

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Fertilización en Maíz de Temporal para Siete Municipios de la  
Región de los Altos del Estado de Jalisco

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ

GUADALAJARA, JALISCO, 1977

# C O N T E N I D O

	Pag.
Indice de cuadros y figuras	iii
I.- INTRODUCCION	1
II.- ANTECEDENTES	3
III.- DESCRIPCION DEL AREA	
3.1.- Ubicación	5
3.2.- Relieve	5
3.3.- Suelos	5
3.4.- Climas	6
3.5.- Tecnología de la Producción	8
IV.- REVISION DE LITERATURA	
4.1.- Fertilidad del Suelo	11
4.2.- Dinámica del Nitrógeno y el Fósforo en el Suelo	13
4.3.- Fertilización	15
4.4.- Necesidades de Nitrógeno y Fósforo	17
4.5.- Efecto de los Factores Inmodificables de la Producción, sobre la Respuesta a los Fertilizantes	18
4.6.- Metodologías de Investigación en Fertilizantes.	20
4.7.- Diseño de Tratamientos	27
4.8.- Cantidades Optimas Económicas de Fertilizantes	28
V.- OBJETIVO, HIPOTESIS Y SUPUESTOS	
5.1.- Objetivos	31
5.2.- Hipótesis	31
5.3.- Supuestos	31
VI.- METODOLOGIA	
6.1.- Definición de Agrosistemas	32

6.2.- Factores de Estudio.	32
6.3.- Espacios de Exploración.	32
6.4.- Matriz Experimental.	33
6.5.- Diseño Experimental.	34
6.6.- Fuentes y Genotipos.	34
6.7.- Localización de los Sitios Experimentales.	34
6.8.- Realización de los Experimentos.	34
6.9.- Gráficas de Rendimiento.	38
6.10.- Análisis de los Experimentos.	40
6.11.- Muestreo y Análisis de Suelos.	41
VII.- RESULTADOS.	44
VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	64
IX.- RESUMEN.	65
X.- BIBLIOGRAFIA.	68

I N D I C E D E C U A D R O S Y F I G U R A S

CUADRO No.	DESCRIPCION	Pag.
1	<i>Selección de tratamientos.</i>	33
2	<i>Localización y algunas características de los sitios experimentales.</i>	37
3	<i>Operaciones realizadas en los lotes experimentales.</i>	39
4	<i>Características físico-químicas de los suelos en los lotes experimentales.</i>	43
5	<i>Rendimientos experimentales. Experimento No. 1 Tepozan, Mpio. Acatlán, Jal.</i>	46
6	<i>Rendimientos experimentales. Experimento No. 2 Cuquío, Jal.</i>	47
7	<i>Rendimientos experimentales. Experimento No. 3 Tepatlilán, Jal.</i>	48
8	<i>Rendimientos experimentales. Experimento No. 4 Tescatlilán, Mpio. Ixtlahuacán del Río, Jal.</i>	49
9	<i>Rendimientos experimentales. Experimento No. 5 La Trinidad, Mpio. de Arandas, Jal.</i>	50
10	<i>Rendimientos experimentales. Experimento No. 6 La Soledad, Mpio. de Yahualica, Jal.</i>	51
11	<i>Rendimientos experimentales. Experimento No. 7 El Cerro Pelón, Mpio. de Jesús María, Jal.</i>	52
12	<i>Análisis de varianza, para el rendimiento de maíz, Experimento No. 1</i>	53
13	<i>Análisis de varianza, para el rendimiento de maíz, Experimento No. 2</i>	53

# I N D I C E D E C U A D R O S Y F I G U R A S

<i>CUADRO</i>		<i>Pag.</i>
<i>No.</i>	<i>DESCRIPCION</i>	
14	<i>Análisis de varianza, para el rendimiento de maíz, Experimento No. 3</i>	54
15	<i>Análisis de varianza, para el rendimiento de maíz, Experimento No. 4</i>	54
16	<i>Análisis de varianza, para el rendimiento de maíz, Experimento No. 5</i>	55
17	<i>Análisis de varianza, para el rendimiento de maíz, Experimento No. 6</i>	55
18	<i>Análisis de varianza, para el rendimiento de maíz, Experimento No. 7</i>	56
<i>FIGURA</i>		<i>Pag.</i>
<i>No.</i>	<i>DESCRIPCION</i>	
1	<i>Distribución de las unidades cartográficas de los suelos en el área de estudio</i>	7
2	<i>Distribución de climas en el área de estudio</i>	9
3	<i>Localización de los sitios experimentales.</i>	35
4	<i>Gráfica de rendimiento. Experimento No. 1</i>	57
5	<i>Gráfica de rendimiento. Experimento No. 2</i>	58
6	<i>Gráfica de rendimiento. Experimento No. 3</i>	59
7	<i>Gráfica de rendimiento. Experimento No. 4</i>	60
8	<i>Gráfica de rendimiento. Experimento No. 5</i>	61
9	<i>Gráfica de rendimiento. Experimento No. 6</i>	62
10	<i>Gráfica de rendimiento. Experimento No. 7</i>	63

## I.- I N T R O D U C C I O N

La superficie cultivada de México es en la actualidad de - 21'559,000 Has. de las cuales el 86.1% son de temporal y el resto de riego y/o humedad residual.

El maíz es el tercer cultivo más importante a nivel mundial, en nuestro país es el alimento tradicional y uno de los cereales que demanda mayor superficie de cultivo (30.36%).

A medida que la población aumenta, como es lógico crece la demanda que se estima en 11'178,000 Ton. anuales de maíz, la capacidad productiva es de 8.8 millones de toneladas lo que nos deja un déficit que es necesario cubrir con importaciones.

La superficie cultivada en estos momentos es el 73.7% de la que es susceptible de cultivarse, y cada día resulta más caro incorporar nuevas tierras al cultivo o irrigar las de temporal.

Bajo estas condiciones el aumento de la producción debe basarse en el incremento de los rendimientos por unidad de área.

En los últimos años, el aumento de los rendimientos unitarios del maíz de temporal se debe en gran parte al uso de fertilizantes. Este insumo como es limitado y los riesgos que el productor asume bajo estas condiciones son altos, es urgente establecer los tratamientos óptimos económicos de fertilización con el fin de mejorar la eficiencia en el uso de este insumo.

Los municipios de Acatic, Arandas, Cuquío, Jesús María, Ixtlahuacan del Río, Tepatitlan de Morelos y Yahualica de Glez. - Gallo, en el Estado de Jalisco, participan con el 3.2% de la producción nacional. En ellos el uso de fertilizantes está bas-

tante generalizado, por lo que la racionalización en el uso de éstos con bases científicas a fin de no destinar cantidades incesarias.

Son diversas las metodologías que se han empleado con el fin de solucionar este problema y ofrecer al agricultor tratamientos de fertilización que sean rentables.

En el presente trabajo se utilizó el criterio de Sistemas de Producción ya que ha reportado ser uno de los más eficientes.

## II.- ANTECEDENTES

La factibilidad técnica de la aplicación de fertilizantes en maíz de temporal en Jalisco es demostrada en los trabajos de Ortíz Monasterio (1963), Laird (1959, 1965) Guanomex (1963) y otros.

La distribución y cuantía de la lluvia es suficiente para obtener rendimientos normales e incluso susceptibles de ser aumentados si se corrigen las deficiencias de elementos nutrientes de los suelos, Ortíz Monasterio (1963).

Sánchez D. (1963), estableció las condiciones de los suelos agrícolas con respecto al Nitrógeno (N), Fósforo (P), y Potasio (K). En Jalisco se tienen condiciones pobres de N. medias de P. y ricas de K. Cita incrementos de 2.4 a 4.6 ton/ha. de maíz al fertilizar de 0 a 120 kg. de N. por Ha. Al mismo tiempo señala que las deficiencias pueden ser suplidas con: 40 a 100 Kg. de N. por Ha. y de 30 a 40 Kg/ha. de  $P_2O_5$ .

Utilizando los resultados de la experimentación y otros datos empíricos Peregrina (1969), determinó la distribución de las respuestas de los cultivos a la fertilización con N, P y K, para tres niveles: bajo (0-3- kg/ha.), medio (30-50 kg/ha.) y alto (más de 50 kg/ha.). Encontró, en general que en forma promedio los cultivos responden a las aplicaciones altas de N en casi toda la República. Para P. en Jalisco ocurren respuestas medias. En el caso de las respuestas de los cultivos a las aplicaciones de K. se tienen respuestas bajas.

Chávez (1975), encontró respuestas a la aplicación de N. y P. para maíz de temporal en las zonas Centro y Altos del Edo.



de Jalisco. Los óptimos económicos variaron de 60 a 89 kg/ha. - de N. y P. respectivamente. No encontró respuesta en rendimiento a la aplicación de K.

