICE.....	VI
FIGURAS DEL APENDICE.....	VII
RESUMEN.....	VIII
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS.....	3
2.1 Objetivos.....	3
2.2 Hipótesis.....	4
2.3 Supuestos.....	4
III. LITERATURA REVISADA.....	5
3.1 Importancia de la Fertilización.....	5
3.2 Efectos del Nitrógeno y Fósforo en el Cultivo de Maíz...	5
3.3 Trabajos Sobre Fertilización y Densidad de Población en Maíz de Temporal Realizados en México.....	6
3.3.1 Respuestas en fertilización.....	6
3.3.2 Respuestas a densidades de población.....	9
3.3.3 Dosis óptimas económicas encontradas.....	10
3.4 Diseño de Tratamientos.....	11
IV. MATERIALES Y METODOS.....	13
4.1 Ubicación y Descripción del Area en Estudio.....	13
4.2 Localización y Características del Sitio Experimental...	18
4.3 Factores en Estudio.....	19
4.3.1 Espacios de exploración para N, P ₂ O ₅ y D.P.....	19



LISTA DE CUADROS

ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

PAG.

CUADRO No. 3	ESPACIOS DE EXPLORACION PARA LOS FACTORES N, P ₂ O ₅ Y D.P.	19
CUADRO No. 4	LISTA DE TRATAMIENTOS ENSAYADOS EN EL CULTIVO DE MAIZ UTILIZADOS EN LA MATRIZ PLAN PUEBLA I. CICLO P-V 79/79 EN TIANQUIZOLCO, GUERRERO.	22
CUADRO No. 6	ANALISIS DE VARIANZA DE BLOQUES AL AZAR, TIANQUI- ZOLCO, GRO., MPIO. DE CANUTO A. MERI. CICLO 79/79 B.T.	30
CUADRO No. 7	ANALISIS ECONOMICO A LA RESPUESTA DE LOS TRATAMIE <u>N</u> TOS (N, P ₂ O ₅ Y D.P.) EN EL CULTIVO DE MAIZ. TIAN- QUIZOLCO, GRO. MUNICIPIO DE CANUTO A. MERI. CICLO 1979/79 B.T.	32

CUADROS DEL APENDICE

CUADRO No. 1	REGIMEN PLUVIOMETRICO MENSUAL (PROMEDIO DE 5 AÑOS) EN EL MUNICIPIO DE CANUTO A. MERI.	47
CUADRO No. 2	REGIMEN DE TEMPERATURA MENSUAL (PROMEDIO DE 5 --	

	PAG.
4.3.2 Fuentes fertilizantes.....	20
4.3.3 Variedad.....	20
4.3.4 Método de fertilización y oportunidad de aplicación.	20
4.4 Diseño Experimental.....	21
4.5 Diseño de Tratamientos.....	21
4.6 Conducción del Experimento.....	21
4.6.1 Muestreo de suelo.....	21
4.6.2 Siembra.....	21
4.6.3 Fertilización.....	23
4.6.4 Labores de cultivo.....	23
4.6.5 Cosecha.....	24
4.7 Análisis Estadístico.....	24
4.7.1 Método gráfico-estadístico.....	25
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
5.1 Características Físico-Químicas del Suelo.....	29
5.2 Análisis de Varianza.....	29
5.3 Respuesta a N - P - DP	29
5.3.1 Tratamiento óptimo económico para capital limitado e ilimitado.....	33
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. SUGERENCIAS.....	37
VIII. LITERATURA CITADA.....	38
IX. APENDICE.....	42a

		PAG.
	ANOS) EN EL MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI.....	47
CUADRO No. 5	PRODUCCIONES DE MAIZ EN GRANO (TON/HA) EN TIANQUI- ZOLCO, GRO., MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI. CICLO - 1979/79 B.T.	48
CUADRO No. 8	RELACION DE PRECIOS Y COSTOS UNITARIOS EMPLEADOS - PARA EL ANALISIS ECONOMICO.	49
CUADRO No. 9	CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL SUELO EN EL LO TE EXPERIMENTAL.....	50

FIGURAS DEL APENDICE

FIGURA 1.	LOCALIZACION DEL MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI EN EL ESTADO DE GUERRERO.....	43
FIGURA 2.	LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI.....	44
FIGURA 3.	RESPUESTA GRAFICA A LOS FACTORES N, P ₂ O ₅ Y D.P....	45
FIGURA 4.	MATRIZ EXPERIMENTAL PLAN PUEBLA I PARA TRES FACTO- RES.....	46

RESUMEN

Con el objeto de observar el efecto que tienen cuatro niveles para los factores de nitrógeno, fósforo y densidad de plantas sobre los rendimientos en maíz, se estableció un experimento en condiciones de temporal en el ciclo 1979-79 en la localidad de Tlanquízolco, Municipio de Canuto A. Neri, Guerrero, en donde el cultivo principal es el maíz, sembrado en condiciones topográficas de pendientes pronunciadas, suelos delgados, inadecuado uso de fertilizantes y utilización de tracción animal en general. El rendimiento promedio es de 1,200 Kg/ha..

Los niveles de nitrógeno utilizados fueron de 40, 70, 100 y 130 Kg/ha, como fuente se utilizó el sulfato de amonio 20.5% de N; en fósforo de 0, 30, 60 y 90 Kg/ha y como fuente el superfosfato de calcio simple 19.5% de P_2O_5 ; para densidades de 35, 45, 55 y 65 miles de plantas/ha utilizando la semilla criolla local maíz grande arrocillo.

El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas de cuatro surcos de ocho m de longitud, de 15 tratamientos con un diseño de la matriz plan puebla I, incluyendo un testigo sin fertilizar.

En las producciones del experimento, se efectuó el análisis de varianza y por el método gráfico-estadístico se realizó la interpretación económica.

Los resultados indicaron de manera general que las parcelas fertilizadas tuvieron un mayor rendimiento que las parcelas testigos.

Se obtuvo respuesta estadística significativa a los tres factores probados. En el nitrógeno aumentaron los rendimientos a medida que se incrementaron las dosis; en el fósforo fue variable la respuesta, tendió a decaer a su mayor nivel; en densidades, se incrementaron los rendimientos al aumentar la población de plantas, estabilizándose el cuarto nivel con el tercero, resultando ser iguales en rendimiento.

De los resultados obtenidos se concluyó lo siguiente:

- 1.- El maíz criollo responde bien a los fertilizantes, y al método de aplicación empleados.
- 2.- Las densidades y la distribución de plantas utilizadas respondieron mejor que las usadas por los agricultores locales.
- 3.- Es posible aumentar de un 70% a un 100% el rendimiento medio de la zona empleando la metodología de este trabajo.
- 4.- El tratamiento óptimo económico para capital ilimitado fue de 130-60-55,000 y para capital limitado de 70-60-55,000 kg de N, P_2O_5 y plantas por hectárea respectivamente.

I. INTRODUCCION.

Es importante hacer notar que únicamente el 10% de la superficie terrestre es apta para la producción de alimentos para una población de 4,500 millones de seres humanos.

La superficie cultivable del país (México), solo representa el 8% del territorio nacional, se siembran 18 millones de hectáreas para alimentar 78 millones de habitantes, esto equivale a un cuarto de hectárea por persona por año.

La agricultura de riego representa el 20% de la tierra cultivable y genera aproximadamente el 50% de la producción agrícola nacional. La otra mitad se produce en el 80% restante de la tierra, que es de temporal. La baja productividad se debe a la irregularidad de las lluvias (SARH-SAM, 1981).

El maíz, en México se considera como el cultivo de mayor importancia en cuanto a producción y superficie sembrada entre otros aspectos: alcanzando de 12.4 a 14.7 millones de toneladas de grano cosechadas en 1980 y 81 con superficies cultivadas de poco más de 6.9 y 8.1 millones de hectáreas respectivamente, además de que ocupa un 20% de la población económicamente activa.

En los últimos 20 años se ha duplicado la demanda de este cereal,

sin embargo, el rendimiento unitario solo se ha incrementado en un 83% que es bajo, debido a que el 80% de la superficie cultivada es de temporal, de este porcentaje, el 50% se siembra en condiciones críticas; del área total se fertiliza el 52% y únicamente se utiliza del 10 al 15% de semilla mejorada. Consecuentemente se ha provocado un déficit que ha obligado a las importaciones en los últimos años.

En 1980, el rendimiento medio en el estado fue de 1,503 kilogramos por hectárea, debido a que en Guerrero el 96% de 480 mil ha son de temporal, con 71% de maíz, y cerca de 200 mil hectáreas tienen suelos que van desde lomeríos hasta pendientes pronunciadas, solo se utiliza un 5% de semilla mejorada y los criollos más ampliamente distribuidos tienen bajo peso hectolítrico, además, las prácticas de cultivo en donde normalmente se puede usar maquinaria, generalmente se realizan con tracción animal (SARH-INIA-CIAPAC, 1981).

En el país se han realizado bastantes trabajos sobre fertilización y densidades de plantas, sin embargo, hasta estas fechas en la región - Centro Norte del Estado de Guerrero es mínima la información al respecto, y por lo tanto, existe desconocimiento en el manejo y uso adecuado de los fertilizantes para su mejor aprovechamiento, debido a varios factores, tales como el poco conocimiento que se tiene de ellos, forma y época de aplicación entre otros.

II. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS.

El presente trabajo está encaminado a participar en la solución del aspecto de fertilización y la distribución adecuada de plantas y mejor aprovechamiento en la cantidad y forma de aplicación de los fertilizantes y así poder obtener mejores rendimientos en cosechas del cultivo que nos ocupa en la presente investigación llevada a cabo en el ciclo 79/79 en condiciones de temporal.



2.1 Objetivos.

A corto plazo

ESCUELA DE AGRICULTURA BIBLIOTECA

- 1.- Complementar la tecnología local de la producción del cultivo - más importante que es el maíz.
- 2.- Obtener incrementos en el rendimiento medio empleando la fertilización y distribución de plantas adecuadas.
- 3.- Aprovechar mejor la fertilización en cuanto a cantidad y forma de aplicación.
- 4.- Determinar una dosis óptima económica de nitrógeno, fósforo y - densidad de plantas por hectárea.

A largo plazo

- 1.- Desarrollar sistemas agrícolas que respondan a las necesidades del desarrollo rural.

2.2 Hipótesis.

- 1.- No existe respuesta a la aplicación de fertilizante en el rendimiento del maíz.
- 2.- No hay diferencia en rendimientos al manejar densidades de población en el cultivo de maíz.
- 3.- Es indistinto manejar diferentes niveles de los factores.
- 4.- Los beneficios netos se incrementan al aumentar la dosis de fertilizantes y densidad de plantas.

2.3 Supuestos.

Se consideran los supuestos siguientes para probar las hipótesis planteadas.

- a). El material genético utilizado, las prácticas culturales y el sitio experimental se consideran representativos del área en estudio.
- b). Aunque se modifiquen las dosis de fertilizantes y cantidad de plantas, la tecnología utilizada por los agricultores son adecuados.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

III. LITERATURA REVISADA.

En terrenos pobres la producción de maíz no puede ser aumentada - únicamente empleando mayores densidades de población, sino que debe incrementarse en forma paralela el uso de fertilizantes. La interdependencia entre estos dos factores ya ha sido demostrada experimentalmente bajo diversas condiciones (Krantz, citado por Figueroa, 1972).

3.1 Importancia de la Fertilización.

Se hace necesario que la fertilización sea acorde con las necesidades específicas, de las plantas, las cuales están determinadas por la capacidad de producción de la variedad bien cultivada, libre de organismos dañinos y por las condiciones edáficas y climáticas.

El maíz es un excelente indicador del estado nutritivo del suelo, reacciona fácilmente a la aplicación adecuada de fertilizantes, teniendo como efecto un considerable aumento en los rendimientos. Al fraccionar la dosis total de nitrógeno en un tercio junto con el total de fósforo y potasio como fertilización de fondo y el resto de nitrógeno aplicado en cobertera, se alcanza su mejor aprovechamiento (Jacob y Von, 1973).

3.2 Efectos del Nitrógeno y del Fósforo en el Cultivo de Maíz.

El nitrógeno y fósforo además del potasio son requeridos por las plantas en cantidades considerables y suelen ser deficientes en suelos, en función de su origen, de aquí que se les designe como nutrimentos mayores.

La aplicación de nitrógeno en el maíz es notorio, imparte un color verde oscuro, crecimiento exuberante y desarrollo rápido en el primer ciclo de crecimiento de las plantas, mientras que su deficiencia se manifiesta normalmente, mediante un raquítico desarrollo y decoloración general de la planta.

El fósforo fomenta la floración, ayuda en la formación de los granos, estimula el desarrollo radicular, origina un inicio rápido y vigoroso de las plantas además de producir madurez temprana del cultivo.

En suelos pobres en nitrógeno, las dosis ascendentes del mismo conducen a un aumento del contenido foliar de fósforo y este resulta ineficaz si no se le complementa con nitrógeno y potasio (Jacob y Von, 1973, Ortíz 1975).

3.3 Trabajos Sobre Fertilización y Densidad de Población en Maíz de Temporal Realizados en México.

3.3.1 Respuestas en fertilización.

En experimentos sobre fertilización realizados en Perote, Ver., con suelos de tipo migajón arenoso, Leyva (1975) encontró respuesta a

80 kg/ha de nitrógeno y la máxima en fósforo fué de 40 kg/ha, mientras que Agullar y Fernández, (1975) en un ensayo en Fresnillo, Zac., obtuvieron que el maíz criollo amarillo sembrado después del frijol no fertilizado, responde significativamente a la fertilización nitrogenada y fosfatada con dosis de 53 y 43 kg/ha respectivamente, aplicando un tercio de nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y los dos tercios de nitrógeno restantes en la primera escarda.

Utilizando el mismo método de fertilización, variando únicamente la segunda aplicación en la segunda labor, en estudios realizados en las zonas de Vicente Guerrero - Villa Unión y Comatlán - Nuevo Ideal, Dgo., se encontraron respuestas muy variables a nitrógeno y fósforo en los niveles de 0 a 60 kg/ha, mientras que en las zonas de Fresnillo y Calera, Zac., se obtuvieron resultados similares que en Durango, en donde las respuestas máximas se obtienen con 60 kg/ha en nitrógeno y fósforo y en sitios es variable la respuesta en niveles inferiores a esta dosis (INIA-CIANOC, 1978).

Reyes (1977) indica que en el programa Mixteca de Cárdenas, Oax., se encontró que para maíz en el ciclo 1974, el tratamiento óptimo es de 60 - 50 kg/ha de nitrógeno y fósforo respectivamente, para los suelos en altiplano y mayores de 15 cm de profundidad y de 60 - 40 en suelos de valle.

En experimentos llevados a cabo en la región de "Los Altos de Jalisco" en la zona seca, Chávez (1978) concluye que en todos los ensayos establecidos se obtuvieron respuestas a las aplicaciones de nitrógeno -

de 70 a 100 kg/ha y en fósforo no fué muy clara la respuesta.

En experimentos realizados por el grupo Interdisciplinario de maíz del Campo Agrícola Experimental de Pabellón, Ags., en las zonas de San Bartolo y Sandoval, se obtuvieron mejores resultados a las dosis nitrogenadas de 40 a 80 kg/ha y a fósforo en 40 kg/ha con 4 y 8 toneladas por hectárea de estiercol vacuno, evaluando únicamente forraje en verde por escasa precipitación en el ciclo agrícola de temporal (INIA-CAEPAB, 1979).

En estudios realizados sobre fertilización en la Mixteca Oaxaqueña, Esparza (1980) encontró como dosis óptimas nitrogenada y fosfórica en kg/ha a 60-20 y 80-60, en el sistema de cultivos de siembra año y vez en suelos delgados de ladera en Santa Inés Zaragoza, mientras que, Contreras (1981) obtuvo efectos significativos a 100 kg/ha de nitrógeno y en fósforo a 60 kg/ha en San Pedro Quilitongo, utilizando maíz criollo regional.

En un trabajo realizado en el Valle de Calcomán, Mich., González (1980) encontró como posibles opciones a fertilizar en la región, aplicando 60 kg/ha de nitrógeno sin adición de fósforo, aplicándose en dos partes, la mitad en siembra y el resto en la segunda escarda; como otra opción, sugiere fertilizar con 60 y 30 kg/ha de nitrógeno y fósforo respectivamente, aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el resto de nitrógeno en la segunda escarda o a los 40 días. La producción tanto para la primera y segunda opción respectivamente, es de 4.34 y 4.71 toneladas/ha de maíz en mazorca al 12%



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

de humedad.

En estudios realizados en Valles Centrales de Oaxaca, se obtuvieron respuestas de nitrógeno y fósforo en 80-30 y 60-30 kg/ha, incrementando el rendimiento en un 100% o más con respecto al testigo sin fertilizar; en Tlaxcala, en suelos delgados con PH 5.6-6.7, 44-70% de arena, 13-20% de arcillas, 0.2-1.2 de materia orgánica y 600 mm de precipitación anuales, encontraron respuesta de 30 a 120 kg/ha para nitrógeno y de 0 a 50 kg/ha para fósforo (Navarro 1981).

3.3.2 Respuestas a densidades de población.

Laird et al (1969) menciona que la población óptima de las plantas de maíz en la práctica es el menor número de plantas por hectárea capaz de producir rendimientos máximos por unidad de superficie; por otra parte, Huerta (1969) observó que el rendimiento de maíz en mazorca por planta decreció al aumentar la densidad de población, coincidiendo con lo reportado por Duncan (1958); de acuerdo a esto, Figueroa (1972) dice que, con pocas excepciones los investigadores han demostrado que el rendimiento aumenta con el aumento en la población de las plantas hasta un óptimo, después del cual declina debido a la reducción en el tamaño de las mazorcas.

Las observaciones comunes enseñan que las plantas más ampliamente espaciadas producen más granos por planta que aquellas que se encuentran más cerca unas de otras. Una población escasa es uno de los métodos de dar a las plantas de maíz acceso a una mejor dosis de nutrimento.

tos; conforme al número de plantas aumenta la competencia por los factores de crecimiento contenidos en el suelo se vuelve más grande. La adición de fertilizantes y humedad suficiente pueden reducir la competencia por la alimentación de la planta y permitir entonces que se desarrolle un mayor número de plantas del mismo tamaño que un menor número lo hizo antes que el fertilizante fuera añadido (Figueroa 1972).

Leyva (1975), en Perote, Ver., obtuvo como mejor respuesta a la densidad de 35 mil plantas/ha, mientras que, Chávez (1978) en la región de "Los Altos de Jalisco" obtuvo mucha uniformidad a 40 mil plantas/ha en la zona seca.

En las zonas de Vicente Guerrero-Villa Unión y Comatlán-Nuevo Ideal, Dgo., se encontraron respuestas a densidad de población en 35 mil plantas/ha y para las zonas de Fresnillo y Calera, Zac. de 30 a 40 mil plantas/ha, no detectándose aún el o los factores de los que depende la densidad de población en estas zonas (INIA-CIANOC, 1978).