Con la metodología propuesta por Guanos y Fertilizantes de México S.A. (1976), las recomendaciones varían de 80 a 120 kg. de N. por Ha. y de 40 a 60 kg. de P., como  $P_2O_5$ , por Ha.

### III.- DESCRIPCION DEL AREA

#### 3.1.- UBICACION.

La región de estudio comprende los municipios de Acatlán, Arandas, Cuquío, Jesús María, Tepatitlán de Morelos, Ixtlahuacán del Río y Yahualica de Glez. Gaxton, de la región de "Los Altos" del Estado de Jalisco, está situada al noreste entre los paralelos 20°-30' y 22° 10' norte, y los meridianos 102° 00' y 103° 08' al oeste de Greenwich.

#### 3.2.- RELIEVE.

La topografía es accidentada con alturas que varían de 1,400 a 2,700 mts. sobre el nivel del mar. Participa de la Altiplanicie Mexicana, tiene un aspecto de plataforma algo inclinada en el sentido NE-SW, -- desde las llanuras de Ojuelos situadas a 2,200 Mts. sobre el nivel del mar, hasta las de Tepatitlán, que se encuentran a unos 1,600 Mts. sobre el nivel del mar. Macizos montañosos aislados llegan a medir hasta 2,700 Mts. sobre el nivel del mar (Rzedowsky y Mc Vaugh, 1966).

Hidrológicamente pertenece a las subcuencas "Río Verde de Grande de Belem"; Río Santiago (Verde-Atotonilco), Río Atotonilco y Río Lerma; de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago.

#### 3.3.- SUELOS.

El conocimiento de los suelos, de su naturaleza y -- propiedades es la base de donde debe partir para la

planeación del desarrollo agropecuario de una región. Los suelos pueden ser clasificados de acuerdo a cuatro diferentes criterios:

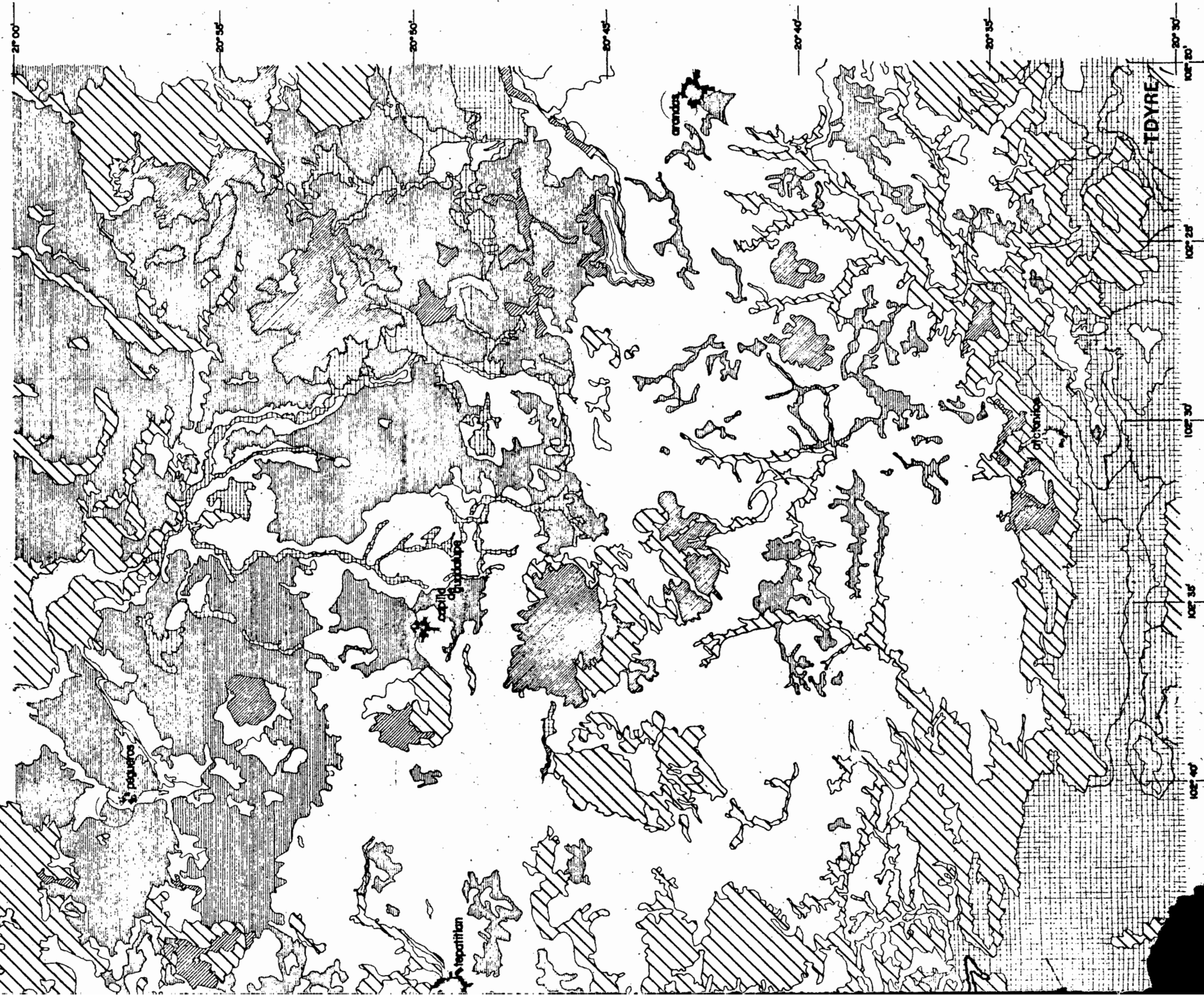
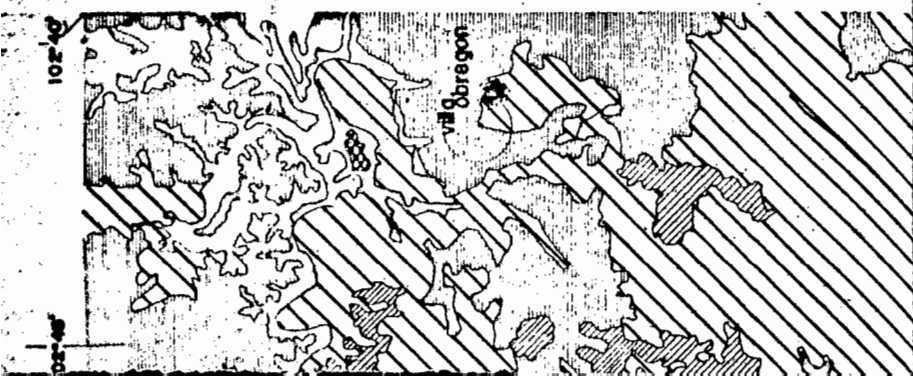
- a).- Clasificación según su morfología, origen y -- otros caracteres inherentes.
- b).- Clasificación según la capacidad de uso.
- c).- Clasificación económica de la utilización de -- las tierras.
- d).- Cartografía de las diferentes regiones agríco-- las.

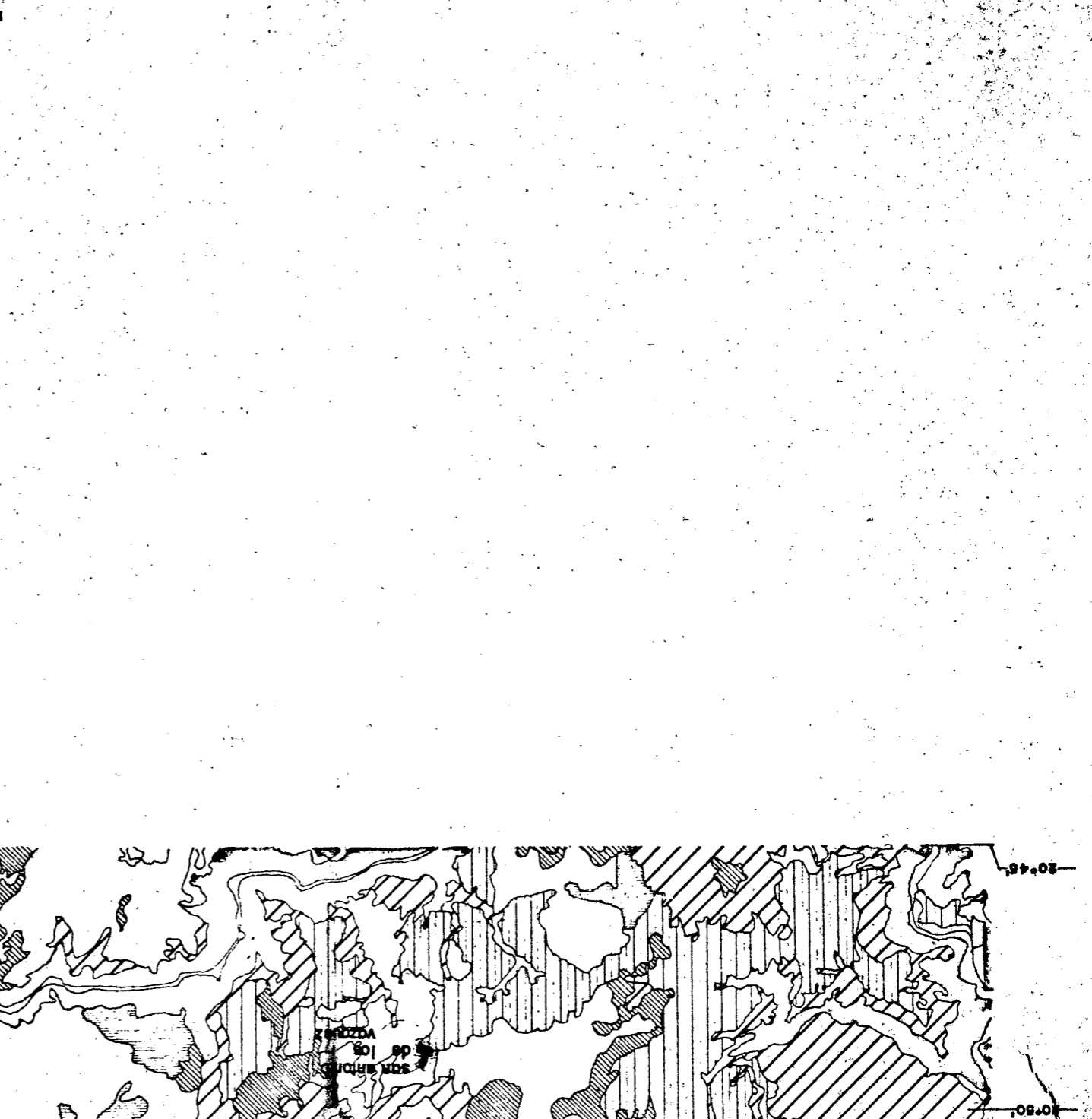
La superficie total ocupada por los siete municipios es de 574,782 Ha., cuenta con el 31% de suelos de -- primera a tercera clase y con el 52.6% de tierras de cuarta y quinta clase. (Estimaciones Plan Lerma Asis tencia Técnica, 1973).

Las unidades cartográficas identificadas por la Comi sión de Estudios del Territorio Nacional, agrícola-- mente importantes, son tres: Luvisol férrico, Plano sol éútrico y Regosol éútrico, en orden de importan-- cia. La distribución de estas unidades se muestra en la figura No. 1.

#### 3.4.- CLIMAS.

Según la clasificación de Köppen modificada por E. - García, los climas de la región de estudio pertene-- cen a dos tipos (A) C (w<sub>1</sub>) w semicálido, subhúmedo y BS<sub>1</sub> hw (w) semicálido semiárido. El primero predomi-- na en Cuquío, Acatic, Tepatitlan, Arandas, Jesús Ma-- ría e Ixtlahuacan del Río. El segundo tipo se presen





00 201 00 201 00 201

100 km

100 km

100 km

100 km

100 km





ta en Yahualica. La distribución de los climas se -- muestra en la figura No. 2.

La precipitación media anual varía de 715 mm. en Yahualica a 918 mm. en Tepatitlan. En el periodo comprendido de mayo a octubre ocurre la mayor parte de la precipitación media anual, en términos generales 800 mm. para Tepatitlan, Arandas, Jesus María, Cu--- quío, Acatic e Ixtlahuacan del Río; en Yahualica ocurren precipitaciones de 670 mm.

### 3.5.- TECNOLOGIA DE LA PRODUCCION.

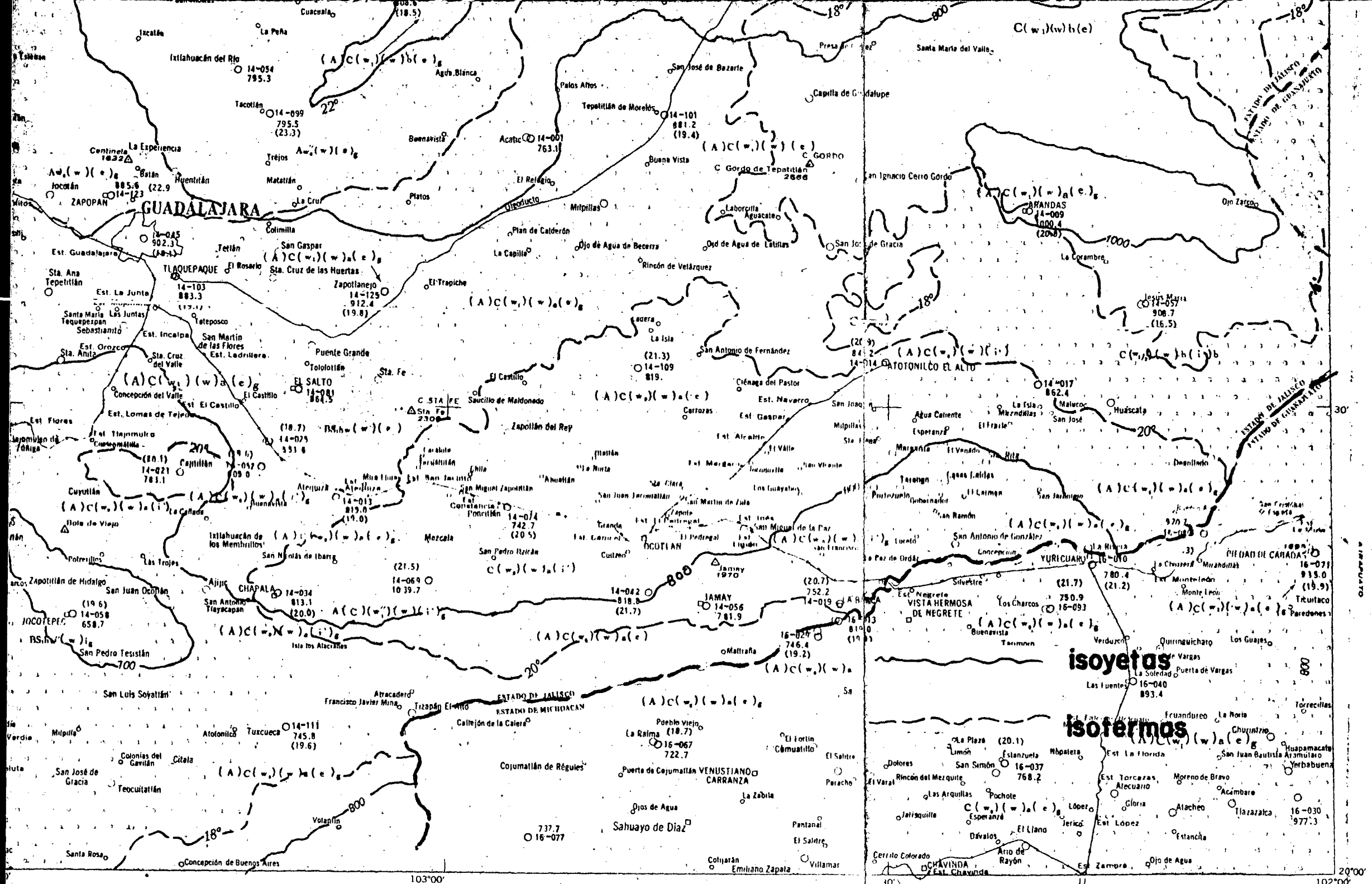
Los cultivos que ocupan la mayor parte de los suelos agrícolas son, en orden de importancia: maíz, asociación maíz-frijol, sorgo y frijol.

Las condiciones bajo las cuales se siembra maíz son dos; siembras de humedad residual y siembras de temporal. Las del primer tipo se efectúan en los Regosoles únicamente en el municipio de Ixtlahuacán del -- Río. En general la agricultura en este lugar es más tecnificada, la mayor parte de los agricultores usan semillas híbridas, todos fertilizan por lo general, las labores de preparación se efectúan con maquinaria, el uso de herbicidas e insecticidas está bastante generalizado.

La mayor parte de la superficie donde se siembra maíz en la región, es de temporal. Se efectúan en las unidades Luvisol y Planosol, ya que estos suelos no retienen mucha humedad, Las siembras se inician una -- vez que se implanta el temporal que por lo regular -







isoyetas

isotermas

ESCALA 1:500 000



103°00' 102°00' 18°00' 20°00' 22°00' 30°00'

ocurre en la primera quincena de junio , utilizando semillas criollas de color blanco, si las lluvias se retrasan usan criollos amarillos, casi no usan semillas híbridas; el uso de maquinaria agrícola se restringe cuando mucho a la preparación del terreno, pero su participación en general es baja; el uso de -- herbicidas e insecticidas no es muy común.

La fertilización en ambos casos por lo general se -- realiza en la primera y segunda labor de cultivo. En años recientes se ha incrementado el uso de fertilizantes al momento de la siembra en temporal.