González (1980) sugiere como población óptima de 40 a 44 mil plantas/ha en la región del Valle de Calcomán, Mich.; mientras que, en la Mixteca Oaxaqueña, Contreras (1981) en un ensayo, dice que la densidad de población se manifestó hasta el nivel de 40 mil plantas/ha, coincidiendo con Esparza (1980) en trabajos realizados en la misma zona.

3.3.3 Dosis óptimas económicas encontradas.

Leyva (1975), deduce que el tratamiento óptimo económico para la -

zona de Perote, Ver., es de 80-30-35,000 kg de nitrógeno, fósforo y plantas/ha respectivamente, mientras que en Tlaxcala, Aveldaño et al (1975) obtiene como óptimos económicos los tratamientos 70-50-45,000 y 100-20-30,000 para capital ilimitado y con 50-40-40,000 y 60-20-30,000 kg de nitrógeno, fósforo y plantas por hectárea, utilizando maíz criollo regional.

En Oaxaca, menciona Reyes (1977) que en investigaciones realizadas en la Mixteca Alta Oaxaqueña el maíz necesita un tratamiento de 60-25-45,000 y en el Distrito de Coixtlahuaca se tuvo una recomendación de 60-30-35,000 kg de nitrógeno, fósforo y plantas por hectárea, para el ciclo 1976.

El programa Llanos Cd. Serdán y del Estado de Puebla para la parte norte donde la precipitación es de 400 a 600 mm anuales, se recomienda el tratamiento 80-25-40,000 kg/ha de nitrógeno, fósforo y plantas/ha (Reyes 1977).

En Nochixtlán, Oax., Esparza (1980) encontró como dosis óptima para capital limitado el tratamiento 80-20-40,000 en suelos profundos de Valle en la localidad de Chachoapan, mientras que en San Pedro Quilitongo, Contreras (1981) obtuvo como tratamiento óptimo económico para capital limitado e ilimitado el 100-60-40,000 kg de nitrógeno, fósforo y plantas por hectárea respectivamente.

3.4 Diseño de Tratamientos.

Con el uso de las matrices Plan Puebla, se ha logrado mayor flexibilidad del método matemático, para la interpretación gráfica de los resultados obtenidos en los ensayos sobre prácticas de producción de cultivos; el 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 maleza y otros, de acuerdo a un cierto diseño de tratamientos o matriz experimental. La matriz experimental Plan Puebla debe considerarse desde este punto de vista como única en su diseño no privan las consideraciones sobre sesgo ni sobre precisión, si bien el comportamiento de esta matriz en cuanto a esos dos criterios se ha estudiado más a fondo en el Colegio de Postgraduados (Turrent y Laird, 1975).

IV. MATERIALES Y METODOS.

4.1 Ubicación y Descripción del Area en Estudio.

El municipio de Canuto A. Neri se localiza en la zona Norte del Estado de Guerrero ubicado entre los meridianos $99^{\circ} 57'$ y $100^{\circ} 16'$ de longitud oeste y los paralelos $18^{\circ} 23'$ y $18^{\circ} 42'$ de latitud norte, limitando hacia el norte y oeste con el estado de México, en el suroeste co linda con el municipio de Arcella y en el sureste y este con el de Teloloapan. La cabecera municipal denominada Acapetlahuaya se ubica a los $100^{\circ} 04'$ de longitud oeste y $18^{\circ} 25'$ latitud norte.

La zona está configurada por desprendimientos de la Sierra del Nevado de Toluca por el norte, Sierra de Zacualpan por el sureste y Sierra de Sultepec por el oriente. Las altitudes varían entre los 750 y 1,700 m.s.n.m. con un promedio de 1,150 m.s.n.m.

La superficie del terreno es generalmente accidentada encontrándose entre lomeríos y montañas con pendientes que van del 10% a más del 45% formándose un gran número de depresiones, barrancos y elevaciones, encontrándose escasas y pequeñas superficies planas.

Se cuenta con innumerables arroyos y arroyuelos de poca importancia con cauce temporal de ocho o nueve meses, aprovechados para la ganadería

y la alimentación humana. Estas corrientes son escasas en los meses de marzo, abril y mayo.

Las primeras lluvias se han registrado en la segunda quincena del mes de mayo y las últimas en el mes de octubre, teniendo con mayor intensidad los meses de junio con 12 días, julio con 16, agosto con 18 y septiembre con 13 días. El municipio cuenta con un promedio anual de lluvia de 1,097 mm. (CUADRO No. 1 del apéndice)

Se cuenta con dos tipos de clima, predominando el semicálido A(C)w₂(w)ig (Köpen mod. por García) que es el más fresco del A con temperatura media anual a los 22°C y la del mes más frío a los 18°C. En la parte oeste del municipio existe una zona con un tipo de clima cálido sub-húmedo Awo(w)ig (Köpen mod. por García) con temperatura media anual mayor a los 22°C y la del mes más frío mayor a los 18°C con lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor de 60 mm entre 5 y 10.2% de lluvia invernal anual. Como se observa en el CUADRO No. 2 del apéndice, el mes más cálido se ha registrado en el mes de mayo con 28.2°C y el mes más frío en diciembre con 17.1°C dando una temperatura media de 22.3°C. Según reportes, se ha registrado una máxima de 37°C en el mes de abril y una mínima de 12°C en el mes de noviembre.

No se han registrado heladas y sí algunas granizadas entre los meses de julio y agosto, presentándose algunas lluvias en forma torrencial y comunmente la falta de lluvias en el mes de agosto alcanzando hasta 20 días o más.

La naturaleza del estrato geológico en especial es de primordial importancia en la formación del suelo; data de las Eras Cenozoica y Mesozoica, periodos Terciario y Cretácico épocas Terciario Continental y Cretácico Inferior. Predominan las rocas de tipo sedimentario además de ígneas extrusivas e intrusivas y en su parte superior noreste atraviesa una franja de rocas del complejo Xolapa pertenecientes al Paleozoico de rocas metamórficas; constituyendo suelos pedocales de coloración oscura de pastizales semiáridos, subhúmedos y húmedos a castaños rojizos y Chernozem, ricos en humus y sustancias salobres, material de vital importancia para la agricultura.

El suelo es de origen coluvial, presenta un perfil delgado en su mayoría con profundidad somera a media (0 a 25 cm y 25 a 50 cm) de horizontes no diferenciados con frecuentes afloraciones de la roca madre; texturas variables como migajones arcillosos, arcillo arenoso y arcillosos; estructura, blocoso-subangular o granular media, consistencia dura, drenaje interno medio, pedregosidad del 10% y PH de 6.6; baja fertilidad donde se cultiva, escasa retención de humedad y reducido porcentaje de materia orgánica.

Factor no menos importante es la erosión gradual de los suelos, por el efecto de laboreo continuo de las tierras cultivables y tala e incendio de zonas boscosas, exponiendo al suelo a los agentes erosionantes, consecuencia de que se observa gran número de tierras ya improductivas y escasa vegetación que es factor de modificación del régimen climático.

La vegetación natural, en general, se clasifica en Selva Baja Cadu-

cifolia o Bosque Tropical Caducifolio, predominando la de tipo arbustivo y con árboles de talla inferior a los 15 m, pierden totalmente sus hojas en la época seca; se caracterizan por el predominio de leguminosas bajas de 4 a 5 m espinosas, de hojas perennes y otras que tiran las hojas, asociándose con algunas nopaleras y encinares. Entre las especies más comunmente observadas se encuentran: tepehuaje Lysiloma spp, cuajote Bursera spp, cazahuate Ipomea intrapilosa, cuachalalate Juliania adstringens, granadillo Piscidia communis, cueramo Cordia elaeagnoides, pata de cabra Bahuinia longiflora, brasil Haematoxylon brasiletto, pochote Ceiba aesculifolia, acacias A. sehaffneri, A. pennatula, A. cymbispina, amate Ficus spp, cuastecomate o cirian Crescentia alata, en el estrato herbáceo se encuentra Bouteloua curtipendula, B. filiformis, Cathestecum erectum, Hilaria cenchroides, Paspalum spp, Aristida spp y Stipa spp, además de otras especies anuales.

El Estado de Guerrero cuenta con una extensión territorial de 63,749 km² mientras que el municipio de Canuto A. Neri tiene 235.4 km² con una superficie laborable total de 5,131 ha de las cuales 5,095 ha son destinadas para cultivos de temporal principalmente en maíz que ocupa alrededor del 95% del total de la superficie cultivada en temporal de lluvias. Se compone de 39 localidades y la cabecera municipal (Acapetlahuaya) con una población total de 11,750 habitantes con 3,160 hab como población urbana y 8,590 como rural.

Como anteriormente se observa, la agricultura es eminentemente de temporal, ya que cuenta con menos del 1% de riego y humedad. Por lo tanto considerando los factores físicos y socioeconómicos del área en estu-

dio, existen varios factores que limitan la producción, de los cuales se mencionan algunos de los más importantes:

- a) Suelos delgados (15 - 30 cm) con deficiencias nutritivas, fuertes pendientes y algunos pedregosos.
- b) Se da un barbecho (superficial), se surca de 1 a 1.20 m o más en su mayoría.
- c) Un 90% siembra semillas criollas dejando de 3 a 5 plantas por mata a dos pasos (0.90 a 1.20 m aproximadamente), además les brotan "hijuelos" a las plantas.
- d) No se hace aplicación adecuada de fertilizantes debido a varios factores, como son; el desconocimiento del fertilizante y su uso adecuado para su mejor aprovechamiento, cantidad óptima y oportunidad de aplicación; ya que los agricultores lo aplican en el primer cultivo (20 a 30 días después de la siembra) y cuando va a espigar la planta, generalmente aplicado en la superficie del suelo al pie de las plantas.
- e) Las plagas, son de importancia económica por lo que un 78% aplican insecticidas una sola vez y en forma deficiente, causándose pérdidas en un 30% aproximadamente.