Son comunes en la región las aplicaciones de abonos orgánicos, éstas se efectúan por lo general en los - meses de abril y mayo. El estiércol proviene de aves, cerdos y bovinos, en orden de importancia.

#### IV.- REVISIÓN DE LITERATURA .

##### 4.1.- FERTILIDAD DEL SUELO.

Cuando se habren al cultivo suelos que han estado cu  
biertos por su vegetación activa, su contenido origii  
nal de materia orgánica (MO) y de N total y aprovech  
able, es el adecuado para que las primeras cosech  
as sean abundantes, especialmente bajo condiciones  
favorables de precipitaciones y temperatura. Cuando  
por escases de precipitación la vegetación natural -  
no favorecé una alta acumulación de MO, solo se podr  
án lograr buenas cosechas durante un corto tiempo  
antes de que el N sea deficiente (Sánchez D. 1969).

Por lo tanto, en general, una vez que cualquier zona  
de vegetación natural es convertida en agrícola, empi  
ieza a perder su N rápidamente en cada cosecha produ  
cida. A este tipo de remosión, se agregan las pérdi  
das debidas a lixiviación, a erosión y aún aquell  
as debidas a reducción (Sánchez D. 1969).

Se puede decir con certeza, que el N es en forma uni  
versal, uno de los elementos que disminuye en los --  
suelos con mucha rapidéz. Es por ello que de no resti  
tuirse a los suelos agrícolas en cantidades sufici  
entes y oportunamente para mantener o mejorar su -  
productividad, los rendimientos de los cultivos será  
n en corto tiempo muy inferiores a los originalmente  
producidos (Sánchez D. 1969).

El contenido de Carbono (C) y N, y la consecuente --

pérdida de la fertilidad de los suelos en explotaciones donde los ciclos de regeneración y explotación del suelo son similares en su duración, disminuyen rápidamente, muchas veces en forma irreversible --- (Fassbender 1975).

En explotaciones agrícolas permanentes de cultivos monoculturales arbustivos o de plantas de ciclo corto se tienen pérdidas de la fertilidad del suelo aún mayores que en las ya mencionadas. La única manera de contrarrestar esta pérdida es desarrollar sistemas de explotación rotativas; ampliar el uso de fertilizantes orgánicos y minerales; la cobertura del suelo; la incorporación de restos vegetales y el control de la erosión (Fassbender 1975).

La fuente principal de todos los demás elementos --- esenciales (excepto el C, H y O) son las rocas y minerales de los cuales se han originado los suelos. = En general, excepto en el caso de algunos cultivos, dichos elementos son removidos por las cosechas en cantidades mucho menores que las del N. Las pérdidas son también de menor magnitud. En el caso del P, K, Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Manganeso (Mn) y Hierro (Fe), su contenido tiende a ser más o menos constante; aunque en algunos casos a un nivel inferior que el necesario para el crecimiento adecuado de las --- plantas. El nivel de Azufre (S) y Boro (B), depende de las aplicaciones de MO. Sin embargo la magnitud y frecuencia de las aplicaciones son fundamentalmen-

te diferentes a las del N. El P y el K son removidos por las plantas en cantidades considerables y pueden ser, en algunos casos, limitantes de altos rendimientos (Sánchez D. 1969).

#### 4.2.- DINAMICA DE NITROGENO Y EL FOSFORO EN EL SUELO.

El contenido de N total en los suelos presenta un amplio ámbito, pero es común el comprendido entre 0.02% y 0.07% para la denominada capa arable. El porcentaje tiende a disminuir al aumentar la profundidad del perfil. Dentro de los factores de formación del suelo, el clima es el que influye más directamente en el contenido total de N, cuyo porcentaje tiende a disminuir al aumentar la temperatura y al disminuir la precipitación dentro de ciertos límites (Fassbender 1975).

Desde el punto de vista de la fertilidad del suelo las formas más importantes del N son Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) (Tisdale y Nelson 1970).

Las formas orgánicas representan entre el 85% y el 95% del N total siendo en su mayoría de naturaleza protéica, los aminoazúcares le siguen en importancia además de otros compuestos que suman el 1% del N orgánico. La transformación de estas formas a N inorgánico asimilable, es llamada mineralización, en ella toman parte los microorganismos del suelo (Fassbender 1975).

Por su parte el contenido de P total va de 0.0018% -

a 0.33%. Esta variabilidad se debe a la composición de las rocas parentales, al desarrollo del suelo y a otras condiciones ecológicas y edafológicas. Los suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas presentan un mayor contenido de P total. Este se relaciona también con el contenido de MO y el desarrollo pedológico. También está influenciado por la textura, cuanto más fina es mayor el contenido de P total. De manera general el contenido de P disminuye con la profundidad (Fassbender 1975).

Respecto a la participación de las formas orgánicas e inorgánicas del P, Thompson (1966) sostiene que el 73% del contenido total se encuentra en forma inorgánica. Fassbender (1975) menciona una participación del 25 al 75%, y como término medio el 50% a cada una de las formas. Tisdale y Nelson, (1970) por su parte afirman que el contenido de P inorgánico es mayor que el orgánico.

Como quiera que sea, existen cinco tipos principales de compuestos orgánicos fosfatados en la materia orgánica: 1). Fosfolípidos; 2). Ácidos Nucléicos; 3).- Fosfatos metabólicos; 4). Fosfoproteínas; y 5). Fosfatos del ácido inositolhexafosfatos o inositol. Esta última es la más importante (Fassbender 1975).

Las formas de los fosfatos inorgánicos depende del pH y del grado de desarrollo del suelo, principalmente, en los suelos jóvenes y tendientes a la alcalinidad predominan los fosfatos de Ca; en los suelos muy

desarrollados y en los suelos ácidos la mayor parte del P se encuentra conbinada con el Fe y el Al (Tisdale y Nelson 1970).

El principal problema de la utilización del P por las plantas es que este elemento está sujeto a inmovilización por el suelo.

Los diversos autores coinciden en que la retención del P en los suelos ácidos por la fracción mineral resulta de la reacción de éste con el Fe y el Al y posiblemente por las arcillas, formando compuestos que con el transcurso del tiempo pueden volverse menos solubles. Cuando el suelo contiene arcillas del tipo 1:1 la retención del P es mayor que con arcillas tipo 2:2. Por encima de pH7, los iones de Ca, Mg, así como la presencia de carbonatos de estos metales en el suelo causan la precipitación del P añadido, y su disponibilidad disminuye.

Tisdale y Nelson (1970), afirman que la descomposición de la MO va acompañada de ácido carbónico, que es capaz de descomponer ciertos minerales primarios del suelo. Esto y la formación de complejos fosfohumicos más fácilmente asimilables por las plantas, el reemplazamiento del ión fosfato por el ión humato y el envolvimiento de las partículas de arcilla por el humus, aumentan la disponibilidad del P.

#### 4.3.- FERTILIZACION.

Fertilizante o abono, es todo producto o mezcla de productos químicos de origen orgánico sintético y/o

inorgánico sintético o natural sometido a proceso industrial, que al ser incorporado directamente al suelo, o por medio del agua de riego, o aplicado al follaje, eleve los rendimientos cuantitativos y/o cualitativos de las plantas o de alguna (s) de sus partes cosechadas (Chena 1969).

La fertilización tiene como finalidad incrementar -- los rendimientos de los cultivos y mejorar las condiciones nutritivas de la planta al aumentar las reservas de nutrientes ya existentes en el suelo (Jacob y von Uexküll 1973).

La producción de maíz de temporal en México ha tenido incrementos notables en los últimos años, considerándose que uno de los factores que más han contribuido en este incremento es el uso de fertilizantes químicos (Puente J. y Pesek 1969).

Uno de los aspectos más importantes que se están estudiando para aumentar los rendimientos de maíz de temporal es el uso de fertilizantes, ya que la mayoría de los suelos usados en este cultivo son pobres en uno o más de los nutrimentos vegetales esenciales (Laird 1965).

Para usar y aplicar fertilizantes es necesario considerar las características del suelo (contenido y disponibilidad del elemento, pH, textura, etc.), las condiciones climáticas (temperatura, cantidad y distribución de la lluvia, etc.) y las características de las plantas (necesidades, sistema radicular, rota



ción de cultivos, sistema de rotación y medidas de protección). En la efectividad de la fertilización juegan un papel muy importante las características de los fertilizantes (contenido y forma química de los elementos nutritivos, procesos de disolución, tamaño de los gránulos y sus reacciones con el suelo) en función de la dosis y método de aplicación.

La mayor parte de los fertilizantes nitrogenados son solubles en agua. A través de su hidrólisis en el agua resultan en la zona de disolución, alrededor del gránulo de fertilizante, concentraciones elevadas de  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$  de naturaleza ácida neutra o alcalina dependiendo de la composición química del fertilizante, que determina su reacción y transformaciones subsecuentes en el suelo.