De acuerdo a lo anteriormente citado, el rango de producción promedio por unidad de superficie, oscila entre los 1,000 y 1,500 kg/ha.

4.2 Localización y Características del Sitio Experimental.

Se estableció el experimento en la comunidad de Tianquizolco, Guerrero, localizado hacia el poniente de la cabecera municipal a una distancia de 23 km ubicado a los 100° 09' longitud oeste y a los 18° 24' de latitud norte con una altitud de 1,100 m.s.n.m.; topografía accidentada con laderas y lomeríos con aproximadamente 450 ha de siembras de maíz criollo con un rendimiento medio de 1,100 kg/ha.

Las características del sitio experimental son las siguientes:

Suelo delgado con una capa arable de 30 cm de color rojizo en seco y café con tono rojo en húmedo, apreciablemente uniforme con 20% de pendiente en una pequeña loma de poca pedregosidad y algunas rocas aflorantes a la superficie, subsuelo tepetatoso con rocas entreveradas.

En el CUADRO No. 9 del apéndice, se presenta el análisis físico-químico del suelo del sitio experimental, realizado en el laboratorio de análisis de suelo y agua de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en Chilpancingo, Gro. El reporte de los análisis, indican que el suelo presenta una textura franco arcillosa, con un contenido de clasificación media en materia orgánica y un pH de ligera acidez.

El contenido en cuanto a los principales elementos básicos, se reportó que el suelo tuvo un contenido de clasificación media para nitrógeno total, bajo en fósforo y extremadamente pobre en potasio.

En cuanto a sales insolubles, el suelo resultó estar libre de salinidad, además de ser un suelo normal.

En cuanto a cultivos anteriores al establecimiento del experimento fueron; maíz (1977) y cacahuate en 1978.

4.3 Factores en Estudio.

Las variables o factores que se estudiaron en el experimento fueron las siguientes:

Nitrógeno	(N)
Fósforo	(P_2O_5)
Densidad de población	(D.P.)=

4.3.1 Espacios de exploración para N, P_2O_5 y D.P.

Los niveles o espacios de exploración de cada uno de los factores a estudiar fueron cuatro. Para nitrógeno se varió de 40 a 130 kg/ha, en fósforo de 0 a 90 kg/ha y para densidad de población de 35 a 65 mil plantas por hectárea, como se observa en el CUADRO No. 3.

CUADRO No. 3 ESPACIOS DE EXPLORACION PARA LOS FACTORES N, P_2O_5 Y D.P.

N	40	70	100	130	kg/ha
P_2O_5	0	30	60	90	kg/ha
D.P.	35	45	55	65	mil pl/ha

4.3.2 Fuentes fertilizantes.

Los materiales fertilizantes utilizados para el caso del nitrógeno fué sulfato de amonio (20.5% N), y para el fósforo el superfosfato de calcio simple (20.0% $P_{2}O_{5}$).

4.3.3 Variedad.

El material genético utilizado en el presente estudio fué la variedad criolla regional cuyas características principales se aprecian a continuación:

Variedad	Criollo regional maíz grande "arrocillo"
Ciclo Vegetativo	Tardío de 130 días.
Días a Floración	60 a 63
Altura de Planta	2.20 a 3.00 m. (2.70 m en promedio).
Altura de Mazorca	1.40 a 1.60 m (entre el octavo y décimo nudo).
Epoca de Siembra	Del establecimiento de las lluvias al 15 de julio.
Epoca de cosecha	Noviembre a diciembre.

4.3.4 Método de fertilización y oportunidad de aplicación.

Se hicieron dos aplicaciones de fertilizante. La primera al momento de la siembra con un tercio del total de nitrógeno y todo el fósforo; la segunda a los 50 días después de la siembra aplicando el resto

de nitrógeno (dos tercios) cubierto con tierra. La aplicación del fertilizante en los dos casos fue en forma mateada.

4.4 Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones con unidades experimentales (parcelas) de cuatro surcos de ocho m de longitud.

4.5 Diseño de Tratamientos.

En el diseño de tratamientos se utilizó una Matriz Experimental - Plan Puebla I para tres factores con 14 tratamientos más uno adicional con 00-00-50,000 pl/ha como testigo absoluto, dando un total de 15 tratamientos CUADRO No. 4.

4.6 Conducción del Experimento.

4.6.1 Muestreo de suelo.

Antes de proceder a la siembra del experimento se sacaron muestras de suelo a la profundidad de 30 cm, se llevó a cabo el análisis físico-químico del suelo como se pueden ver en el CUADRO No. 9 del apéndice.

4.6.2 Siembra.

Para efectuar la siembra del lote experimental, se inició con el -

CUADRO No. 4 LISTA DE TRATAMIENTOS ENSAYADOS EN EL CULTIVO DE MAIZ UTILIZADOS EN LA MATRIZ EXPERIMENTAL PLAN PUEBLA I. CICLO P. V. 79/79 EN TIANQUIZOLCO, GUERRERO.

No. DE TRAT.	KG/HA		PL/HA
	N	P ₂₀ ⁵	D. P.
1	70	30	45,000
2	70	30	55,000
3	70	60	45,000
4	70	60	55,000
5	100	30	45,000
6	100	30	55,000
7	100	60	45,000
8	100	60	55,000
9	40	30	45,000
10	130	60	55,000
11	70	0	45,000
12	100	90	55,000
13	70	30	35,000
14	100	60	65,000
15	0	0	35,000

surcado a 90 cm realizado con tracción animal mismo con lo que se barbechó el terreno quince días antes de la siembra efectuada el día 14 de julio inmediatamente después del surcado. Para trazar las repeticiones se utilizó mecañillo y estacas de madera e hilos con marcas a 67, 50, 40 y 33 cm calculados para las densidades de población en los surcos de ocho m de largo de los tratamientos, depositando cuatro semillas por golpe a tapa pié, para asegurar las densidades deseadas. Además se desinfectó la semilla con captan metoxicoloro y aplicación de volaton 2.5% polvo al suelo, ésto se realizó para prevenir daño por plagas a la semilla y a las plantas y obtener una buena nacencia,

A los 15 días después de la siembra se aclaró, estimando un 95% de nacencia y dejando dos plantas por mata.

4.6.3 Fertilización.

El fertilizante fue calculado para cada surco y se suministró en dos partes: la primera aplicación se efectuó al momento de la siembra tapado con un tercio de nitrógeno y todo el fósforo. La segunda aplicación se efectuó también en forma mateada a los 50 días (Sept. 22) después de la primera los dos tercios restantes de nitrógeno, tapado con arado el fertilizante.

4.6.4 Labores de cultivo.

Se dieron dos escardas, a los 25 y 50 días respectivamente después de la siembra. Se arrancaron los brotes o "hijuelos", ya que los maíces

criollos tienen esta característica. Se hicieron tres aplicaciones de insecticidas para el control de "gusano cogollero" (Spodoptera frugiperda J.E. Smith) con volaton 2.5% polvo para las dos primeras y Birlane 2.5% granulado para la tercera. Se efectuaron dos deshierbes, uno a mano y el segundo con machete.

4.6.5 Cosecha.

Se efectuó en el mes de diciembre (día 8) alcanzando perfectamente la planta su madurez fisiológica (seca), tomando los dos surcos centrales eliminando un metro de orillas obteniendo una superficie de 10.8 m como parcela útil. Se determinó humedad del grano y se peso por tratamiento, ya desgranadas las mazorcas, además, se ajustaron los pesos al 12% de humedad y se multiplicó por el factor 0.8 para estimar los rendimientos correspondientes al nivel comercial.

4.7 Análisis Estadístico.

Una vez obtenidos los rendimientos de todos los tratamientos se procedió a efectuar el análisis estadístico de los resultados del experimento, iniciando con el análisis de varianza basándose en las producciones de grano, calculándose por hectárea a todos y cada uno de los tratamientos (CUADRO No. 5 del apéndice).

Posteriormente se analizaron los resultados del experimento por el método gráfico-estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la Matriz Plan Puebla I, con el cual se determina

ron las dosis óptimas económicas (DOE) para los factores N , P_{205} y $D.P.$

4.7.1 Método gráfico-estadístico.

En el CUADRO No. 7, se presenta el algoritmo del análisis económico por el método gráfico-estadístico aplicado al presente experimento. En la columna 1 del CUADRO No. 7 aparece la lista de 14 tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla I para tres factores (N , P_{205} y $D.P.$). En la columna dos aparece la identificación de los ocho primeros tratamientos correspondientes al factorial 2^3 . El término $|1|$ significa que en este tratamiento está la combinación de los niveles bajos en el 2^3 de los factores, y por el paréntesis rectangular que los rendimientos se expresan en términos totales, sobre las cuatro repeticiones, dados - en la columna tres. El término $|d|$ asociado al segundo tratamiento significa que solamente el factor densidad de población, D , está presente a su nivel alto y los demás factores a sus niveles bajos. El término $|p|$ asociado al tercer tratamiento significa que el factor fertilizante fosfórico, P , está presente a su nivel más alto y el fertilizante nitrogenado, N , y la densidad de población. Finalmente el término $|ndp|$ asociado con el 8° tratamiento significa que los tres factores están presentes a sus niveles altos. Las columnas 4, 5 y 6 corresponden al método - automático de Yates.

Según este método, se calculan tantas columnas como factores involucrados en el factorial. La primera columna de Yates se obtiene a partir de dos en dos hasta llegar a la mitad de la columna; en seguida se restan algebraicamente, también por pares, el de abajo menos el de arri-

enlistan los rendimientos medios, columna ocho, que resultan de dividir los rendimientos totales entre el número de repeticiones. Esta determinación se hace mediante una diferencia mínima significativa, DMS, cuya fórmula aparece al pié del CUADRO No. 7, que sirve para comparar las medias de cada factor en sus diferentes niveles. De tal manera que si la diferencia en rendimiento entre los diferentes niveles de cada factor - no excede a este valor, se dice que no existe diferencia estadística significativa en los espacios de exploración; además que se tiene un tratamiento testigo absoluto adicional como referencia.

Para continuar con el análisis gráfico-estadístico, se calculó con precios vigentes en 1981 el costo de la unidad de nitrógeno y de fósforo, aumentándoles el valor de los costos promedios de transporte y aplicación, interés bancario sobre el crédito y seguro agrícola, todo lo que originó un costo aproximado de nitrógeno y fósforo de \$ 17.61 y \$ 15.94 por kg. A su vez, el costo de 1000 plantas de maíz, por sobre las 35000 plantas/ ha, se consideró en \$ 19.34 (costo de semilla más costo de siembra). Y el costo por kg de maíz en \$ 11.53 estimado al precio rural de la zona (CUADRO No. 8 del apéndice).

En la columna nueve aparecen los costos variables para cada tratamiento que se calcula como sigue:

$$CV = nN + pP + dD$$

En donde:

$$CV = \text{Capital Variable}$$

ba comenzando con el primer par de totales, para completar los ocho valores de la columna. A continuación se aplica el mismo procedimiento a la 1a. columna de Yates para obtener la 2a y a partir de ésta la 3a.

En la 3a columna de Yates aparecen ya los efectos factoriales, solo que en términos de totales, ya que se partió de totales. A continuación se aplica el divisor conveniente a cada efecto factorial total para obtener el efecto factorial al nivel de media. El divisor es 2^k para el primer término de la 3a y 2^{k-1} para los términos restantes. El coeficiente 2^{k-1} corresponde al número de "repeticiones escondidas" y r a las repeticiones. En la columna seis del CUADRO No. 7 presenta la lista de efectos factoriales a nivel de media, EFM, que resulta de dividir los elementos de la 3a columna de Yates entre su divisor correspondiente columna cinco. La letra mayúscula con paréntesis curvo de la columna siete, representa el efecto factorial expresado a nivel de media, en tanto que la letra minúscula de la columna dos representa a un tratamiento (uno de los ocho del factorial 2^3); ambos conceptos totalmente diferentes.

En seguida se hace una prueba para cada efecto factorial, sobre si podemos distinguirlo del valor cero. Esta prueba es la comparación con el efecto mínimo significativo. En la parte inferior del CUADRO No. 7 se presentan el valor del cuadrado medio del error 0.142 con 42 grados de libertad (gl) y la fórmula para obtener el efecto mínimo significativo, EMS, con una probabilidad del 10% de cometer error de tipo I.

Para determinar significancia entre tratamientos, primeramente se

- n = Costo kg de Nitrógeno
 p = Costo kg de Fósforo
 d = Costo 1000 Plantas.

En la columna 10 aparece el Ingreso neto más costos fijos que resulta de la siguiente manera:

$$IN+CF = \text{Rendim. promedio} \times \text{precio ton. maíz} - CV.$$

$$IN = \text{Incremento neto}$$

$$CF = \text{Costos Fijos.}$$

De los valores resultantes, el tratamiento que se asocie con el mayor valor, será el tratamiento óptimo económico para capital limitado (TOECI).

La siguiente columna (11) representa el incremento en rendimiento que es la diferencia en producción de cada tratamiento con relación al testigo.

A continuación se calcula los incrementos de Ingreso neto, columna 12, que resulta de la expresión:

$$IIN = \text{Incremento en rendimiento} \times \text{precio ton. de maíz.}$$

Finalmente se determina la tasa de retorno de capital variable, - columna 13, obteniéndose de la siguiente manera:

$$TRCV = \frac{IIN}{CV}$$

Por lo tanto el valor que se asocie a la más alta tasa de retorno corresponde al tratamiento óptimo económico para capital limitado.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Características Físico-Químicas del Suelo.

De acuerdo a los resultados de los análisis del suelo del sitio experimental, como se observa en el CUADRO No. 9 del apéndice, resultó ser pobre en nutrientes básicos principalmente en fósforo y potasio, con pH ligeramente ácido, libre de salinidad, considerándose como un suelo normal.

5.2 Análisis de Varianza.

Como se observa en el CUADRO No. 6, se encontró que hubo diferencia estadística significativa al 1% entre los tratamientos estudiados.

Para el caso de las repeticiones se observa en el mismo cuadro que el valor de F_c supera muy poco al valor de tablas al 5%, indicando que el terreno muestra ciertas diferencias a través de las repeticiones en que estuvo dividido el experimento. En cuanto al coeficiente de variación (CV) se obtuvo un valor del 10.7% para tratamientos y 4.0% para repeticiones.

5.3 Respuesta a N - P - DP.

Los resultados del CUADRO No. 7, muestra que hubo diferencia signi-



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CUADRO No. 6 ANALISIS-DE VARIANZA DE BLOQUES AL AZAR, TIANQUIZOLCO, GRO.
MPIO. DE CANUTO A. NERI. CICLO 79/79 B.T.

FACTOR DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	14	46.259	3.304	23.268**	1.99	2.64
Repeticiones	3	1.386	0.462	3.254*	2.83	4.29
Error Exper.	42	5.969	0.142			
Total	59	53.614				

** Significativo al 1%

CV = 10.7% (Tratamiento)

* Significativo al 5%

CV = 4.0% (Repeticiones)

ficativa a los tres factores estudiados. El nitrógeno y la densidad tuvieron respuesta en su efecto principal, mientras que, el fósforo la tuvo en forma de interacciones: DP, NP y NDP. Además, mediante la prueba de DMS, los tres factores resultaron significativos a su nivel más alto con 130-60-55,000, 100-90-55,000 y 100-60-65,000 kg de N, P_2O_5 y plantas por hectárea para nitrógeno, fósforo y densidad respectivamente.

En el caso del nitrógeno, se aprecia en la FIGURA 3 del apéndice - la respuesta a los niveles probados. Se puede notar que al aumentar las dosis con niveles constantes de fósforo y densidad se incrementan los rendimientos, obteniendo mejores respuestas al nivel de 55,000 pl/ha - con 30 y 60 kg/ha de P_2O_5 . El más alto rendimiento se tuvo con el tratamiento 130-60-55,000 kg de N, P_2O_5 y plantas por hectárea que corresponde al nivel más alto de nitrógeno.

En cuanto al fósforo (FIGURA 3b del apéndice), al aumentar de 30 a 60 kg/ha de P_2O_5 con niveles constantes de nitrógeno y densidad disminuyen los rendimientos. Sin embargo, al aumentar de 0 a 30 y de 30 a 60 - kg de fósforo con niveles bajos de N y densidad para el primero y un nivel bajo de N y un alto de densidad para el segundo, hay incrementos - considerables en rendimiento. Lo mismo sucede al pasar al nivel más alto de fósforo, es decir, de 60 a 90 kg/ha de P_2O_5 con un nivel alto de nitrógeno y densidad. Estas respuestas, pueden ser debidas por efecto - del nitrógeno, de la densidad o por la interacción de ambos.

En la FIGURA 3c del apéndice, se aprecia que hay mayores incrementos en rendimiento, aumentando de 45,000 a 55,000 plantas por hectárea

CUADRO No. 7. ANALISIS ECONOMICO A LA RESPUESTA DE LOS TRATAMIENTOS (N, P₂O₅ Y DP) EN EL CULTIVO DE MAIZ.
TIANQUIZOLCO, GRO. MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI. CICLO 1979/79. B.T.

No.	TRATAMIENTO			NOTAC. YATES	REND. PROM.	COLUMNA DE YATES			EFFECTOS FACTORIALES A NIVEL DE MEDIA Ton/ha IDENTIFICACION	REND. PROM. Ton/ha	COSTOS VARIABLES \$/ha.	IN + CF \$/ha	IN/REN Ton/ha	IN. NETO \$/ha.	TRCV.		
	N	P ₂ O ₅	Pta/ha D.P.			1a	2a	3a									
1	70	30	45,000	(I)	15.85	+33.21	+69.37	+143.33	32	+4.479	M	3.96	2,581.00	43,327.00	1.58	18,217.00	7.06
2	70	30	55,000	(d)	17.36	+36.16	+73.96	+ 7.67	16	+0.479	(D) *	4.34	2,775.00	47,265.00	1.96	22,599.00	8.14
3	70	60	45,000	(p)	15.61	+37.66	+ 5.43	+ 1.59	16	+0.099	(P) NS	3.90	3,059.00	41,908.00	1.52	17,526.00	5.73
4	70	60	55,000	(Pd)	20.55	+36.30	+ 2.24	+ 5.17	16	+0.323	(DP) *	5.14	3,253.00	56,011.00	2.76	31,823.00	9.78
5	100	30	45,000	(n)	18.45	+ 0.49	+ 2.95	+ 4.59	16	+0.287	(N) *	4.61	3,109.00	50,044.00	2.23	25,712.00	8.27
6	100	30	55,000	(nd)	19.21	+ 4.94	- 1.36	- 3.19	16	-0.199	(ND) NS	4.80	3,303.00	52,041.00	2.42	27,903.00	8.45
7	100	60	45,000	(np)	17.41	+ 0.76	+ 4.45	- 4.31	16	-0.269	(NP) *	4.35	3,587.00	46,569.00	1.97	22,714.00	6.33
8	100	60	55,000	(ndp)	18.89	+ 1.48	+ 0.72	- 3.73	16	-0.233	(NDP) *	4.72	3,781.00	50,641.00	2.34	26,980.00	7.14
EMS _{10%} = 0.219																	
9	40	30	45,000		13.99							3.50	2,053.00	38,302.00	1.12	12,914.00	6.29
10	130	60	55,000		21.99							5.50*	4,039.00	59,376.00	3.12	35,974.00	8.91
11	70	0	45,000		13.53							3.38	2,103.00	36,868.00	1.00	11,530.00	5.48
12	100	90	55,000		20.15							5.04*	4,260.00	53,851.00	2.66	30,670.00	7.20
13	70	30	35,000		11.17							2.79	2,388.00	29,781.00	0.41	4,727.00	1.98
14	100	60	65,000		20.57							5.14*	3,974.00	55,290.00	2.76	31,823.00	8.00
0	0	0	35,000		9.54							2.38	677.00	26,764.00			