Las medidas del control de la aplicación del P aplicado como fertilizante, se basan en una disminución de la velocidad de disolución, para tener una liberación continua y persistente y una alta concentración a largo plazo en la zona del fertilizante para que la planta lo aproveche; así resultan de gran importancia la elección del fertilizante a usar, la dosis, el tamaño de las partículas, la forma y época de aplicación (Fassbender 1975).

#### 4.4.- NECESIDADES DE NITROGENO Y FOSFORO.

El maíz absorbe casi todo el N en forma de  $\text{NO}_3^-$ , aunque también lo toma como  $\text{NH}_4^+$  y en algunas formas orgánicas.

El P lo absorve en forma de  $H_2PO_4^-$  y  $HPO_4^{2-}$  y una pequeña porción en forma orgánica. El P es requerido en su mayor parte cuando la planta es joven. Para asegurar una cantidad de P suficiente se debe aplicar el fertilizante cerca de la semilla, junto con algo de N ya que estimula la absorción del P.

Según Long, las necesidades de N para una tonelada de maíz son 63.3 kg.; de  $P_2O_5$  21.8 kg. y de  $K_2O$  43.6 kg. Soubiés menciona 50, 20 y 40 kg. respectivamente para la misma cosecha. Weinmann encontró necesidades de 67 kg. de N, 30 kg. de  $P_2O_5$  y 56 kg. de  $K_2O$ . (Jacob y von Uexküll 1973). Por su parte Tisdale y Nelson (1970), mencionan en el mismo orden 42,7 y 10 kg. Sánchez D. (1969), sostiene que las cantidades de N, P y K removidas por el cultivo de maíz para una tonelada son del orden de: 27.9, 10.3 y 20.5 kg. respectivamente.

#### 4.5.- EFECTO DE LOS FACTORES INMODIFICABLES DE LA PRODUCCIÓN SOBRE LA RESPUESTA A LOS FERTILIZANTES.

Desde un punto de vista económico a corto plazo los factores de la producción pueden ser divididos en dos:

- a).- Factores inmodificables, profundidad del suelo, distribución de la lluvia, temperatura, etc.
- b).- Factores modificables: prácticas culturales y genotipo.

(Turrent, Pesek y Fuller 1969).

Debido a la variación en la cantidad y distribución

de la lluvia, los rendimientos de los cultivos y sus respuestas a la fertilización, fluctúan grandemente de un año a otro (Laird, 1965).

Las respuestas a la fertilización en maíz de temporal están estrechamente relacionados con la variación del clima especialmente precipitación y temperatura. (Puente y Pesek, 1969).

La lluvia y la temperatura conjuntamente con las características físicas, químicas, morfológicas y fisiográficas del suelo, determinan la cantidad de agua aprovechable presente en el suelo que estará a disposición de la planta durante su desarrollo. Y puesto que, el agua del suelo es el medio que solubiliza y moviliza los fertilizantes, entonces el régimen de lluvias determina, en los cultivos de temporal, el grado de utilización que las plantas pueden hacer de los fertilizantes y por consiguiente, delimita la cantidad de éstos que deben aplicarse para obtener un rendimiento óptimo. (Alvarado, 1975).

Cortés (1975) encontró que la respuesta a la aplicación de N estuvo afectada por: pH del suelo pendiente, contenido de Fe amorfo, contenido de Al amorfo, la capacidad de intercambio catiónico, el contenido de arcilla, el espesor del horizonte A, el % de saturación de Ca., el contenido de Al intercambiable y la altura sobre el nivel del mar.

La respuesta del fertilizante fosfórico aplicado estuvo afectada por: la altura sobre el nivel del mar,

pH, capacidad de intercambio catiónico, la pendiente del suelo, el espesor del horizonte A, el contenido de arcilla, Al amorfo y MO.

La respuesta y por lo tanto la dosis óptima económica de P para maíz de temporal en una región del Edo. de Tlaxcala, está afectada por la dosis de N y densidad de población, la fecha de siembra, profundidad del suelo, la pendiente del terreno y el % de arena en la capa arable, (Villalpando, Turrent y Punte, -- 1975).

Alvarado (1975), al estudiar la influencia de algunos factores ambientales en la respuesta del rendimiento de grano de maíz de temporal, encontró que el índice de sequía el P aprovechable del suelo, y la fecha de siembra tienen un efecto negativo sobre la respuesta del rendimiento al N aplicado. En cambio la capacidad de intercambio catiónico, la capacidad de retención de humedad, la pendiente del suelo influyen positivamente en la respuesta del rendimiento a la interacción N aplicado por densidad de población.

#### 4.6.- METODOLOGIAS DE INVESTIGACION EN FERTILIZANTES.

El actual uso de los fertilizantes ha traído como consecuencia el problema de investigar las combinaciones óptimas de éstos con el fin de lograr la máxima ganancia (Martínez 1963).

En 1843, Liebig estableció que "los cultivos en un campo disminuyen o aumentan los rendimientos en pro-

porción exacta a la reducción o incremento de las --  
substancias minerales que lo hacen fértil", después  
añadió lo que se ha llegado a conocer como la Ley --  
del mínimo, "Por la ausencia de uno de los constitu-  
yentes necesarios, estando todos los demás presente,  
el suelo se vuelve estéril para todos aquellos culti-  
vos a cuyas vidas, aquel constituyente es indispon-  
sable!"

A fines del siglo pasado Hellrigel, observó en el ca-  
so del N los primeros incrementos del nutriente pro-  
ducían cierto aumento en el rendimiento, pero los se-  
gundos y terceros incrementos producían proporcional-  
mente mayores efectos. Los incrementos posteriores -  
del nutriente, sin embargo produjeron un efecto me-  
nor. La curva del rendimiento se asemejaba a un "S".  
Experimentos posteriores ejecutados en Rothamsted --  
dieron evidencia de que la curva sigmoide no siempre  
ocurre en ensayos de campo a menos que el factor con-  
siderado esté a nivel muy bajo.

En 1909, Mitscherlich, desarrolló una ecuación que -  
relacionaba el crecimiento de las plantas con el --  
abastecimiento de nutrientes. El pudo observar que -  
cuando las plantas se abastecían con cantidades ade-  
cuadas de los nutrientes, excepto uno, su crecimen-  
to era proporcional a la cantidad del elemento presen-  
te en el suelo, pero no en razón lineal basándose en  
sus observaciones supo que la razón del incremento -  
 $dy$ , al incremento del nutriente  $dx$ , era directamente

proporcional a la diferencia entre el rendimiento máximo posible, A, y el rendimiento real, Y. Si se representa por C la constante de proporcionalidad, puede escribirse la ecuación de Mitcherlich en la siguiente forma:

$$\frac{dy}{du} = C ( A - Y )$$

La observación directa de las respuestas de los cultivos a las aplicaciones de los fertilizantes suministran una información cuantitativa de las deficiencias de nutrientes.

A partir de los trabajos de Mitcherlich las investigaciones sobre las respuestas de los cultivos han versado en ajustar estas respuestas a modelos matemáticos. (Martínez, 1963).

La primera disyuntiva que se presenta en la selección de un modelo matemático para expresar datos de respuesta a la fertilización es si usar un modelo discreto o un modelo continuo. Si se elige el modelo discreto, las comparaciones se hacen solamente entre los promedios de los tratamientos y el investigador escoge una de las combinaciones de niveles de fertilizantes usada como tratamiento. Si se elige un modelo continuo, los datos de rendimiento se usan para estimar los parámetros correspondientes a una ecuación matemática específica y se calculan la dosis óptimas de fertilizantes basándose en la función que resulta.

El uso del modelo continuo ofrece varias ventajas, a saber: a).- Puede aumentarse la precisión de la estimación de los rendimientos producidos a diferentes niveles de fertilización, b).- La ecuación de predicción proporciona un medio adecuado para calcular la dosis óptima económica de fertilización. c).- La experiencia en el uso de fertilizantes, adquirida durante un período de varios años y expresada en forma de ecuaciones, debe eventualmente ser de utilidad en la definición de la verdadera función de respuesta para sistemas de producción específica. (Laird 1969).

Las dos funciones continuas que se han usado con más frecuencia en la investigación del uso de fertilizantes, es la ecuación de Mitcherlich-Spillman y el polinomio de segundo grado. Aparentemente en años pasados ambos modelos han sido igualmente efectivos en la relación entre el rendimiento y nivel de fertilización para diversas condiciones de productividad.

El polinomio presenta la ventaja de que los rendimientos pueden bajar nuevamente al aplicarse un nivel de fertilización mayor al que corresponde un rendimiento máximo, siempre que se use un modelo cuadrático.

Una segunda ventaja del polinomio en todas sus formas es que sus parámetros son lineales y pueden ser estimados fácilmente por el método de mínimos cuadrados. En cambio no hay manera de transformar a forma lineal los parámetros de la ecuación Mitcherlich-Spi

llman y comunmente se calculan éstos por un procedimiento bastante laborioso.