$$EMS = T_{0.1} \cdot 42 \cdot \sqrt{\frac{CME}{2 \cdot k - 2}} = 1.6448 \cdot \sqrt{\frac{0.142}{2 \cdot 4}} = 0.219 \text{ Ton/ha. Efecto mínimo significativo.}$$

$$DMS = T_{0.1} \cdot 42 \cdot \sqrt{\frac{CME}{r_1}} = 1.6448 \cdot \sqrt{0.142 \left(\frac{1}{4}\right)} = 0.310 \text{ Ton/ha. Diferencia mínima significativa.}$$

con 100 kg de N/ha, variando las respuestas con 30 y 60 kg/ha de P_2O_5 . Sin embargo, se observa en la gráfica, un aumento considerable al aumentar de 35,000 a 45,000 pl/ha con 70 y 30 kg/ha de N y P_2O_5 respectivamente.

La mejor respuesta fisiológica se obtuvo en el tratamiento 130-60-55,000 kg de N, P_2O_5 y plantas por hectárea que supera al testigo sin fertilizar en un 56.7% en producción y económicamente con \$ 9,210.00.

5.3.1 Tratamiento óptimo económico para capital limitado e ilimitado.

En el CUADRO No. 7 se observa que el tratamiento 130-60-55,000 kg de N, P_2O_5 y plantas por hectárea, se asocia con un valor de \$ 59,376.00. que corresponde al más alto del ingreso neto más costos fijos (columna 10), el cual, se determina como el tratamiento óptimo económico para capital ilimitado (TOECI).

En la columna 13 del mismo cuadro, se aprecia que el tratamiento - 70-60-55,000 kg de N, P_2O_5 y plantas por hectárea, se asocia con el valor \$ 9.78 que corresponde al más alto en la tasa de retorno de capital variable, lo cual, determina el tratamiento óptimo económico para capital limitado (TOECL).

Al analizar la respuesta del maíz a los niveles de los factores probados, se debe tomar en cuenta que, en el transcurso del desarrollo vegetativo de las plantas, se presentaron dos periodos secos de 10 y 15 -

días, que pudo haber tenido efecto en la respuesta de los factores ensa
yados, sin embargo, es de pensar que el método de fertilización emplea-
do en este ensayo, como lo señala A. Jacob y H von (1973) y también em-
pleado por Aguilar S. y Rodríguez (1975), pudo haber influido en la res
puesta a los factores probados en este trabajo, además que en el ciclo
de temporal anterior se sembró cacahuete sin fertilizar.

VI. CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos y las hipótesis planteadas en el presente trabajo, se derivan las siguientes conclusiones:

Las características físico-químicas del suelo fueron favorables para la respuesta de los factores probados.

El maíz criollo responde bien a los fertilizantes nitrogenados y fosforado empleados, así como el método de su aplicación.

Las densidades con la distribución de plantas y la fertilización empleados, respondieron mejor que las utilizadas por los agricultores locales.

Es posible aumentar de un 70% a 100% el rendimiento medio de la zona, empleando la metodología de este trabajo.

Las mejores respuestas observadas fueron de 100 a 130 kg/ha en nitrógeno; varió de 30 a 90 en fósforo y de 55,000 plantas por hectárea en densidad.

La mayor respuesta para nitrógeno fué de 130 kg/ha, para fósforo a 60 kg/ha y en densidad a 55,000 plantas/ha.

El tratamiento óptimo económico para capital ilimitado fue de 130-60-55,000 y para capital limitado de 70-60-55,000 kg de nitrógeno, - fósforo y plantas por hectárea respectivamente.

VII. SUGERENCIAS.

Con base en los resultados de este estudio, a continuación se dan algunas sugerencias:

Seguir explorando en otros tipos de suelo para aproximar más los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo, con un número mayor de experimentos.

Estudiar la respuesta de los mismos factores (N, P_2O_5 y D.P.) a diferentes épocas de aplicación.

Ensayar más tratamientos adicionales como variedades y variar algunos niveles que sirvan como más puntos de referencia.

VIII. LITERATURA CITADA.

1. Aguilar S., H. y F. Rodríguez G. 1975. Determinación de la DOE de fertilización del maíz de temporal en Zacatecas. Informe de Investigación Agrícola, ciclo 1975. INIA-CIANO-CAEZAC. Zacatecas, Zac. México.
2. Chávez S., A. 1980. Fertilización en maíz con abonos orgánicos y químicos. Informe 1978. INIA-CIAB-CAEAJAL. Celaya, Guanajuato. México.
3. CETENAL. 1977. Cartas, topografía y Climas Spp. México, D.F.
4. Contreras Hinojosa, José R. 1981. Ensayo de fertilización en maíz de temporal en la Mixteca Oaxaqueña. Tesis Profesional. U. de G. E. de A. Guadalajara, Jal. México.
5. COTECOCA-S.A.R.H. 1980 (inédito) Memoria.- Coeficientes de agostadero para el Estado de Guerrero. México, D.F. pp. 43 - 46.
6. De la Loma, J.L. 1980. Experimentación Agrícola, 2a. Edición UTEHA. México, D.F.
7. Díaz Mederos, P. 1981. Respuesta del ajonjolí a cinco factores de la

- producción bajo condiciones de temporal, en la región de -
Tierra Caliente, Gro. Tesis Profesional, U. de G., E. de A.
Guadalajara, Jal. México.
8. Esparza Soto, José R. 1980. Determinación de dosis óptimas económi-
cas de fertilización (nitrogenada y fosfórica) en maíz, tri-
go y frijol, en el Ex-Distrito Político de Nochixtlán, Oaxa-
ca. Tesis Profesional. U. de G., E. de A. Guadalajara, Jal.
México.
9. Figueroa Sandoval, B. 1972, Interacción, densidad de población, dis-
tancia entre surcos y fertilización nitrogenada en los hí-
bridos de maíz H-129 y H-110E en Chapingo. Tesis Profesio-
nal, E.N.A., Chapingo, México.
10. González León, M. 1980. Fertilización - densidades en el cultivo -
del maíz bajo condiciones de temporal en el Valle de Calco-
mán, Mich., Tesis Profesional. U. de G., E. de A. Guadalaja
ra, Jal. México.
11. INIA-CIANOC. 1978. Evaluaciones de nitrógeno-fósforo-densidad de po-
blación en maíz. Informe técnico. Programas de frijol y ma-
íz. Calera de V.R., Zac. México.
12. Jacob, A. y H. von U. 1973 Fertilización. Nutrición y abonado de los
cultivos tropicales, 4a. Edición, Traducción por Martínez -
de Alva. Edic. EURAM. México, D.F.

13. J. Laird, Reggie 1954. Fertilizantes y prácticas para la producción en maíz en la parte central de México! Folleto Técnico No. 13. Oficina de Estudios Especiales. S.A.G. México.
14. Leyva Gómez, F. 1975. Resultados de la Investigación sobre fertilización en maíz de temporal en la zona de Perote, Ver. Informe de resultados. I.N.I.A. - C.I.A.M.E.C. - CAE. de Perote, Veracruz, México.
15. Navarro Galindo, S. 1981. Respuesta del cultivo de maíz a siete factores de la producción bajo condiciones de temporal en la región de Tierra Caliente (Guerrero y Michoacán). Tesis - Profesional, U. de G., E. de A. Guadalajara, Jal. México.
16. NOTINIA 1981. Organo de difusión del I.N.I.A. No. 3. México, D. F.
17. Ortíz Villanueva, B. 1975. Edafología, E.N.A. (U.A.CH.), Suelos, - Chapingo, México.
18. Reyes Bustos, R. 1977. Dosis de nitrógeno, fósforo y densidades de población en el cultivo de maíz bajo condiciones de humedad residual en el Distrito de Coixtlahuaca, Oax., Tesis Profesional, U. de G. E. de A. Guadalajara, Jal. México.
19. Rodríguez Jasso, Jorge R. 1978. Comparación de cuatro métodos para obtención de dosis óptimas económicas de fertilización y densidad de población en la zona agrícola de temporal del

Estado de México. Tesis Profesional. U. de G., E. de A. Guadalupe, Jal. México.

20. Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ed. LIMUSA, México, D. F.
21. S.A.R.H. - I.N.I.A. - C.I.A.P.A.C. 1981. Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Estado de Guerrero. Iguala, Gro., México.
22. S.A.R.H. - I.N.I.A. - C.I.A.P.A.C. 1981. Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola del Estado de Michoacán, Apatzingán, Mich., México.
23. S.A.R.H. 1979, 80, 81. Evaluación de Programas del Sector Agropecuario y Forestal en Guerrero. Chilpancingo, Gro., México.
24. S.A.R.H. 1981. Programa de Asistencia Técnica Agropecuaria, Distrito de Temporal No. III - PIDER, Región 53. Unidad No. 8, - Acapulco, Gro., México.
25. Turrent Fernández, A. 1978. El Método GRáfico-Estadístico para la Interpretación económica de experimentos con la Matriz Plan Puebla I. Rama de Suelos, C.P., Chapingo, México.
26. Turrent F., A. y R. J. Laird. 1975. La Matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos Núm. 1. Rama de Suelos. C.P., Chapingo, México.