Las formas polinomiales que se han usado con más frecuencia en la representación de los datos de respuesta a los fertilizantes son la ecuación cuadrática y la raíz cuadrada. En estudios comparativos de la diferencia de los dos modelos citados, la ecuación raíz cuadrada ha sido generalmente igual o superior a la ecuación cuadrática. Sin embargo esta última sigue siendo preferida por la mayoría de los investigadores posiblemente porque: Los cálculos son algo más sencillos y se han usado varios diseños de tratamientos especialmente para usarse conjuntamente con el modelo cuadrático. (Laird, 1969).

Los métodos conocidos actualmente para determinar las recomendaciones de fertilización para los diferentes cultivos son: 1).- Método de fertilidad. 2).- Método de agrupación por agrosistemas, 3).- Método de agrupación indiscriminada, y 4).- Método de la Ecuación Empírica Generalizada..

El método de Fertilidad consiste en realizar experimentos de campo en donde se usa cero de fertilizante como dosis para algunos tratamientos y para otros una dosis suficiente de fertilizante. Se muestrea el suelo para su análisis. Además se adiciona una dosis básica suficiente de los demás nutrientes del suelo, aunada a otras prácticas de producción adecuada a la zona. Se expresa el nivel cero de fertilizante



te como porcentaje del rendimiento obtenido con la dosis suficiente de fertilizante y se hace una gráfica para la región entre el rendimiento relativo y el resultado del análisis para el nutriente en cuestión. Posteriormente se define el límite crítico de respuesta por arriba del cual no se esperan aumentos del rendimiento, por abajo del límite crítico se recomienda fertilizar con la dosis óptima promedio para los experimentos que estuvieron en suelos con el nutriente nativo por debajo del límite crítico. (Cajuste 1976).

El método de agrupación indiscriminada consiste en determinar la dosis óptima de fertilización en varios sitios experimentales representativos de la región y recomendar el promedio.

El método de agrupación por agrosistemas o sistemas de producción se base en que "Los factores inmodificables de la producción: suelo, clima y manejo, son prácticamente constantes, para la siembra de un cultivo el cual tiene una función o familia de funciones de respuestas bien definida y con cierta probabilidad". Las funciones de respuesta del cultivo se determinan mediante experimentos de campo y midiendo los rendimientos del cultivo, obtenidos al aplicarse diferentes cantidades de los nutrientes esenciales que sean deficientes en el campo. Los experimentos se sitúan en lugares representativos de las condiciones ecológicas más importantes que existen en la

zona de estudio. Las recomendaciones se aplican a -- las condiciones que definen el sistema de producción. (Laird 1969).

El método de la Ecuación Empírica Generalizada las - asociaciones entre datos de rendimiento y datos que describen al ambiente se combinan en una expresión - cuantitativa general para la zona de estudio. Esta - expresión se somete al análisis económico en el lími - te para encontrar soluciones a nivel de área unita-- ria. (Turrent, Peseky Fuller, 1969).

Los requerimientos en términos de infraestructura pa - ra los métodos de diagnóstico son diferentes. El más sencillo de los métodos es el de Agrupación Indiscri - minada, no requiere de facilidades de laboratorio pa - ra su aplicación, requiere de una evaluación periódica de su vigencia.

Para el Método de Agrupación por Agrosistema se re-- quieren facilidades de laboratorio para la etapa de implementación, además de un mayor esfuerzo divulgato - rio y comprobación de su vigencia. Por su parte el - Método de Fertilidad requiere de facilidades masivas de laboratorio para su implementación y aplicación.

El método de la Ecuación Empírica Generalizada re--- quiere de facilidades de laboratorio y computación - electrónica para su aplicación, además de personal - adiestrado en el manejo del método. (Zárate, 1976).

Villalpando (1975) menciona que el método que más re - duce la imprecisión de las recomendaciones de N, --

$P_2O_5$  y densidad de población en maíz de temporal es el de agrupación por Agrosistemas.

El método de fertilidad ha resultado tan impreciso - como el método de agrupación indiscriminada, mientras que la agrupación por Agrosistemas y la Ecuación Em-pírica Generalizada son algo más precisos. (Zárate - 1976).

#### 4.7.- DISEÑO DE TRATAMIENTOS.

Para determinar las funciones de respuesta en los - estudios de campo, en años anteriores, se han usado con mucha frecuencia los diseños factoriales. Sin em-bargo, su uso se vé limitado por el gran número de - tratamientos que involucra. A menudo, es preferible emplear un conjunto de tratamientos con un solo fac-tor variado a la vez, un diseño compuesto de B-ox o una distribución factorial parcial.

El empleo de tratamientos con un solo factor varia-- do a la vez tiene las desventajas de necesitar pre-- via información de niveles óptimos de fertilización entre los factores. Los diseños compuestos tienen -- las limitaciones de que el rendimiento no se mide a nivel cero de los factores y la precisión con que se miden los efectos de la interacción a menudo es bajo. (Laird 1969) (Alvarado 1975).

Los diseños de tratamientos o matrices experimenta-- les comunmente usadas en la investigación en fertili-zantes en México pertenecen a los diseños factoria-- les incompletos, entre los que destacan el cuadrado

dobles, matriz Box-Myers y el diseño San Cristobal. - Las matrices Plan Puebla pertenecen a este tipo de diseños, a la categoría de los diseños compuestos -- exéntrico. Según Turrent y Laird, (1975), surgieron de la necesidad de llegar a recomendaciones de producción con oportunidad e incluir mayor precisión -- las recomendaciones. Estas matrices introducen flexibilidad al método matemático permitiendo su interpretación gráfica, y por otro lado, se incluyen las interacciones entre los factores experimentales.

Al mismo tiempo, presentan ciertas ventajas respecto al sesgo si se comparan con otras matrices. Aunque -- la precisión es menor si se toma el criterio de la -- varianza de los tratamientos estimados ó el de la varianza de los coeficientes de regresión.

La matriz Plan Puebla I es la más atractiva si se -- analizan gráficamente los resultados. El sesgo es mayor en comparación con otras matrices Plan Puebla, pero esto no resulta una limitación ya que son los puntos observados los que sugieren el trazo de la función de respuesta. (Turrent y Laird 1975).

#### 4.8.- CANTIDADES OPTIMAS ECONOMICAS DE FERTILIZANTE.

Los fertilizantes como factor de producción tienen -- un gran número de implicaciones económicas en el análisis de distribución de fuentes de trabajo dentro -- de la misma empresa agrícola y entre otras actividades económicas. Esto se observa donde existe suficiente crédito o el precio de este es bajo, como su-

cede en países de mayor desarrollo económico. Sin embargo la situación se agudiza donde este estado de desarrollo es lento, de tal modo que aunque puedan derivarse cantidades de fertilizante económicamente costeable por medio de investigación, las limitaciones del crédito no permiten su uso y tienen que ser recomendadas cantidades menores al óptimo.

Sin limitación de capital, la cantidad óptima de fertilizante por aplicar es obtenida al igualar la primera derivada de la ecuación de predicción de rendimiento con respecto al elemento fertilizante considerado o producto marginal, con la relación inversa de precios. La situación es diferente cuando hay limitaciones de crédito. Pesek y Heady consideran que por lo general ésta es la situación más realista, para ello derivaron un método para determinar las cantidades mínimas de fertilizantes por recomendar para la obtención de ganancias máximas por peso invertido - si el incremento en rendimiento es dado por:

$$Y_1 = sx + tx^2$$

siendo  $s$  y  $t$  es constante y  $x$  es la cantidad de fertilizante; el costo del fertilizante está dado por:

$$Y_2 = m + rx$$

$m$  son los costos fijos de aplicación por unidad de área y  $r$  es la relación de precios de una unidad de fertilizante a una unidad de incremento en rendimiento, se hace máxima la relación:

$$\frac{Y_1 - Y_2}{Y_2}$$

y así se obtiene la cantidad de fertilizante que proporciona la ganancia máxima por peso invertido. Otro procedimiento común al determinar los niveles - óptimos económicos es usar el llamado óptimo restringido a través de la selección de un ingreso arbitrario (Puente y Pesek, 1969).

V.- OBJETIVO, HIPOTESIS Y SUPUESTOS.

5.1.- OBJETIVOS.

Desarrollar un criterio para obtener recomendaciones de fertilización nitrógenada y fosfórica, y densidad de población en maíz de temporal para siete municipios de la región de "Los Altos" del Edo. de Jalisco.

5.2.- HIPOTESIS.

- A).- Las cantidades aplicadas de fertilizante y la densidad de población limitan la productividad de los suelos de la zona de estudio.
- B).- La respuesta del maíz a las aplicaciones de N y P, así como a la densidad de población se verá afectada por: la morfología, fertilidad nativa y manejo del suelo; y por la precipitación pluvial.