27. Volke H., V. y V. Issa M. 1978. Criterios económicos para optimizar niveles de fertilizantes bajo condiciones de agricultura de temporal y subsistencia, C.P., Chapingo, México.

IX. A P E N D I C E



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

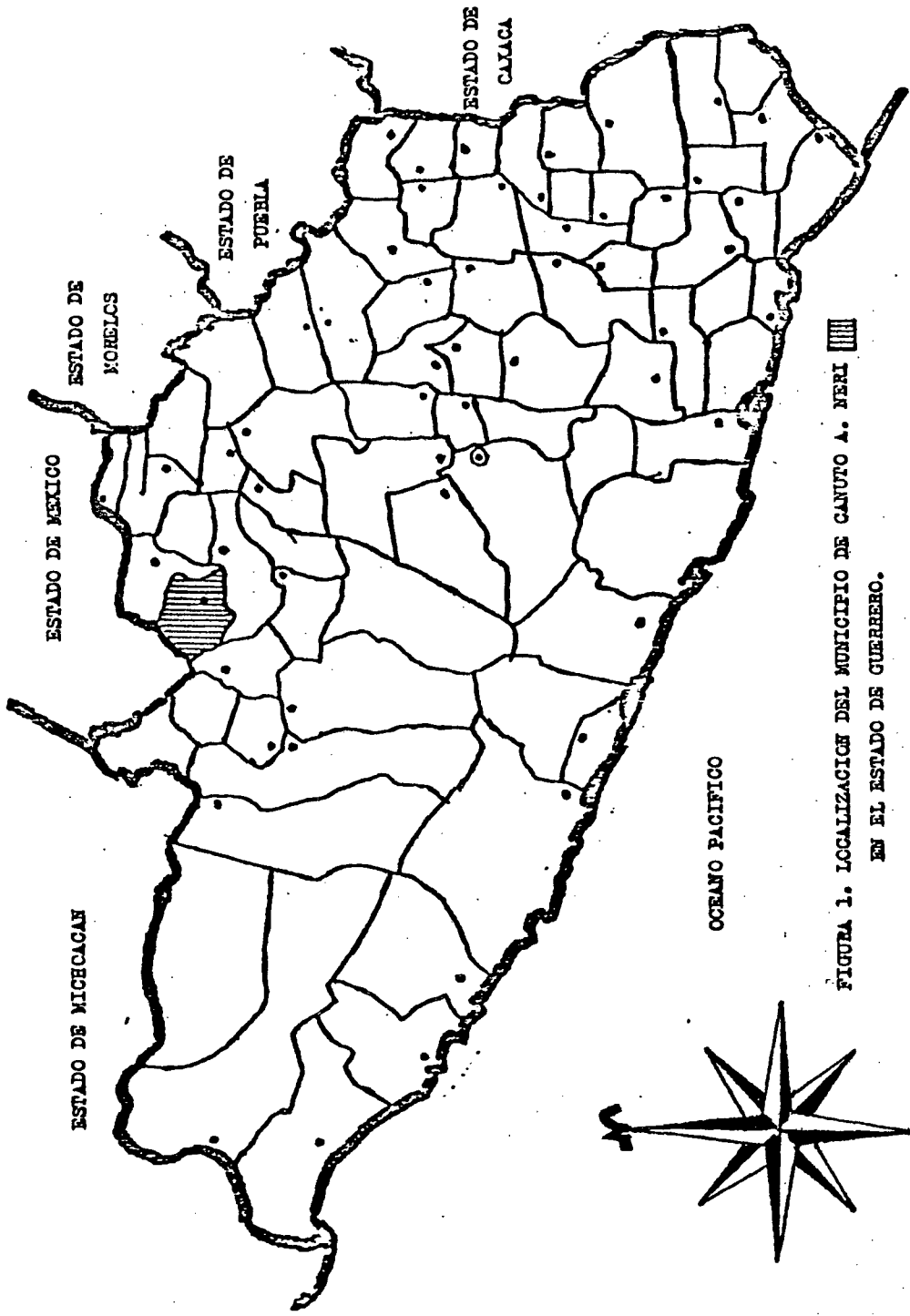


FIGURA 1. LOCALIZACION DEL MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI

EN EL ESTADO DE GUERRERO.

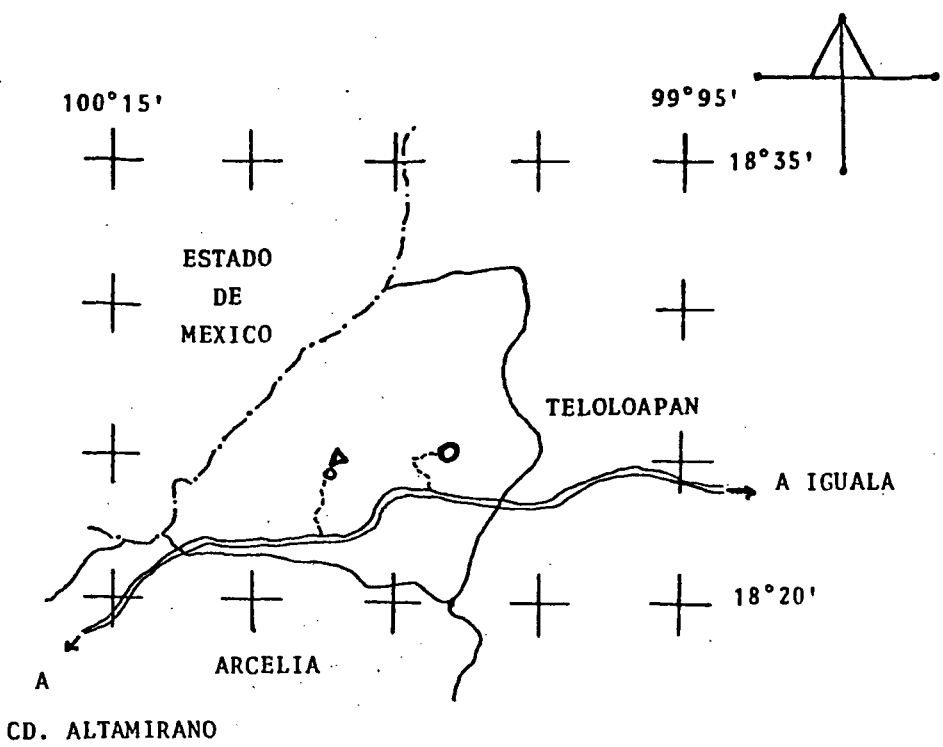
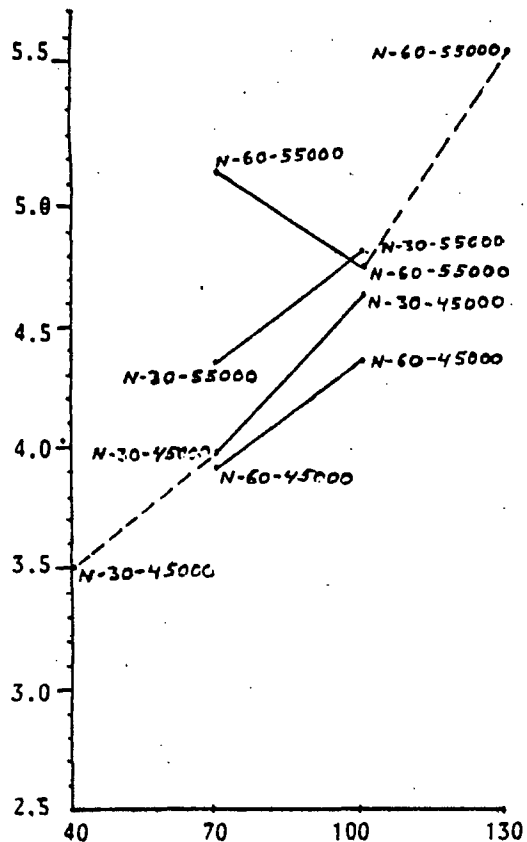
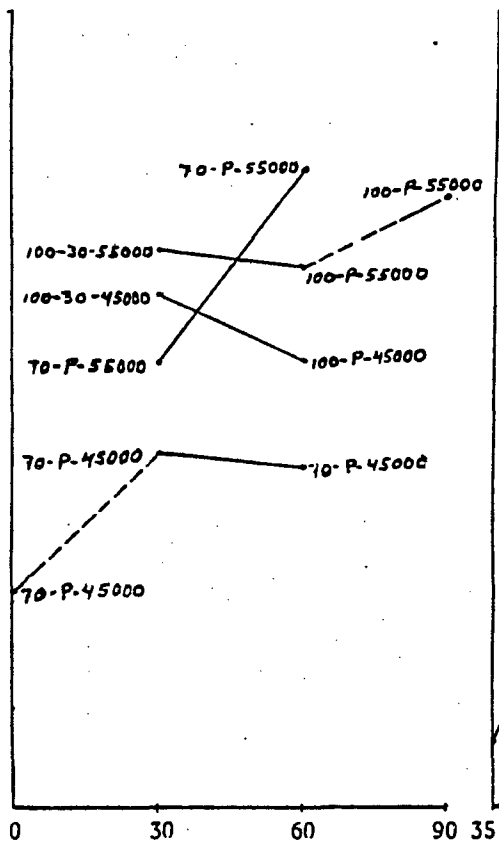


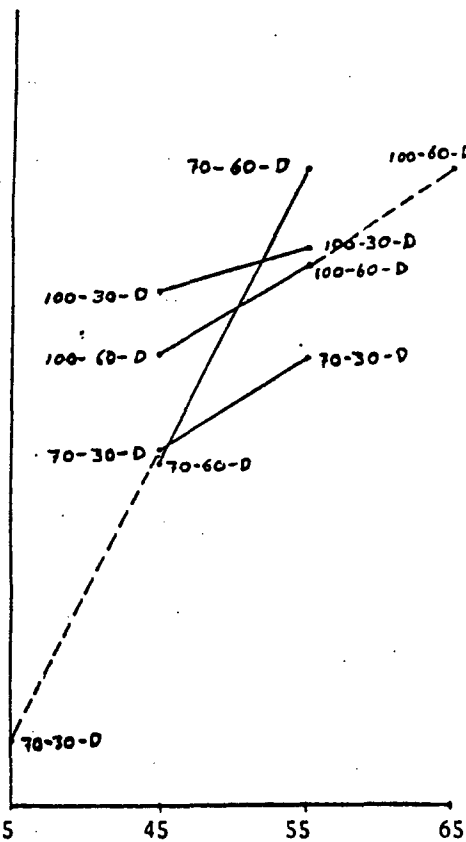
FIGURA 2. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI.