5.3.- SUPUESTOS.

- A).- Las prácticas de manejo que realizan tradicionalmente los agricultores siguen siendo adecuadas cuando se modifican grandemente las aplicaciones de fertilizantes.
- B).- Los genotipos utilizados están bien adaptados a las condiciones de los diferentes agrosistemas.
- C).- Todos los elementos minerales nutritivos excepto el N y el P se encuentran en un nivel adecuado para el desarrollo normal del cultivo.

## VI.- M E T O D O L O G I A .

### 6.1.- DEFINICION DE AGROSISTEMAS.

La respuesta del cultivo a los fertilizantes depende de la índole de éste, de las características del suelo, del clima del lugar y de las prácticas de manejo empleadas en el cultivo de que se trate.

En el área de estudio, los agrosistemas fueron definidos de acuerdo a estos factores tomando como base a).- La precipitación Media; b).- Unidad Cartográfica del Suelo; c).- Morfología del mismo, principalmente profundidad y pendiente; d).- Manejo: aplicación de estiércol y tracción.

Los agrosistemas definidos fueron 18, seleccionándose aquellos de mayor importancia, en los cuales se establecieron las parcelas experimentales.

### 6.2.- FACTORES DE ESTUDIO.

Los factores estudiados fueron dosis de N, dosis de P y Densidad de Población como factores primarios. En dos de las parcelas experimentales se establecieron tratamientos adicionales con dosis de K y oportunidad de aplicación.

### 6.3.- ESPACIOS DE EXPLORACION.

El ámbito en que fueron estudiados los factores se determinó de acuerdo a las recomendaciones técnicas disponibles, según las condiciones ecológicas de suelo y precipitación pluvial, previendo la factibilidad de su aplicación por los agricultores, ya que --



sus recursos son limitados.

Para N se exploró de 30 a 120 Kgs/Ha; P como  $P_2O_5$  de 0 a 60 Kgs/Ha; y la Densidad de Población, se estudió de 30,000 a 60,000 plantas/Ha. El K en tratamientos adicionales de 0 a 60 Kgs/Ha; la oportunidad de Aplicación, en uno de los lotes experimentales se efectuó aplicación única de N.

#### 6.4.- MATRIZ EXPERIMENTAL.

La selección de tratamientos se efectuó con la Matriz Cubo de Aristas Prolongadas (Plan Puebla I), mismos que se muestran en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1 SELECCION DE TRATAMIENTOS

Tratamiento No.	Dosis N Kgs/Ha	Dosis $P_2O_5$ Kgs/Ha.	Densidad de Población. Miles Plantas/Ha.
1	60	20	40
2	60	20	50
3	60	40	40
4	60	40	50
5	90	20	40
6	90	20	50
7	90	40	40
8	90	40	50
9	30	20	40
10	120	40	50
11	60	0	40
12	90	60	50
13	60	20	30
14	90	40	60
15	0	0	30

#### 6.5.- DISEÑO EXPERIMENTAL.

Los tratamientos se arreglaron en un diseño bloques al azar con tres repeticiones; porque permitía aislar el efecto de la heterogeneidad del suelo, lo que reduce el error experimental.

El tamaño de la parcela fué de cuatro surcos centrales eliminando las plantas orilleras quedando de -- 5.60 Mts. de largo; la distancia entre surcos fue la usada por el agricultor.

#### 6.6.- FUENTES Y GENOTIPOS.

Se utilizaron como fuentes de fertilización, Sulfato de Amonio; super Fosfato de Calcio Triple y Cloruro de K.

Los genotipos fueron criollos comunes en la región -- excepto en dos experimentos. En el cuadro 2 se mencionan las variedades utilizadas en cada sitio experimental.

#### 6.7.- LOCALIZACION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES.

Con la colaboración de los delegados de Extensión -- Agrícola de la región, se localizaron los sitios experimentales, seleccionándose aquellos que representaran un Agrosistema importante y fueran de fácil acceso. La localización de las parcelas se observa en la figura No. 3.

#### 6.8.- REALIZACION DE LOS EXPERIMENTOS.

Los lotes experimentales fueron preparados por los -- agricultores de acuerdo con sus normas usuales; generalmente las labores consistieron de un barbecho y --

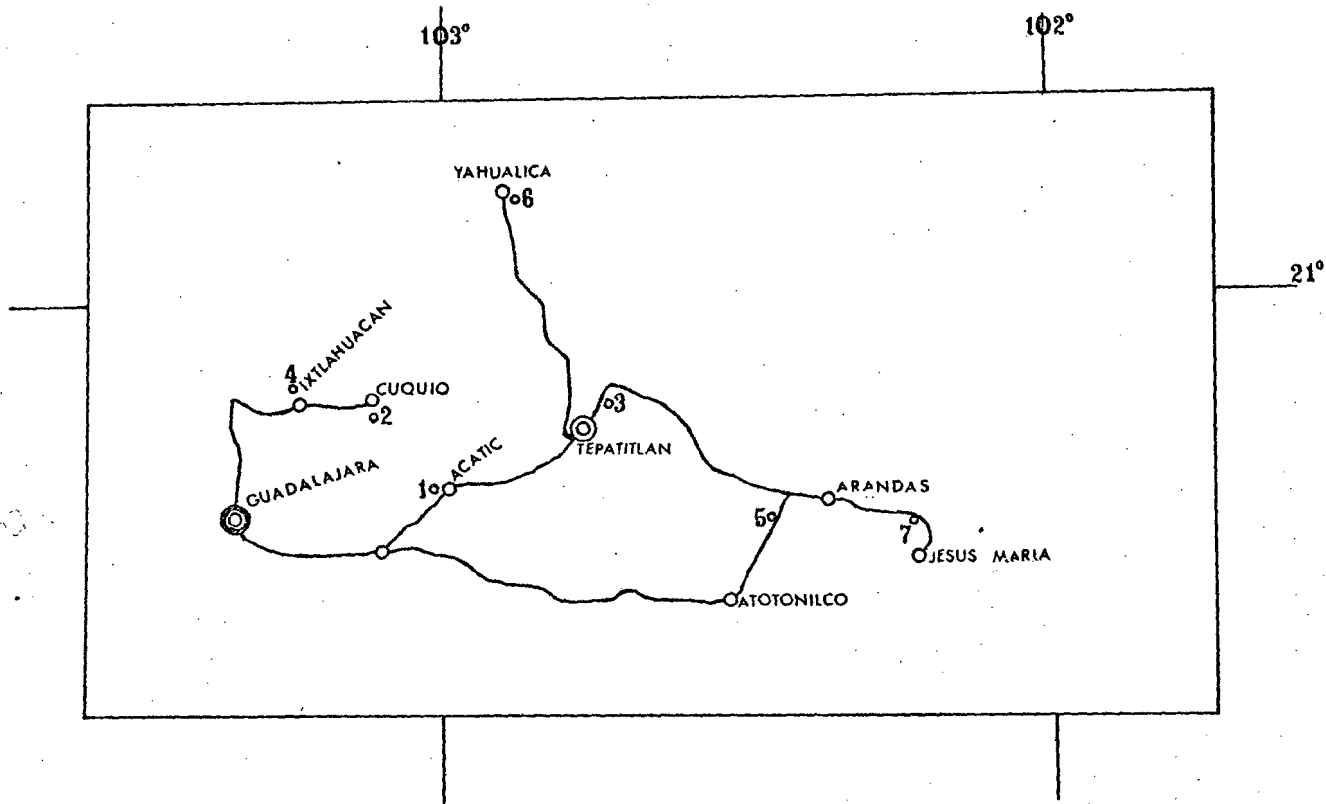


FIG. 3 LOCALIZACION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES

rastreo con arado de madera o maquinaria agrícola, - según el caso. La siembra de los experimentos empezó el 17 de junio y terminó el día 17 de Julio. En 2 de los experimentos la siembra se hizo en "seco". La -- práctica de sembrar en seco fué común entre los agri- cultores debido al retraso del temporal.

Se aplicó a mano, y a lo largo de los surcos, todo - el P, el K y la tercera parte del N; luego se tapó - el fertilizante. Se aplicó insecticida Volatón 2.5% polvo en banda a lo largo del surco a razón de 50 -- kgs/Ha. Se colocaron 4 semillas en forma mateada con una separación de 40 cms. entre sí a lo largo del -- surco; se taparon a pie o con arado de madera. Se -- asperjo herbicida Gesaprim Combi en aplicación total sobre la semilla tapada a razón de 2 Kgs/Ha.

Aproximadamente de 3 a 4 semanas después de la siem- bra, se realizó el aclareo dejando las plantas por - mata de acuerdo con la densidad de población corres- pondiente. Los dos tercios restantes de N se aplicó en forma de banda y a un lado del surco, alrededor - de 4 a 6 semanas después de la siembra. Las malezas se eliminaron con azadón en los experimentos donde - no fue posible escardar en el momento oportuno.