3a. Nitrógeno Kg/ha.



3b. Fósforo kg/ha.



3c. Densidad de Población Miles de plantas/ha.

FIGURA 3. RESPUESTA GRAFICA A LOS FACTORES N, P₂O₅ Y D.P.

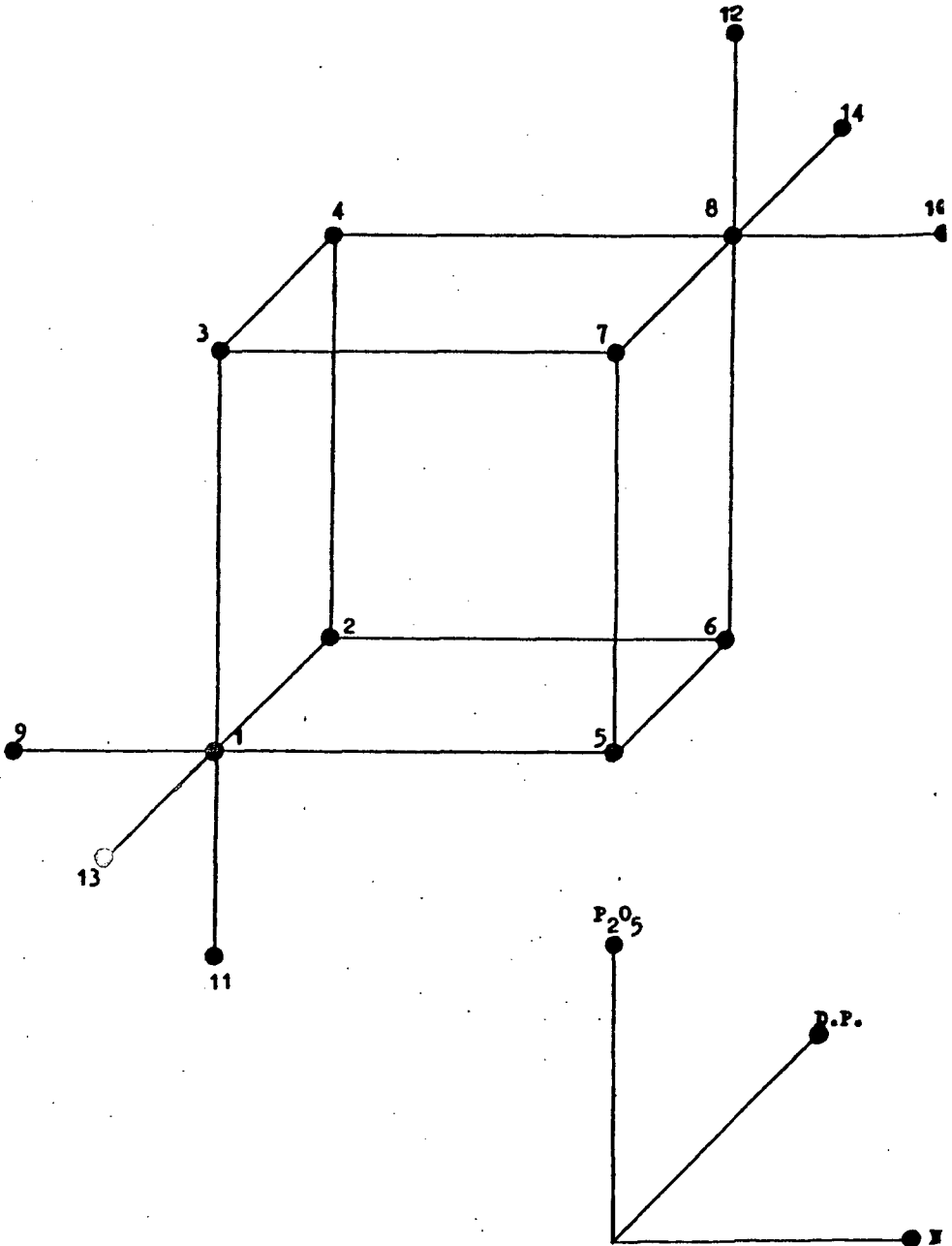


FIGURA 4. MATRIZ EXPERIMENTAL PLAN PUEBLA I PARA TRES FACTORES.

CUADRO No. 1 REGIMEN PLUVIOMETRICO MENSUAL (PROMEDIO DE 5 AROS) EN EL MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI.

M E S E S	PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL mm.
ENERO	12
FEBRERO	4
MARZO	0
ABRIL	0
MAYO	45
JUNIO	235
JULIO	257
AGOSTO	226
SEPTIEMBRE	205
OCTUBRE	98
NOVIEMBRE	10
DICIEMBRE	5
T O T A L	1097 mm.

CUADRO No. 2 REGIMEN DE TEMPERATURA MENSUAL (PROMEDIO DE 5 AROS) EN EL MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI.

M E S E S	TEMPERATURA EN °C PROMEDIO MENSUAL
ENERO	18.6
FEBRERO	20.2
MARZO	24.9
ABRIL	26.5
MAYO	28.2
JUNIO	27.3
JULIO	24.6
AGOSTO	21.8
SEPTIEMBRE	20.6
OCTUBRE	19.7
NOVIEMBRE	18.2
DICIEMBRE	17.1

CUADRO No. 5 PRODUCCIONES DE MAIZ EN GRANO (TON/HA) EN TIANQUIZOLCO,
GRO., MUNICIPIO DE CANUTO A. NERI. CICLO 1979/79 B.T.

TRAT. No.	R E P E T I C I O N E S				TOTAL TRAT.	- X
	I	II	III	IV		
1	4.649	4.487	3.596	3.114	15.846	3.962
2	4.287	4.222	4.590	4.261	17.360	4.340
3	3.217	4.126	4.398	3.873	15.614	3.904
4	5.096	5.186	5.184	5.081	20.547	5.137
5	4.619	4.888	4.161	4.787	18.455	4.614
6	4.077	4.954	4.914	5.266	19.211	4.803
7	3.438	4.756	4.938	4.273	17.405	4.351
8	4.248	5.016	5.307	4.315	18.886	4.722
9	3.798	3.287	3.435	3.465	13.985	3.496
10	5.818	5.096	5.986	5.090	21.990	5.498
11	3.677	3.001	3.467	3.385	13.530	3.383
12	5.050	5.527	4.938	4.634	20.149	5.037
13	2.376	3.151	3.224	2.418	11.169	2.793
14	6.124	5.333	4.610	4.502	20.569	5.142
15	2.206	3.080	2.448	1.803	9.537	2.384
TOTAL REP.	62.680	66.110	65.196	60.267	254.253	
\bar{x}	4.179	4.407	4.346	4.051	16.950	

ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



CUADRO No. 8 RELACION DE PRECIOS Y COSTOS UNITARIOS EMPLEADOS PARA EL ANALISIS ECONOMICO.

INSUMO O PRODUC.	UNIDAD	VALOR (\$)	SIMBOLO
Nitrógeno	Kg de N	17.61	n
Fósforo	Kg de P_2O_5	15.94	p
Densidad de P.	1000 plantas	19.34*	d
Grano	Kg de maíz	11.53	y

* Costo y siembra de 1000 semillas.

CUADRO No. 9 CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL SUELO EN EL LOTE EXPERIMENTAL.

I	CARACTERISTICAS FISICAS GENERALES		
	Profundidad	0 - 30 cms	
	Densidad	1.30 grs/cm ³	
II	ANALISIS MECANICO		
	Arena	34%	
	Limo	32%	
	Arcilla	34%	
	Textura	Franco arcilloso (pesado)	
III	CONSTANTES DE HUMEDAD		
	c.c.	25.76	
	p.m.p.	14.00	
	H.A.	11.76	
IV	MATERIA ORGANICA	2.14	Medio
V	NUTRIENTES		
	Nitrógeno total %	0.10	Medio
	Fósforo (P ₂ O ₅) ppm	1.40	bajo
		Kg/ha	5.46
	Potasio (K ₂ O) ppm	2.10	Exte. pobre
		kg/ha	44.10
VI	PH DEL SUELO	6.4	ligera acidéz
VII	EN EXTRACTO DE SATURACION		
	C.E. Mmhos/cm	0.53	Libre de salinidad.
	% de Saturación	41.0	
	P.S.I.	0	
	R.A.S.	0	Suelo normal
	Iones Solubles: Aniones CO ₃ -	0	Cationes Ca++ 3.00
	(meq/lt)HCO ₃ -	1.00	(meq/lt) Mg++ 3.00
	Cl -	1.08	Na+ 0.00
	SO ₄ =	2.15	
	Suma Total -----	4.23 -----	6.00