La escarda se efectuó entre las 3 y 4 semanas des--- pués de la siembra y 5 experimentos fueron escarda-- dos dos veces. El ataque de gusano cogollero (*Spodop- tera frugiperda*, J. E. Smith), se presentó en cuatro de los sitios y se aplicó insecticida dipterex 50% -

EXPTO. No.	LOCALIZACION	TIPO DE SUELO Y FISIOGRAFIA	TIPO DE TRACCION	P. P. MEDIA ANUAL	VARIEDAD	APLICACION DE ESTIERCOL
1	Acatic	Luvisol férrico, limitado en profundidad, plano	Mecánica	850 mm.	H - 309	No
2	Cuquío	Luvisol férrico, limitado en profundidad, lomerío.	Animal	860 mm.	Criollo Local (G. A. H-309)	No
3	Tepatitlán	Luvisol férrico, profundo plano.	Mecánica	918 mm.	Criollo Argentino.	No
4	Ixtlahuacán del Río	Regosol Eútrico, profundo plano.	Mecánica	895 mm.	H - 220	No.
5	Arandas	Luvisol férrico, profundo lomerío	Animal	800 mm.	Criollo Copos blancos	Si
6	Yahualica	Planosol eútrico, limitado, en profundidad, lomerío.	Mecánica	715 mm.	Criollo Pepitillo	No.
7	Jesús María	Luvisol férrico, profundo lomerío	Animal	905 mm.	Criollo Amarillo Zamorano	Si

P. S. a razón de 1 Kg/Ha.

La variedad de maíz sembrada en cada experimento, -- las fechas de las operaciones, tipo de suelo, precipitación media anual, tipo de tracción y manejo; así como la localización de éstos se presentan en los -- cuadros No. 2 y 3.

Se visitaron los experimentos cada 8 ó 10 días y se hicieron observaciones de las respuestas vegetativas, así como de las condiciones que pudieron haber limitado los rendimientos.

Entre el 7 de diciembre y el 31 de diciembre, se cosechó el maíz de los dos surcos centrales de cada parcela en los 7 experimentos inmediatamente antes de la cosecha se contó el número de plantas y matas, así mismo se cosechó el rastrojo. Se determinó la humedad de grano con un aparato de resistencia eléctrica y la humedad del rastrojo se determinó gravimétricamente dejándolo secar al aire. Se tomaron muestras de 5 a 10 Kg. de mazorcas en cada lote experimental, y se determinó el porcentaje de polinización y la -- proporción de granos podridos para los diferentes -- tratamientos de todos los sitios.

Se corrigieron los datos de rendimiento para matas,, faltantes y se analizaron estadísticamente. Los rendimientos se calcularon en Kg. de grano a 14% de humedad por Ha. y Kg. de rastrojo seco por Ha.

#### 6.9.- GRAFICAS DE RENDIMIENTO

Los rendimientos promedio sirvieron para graficar ca

CUADRO No. 3

## OPERACIONES REALIZADAS EN LOS LOTES EXPERIMENTALES

EXPERIMENTO No.	1	2	3	4	5	6	7
LOCALIZACION	ACATIC	CUQUIO	TBPATITLAN	IXTLAHUACAN	ARANDAS	YAHUALICA	JESUS MA.
SIEMBRA	Jun/17	Jun/26	Jun./30	Jul./1	Jul./7	Jul./14	Jul./17
GERMINACION	Jun/30	Jul/3	Jul./9	Jul./7	Jul./14	Jul./22	Jul./24
ESCARDA	Jul/22	Jul/23	Jul/23	Jul./29	Jul./30	Ago./13	Ago./3
2da. Escarda	Ago/11	Ago/24	Ago/24	Ago./24	Ago./25	--	--
DESHIERBE y/o HERBICIDA	Sep/6	Jul/31	Ago/24	Jul./7	Jul./7	Sep./3	Jul./22
COSECHA	Dic/8	Dic/29	Dic/22	Dic./13	Dic./7	Dic./11	Dic./14
1a. FERT.	Jul/22	Jun/26	Jul/22	Jul./1	Jul./7	Jul./14	Jul./17
2a. FERT.	Ago/11	Jul/31	Ago/16	Jul./29	Ago./3	Ago./12	Ago./17
ACLAREO	Jul/4	Jul/27	Jul.25	Jul./29	Ago./3	Ago./12	Ago./3
INSECTICIDAS	--	Ago/25	--	Ago./21	Ago./26	Sep./2	

da uno de los factores de estudio y determinar la -- dosis óptima económica de acuerdo a la relación beneficio/costo del método gráfico. Se presentan en las figuras 5 a 11.

#### 6.10.- ANALISIS DE LOS EXPERIMENTOS.

La diferencia entre los tratamientos de cada sitio - experimental fué determinada utilizando el análisis de varianza (cuadros 12 a 18). Para comprobar la significación de la diferencia entre dos medias de tratamientos se usó la diferencia mínima significativa (DMS).

Los tratamientos óptimos económicos fueron seleccionados en base a dos criterios el método gráfico y el método económico.

Para calcular los ingresos netos y los costos variables en ambos métodos se procedió de la siguiente -- forma: El rendimiento obtenido con cada tratamiento se multiplicó por el precio de garantía del maíz descontándose los costos de pizca desgrane y encostalado así como los de transporte obteniéndose el ingreso bruto. Para obtener los costos variables, las cantidades de nutrientes aplicados en cada tratamiento se multiplicaron por el costo del fertilizante, agregando los costos por transporte, aplicación y costo del capital invertido.

En el método gráfico se dibujó una cantidad arbitraria de fertilizante aplicado en el eje de las abscisas (por ejemplo 30 Kgs.); en el eje de las ordena--



das se graficó la cantidad necesaria de rendimiento, en grano de maíz (beneficio) para cubrir el costo variable de los 30 Kgs. de fertilizante aplicado (costo), trasladándose la pendiente beneficio/costo a la intersección con la curva de máximo rendimiento. En esta intersección se encuentra el óptimo económico. El método económico consistió en calcular la tasa de retorno para cada tratamiento, procediendo de la siguiente manera: Al ingreso bruto se le restó el costo variable obteniéndose el ingreso neto. Se ordenaron los tratamientos de mayor a menor beneficio neto --- acompañados de sus respectivos costos variables. Al beneficio neto obtenido se le restó el beneficio obtenido con el testigo sin fertilizar y con la mínima densidad de población obteniendo el incremento en -- beneficio (IB). El costo del testigo se restó del -- costo variable de cada tratamiento obteniendo el incremento en costo variable (IC). Con la relación -- IB/IC se obtuvo la tasa de retorno seleccionando como óptimo económico aquél tratamiento de mayor beneficio neto y mayor tasa de retorno.

#### 6.11.- MUESTREO Y ANALISIS DE SUELOS.

En cada sitio experimental se recolectaron muestras compuestas de los horizontes de 0 - 20 y 20 - 40 cm. antes de la siembra. La muestra compuesta consistió en 16 submuestras,

Las muestras fueron enviadas para su análisis al laboratorio del Centro de Investigaciones Agrícolas --

del Bajío (INIA) utilizando los métodos siguientes: pH mediante potenciómetro de Beckman relación suelo agua 2:1, MO por el método de combustión húmeda --- (Walkley y Black modificado por Walkley); el N total fue determinado por el método de Kjeldahl-Gunning; - el contenido de P asimilable por el método de Bray - P<sub>2</sub>; K, Ca y Mg se determinaron por el método Peech--Morgan; textura por el método de Bouyoucos, eliminando la MO con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 6% y usando como dispersante -- Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> y Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. En el cuadro No. 4 se presentan - algunas de las características físico-químicas en -- los sitios experimentales.

CUADRO No. 4 CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LOS SUELOS EN LOS LOTES EXPERIMENTALES

EXPTO.	PROF. cm.	pH	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	% MO	% N TOTAL	P. ASIM. ppm.	K ppm.	Ca. ppm.	Mg. ppm.
1	0-20	5.4	26	30	44	2.01	0.224	26.1	399	880	190
	20-40	5.6	20	18	62	0.99	0.091	6.9	84	616	150
2	0-20	4.6	40	36	24	1.36	0.084	99.1	168	396	116
	20-40	6.4	48	24	30	0.83	0.006	26.1	231	924	195
3	0-20	4.8	30	28	42	1.91	0.056	57.3	105	396	106
	20-40	6.4	22	24	54	2.27	0.098	26.9	210	1188	235
4	0-20	4.9	64	20	16	0.82	0.056	50.3	126	352	130
	20-40	5.4	60	18	22	0.55	0.042	40.0	126	352	106
5	0-20	5.4	24	24	52	2.09	0.147	21.7	63	968	225
	20-40	5.5	14	24	62	2.19	0.133	6.1	63	1100	175
6	0-30	6.1	40	36	24	1.18	0.077	30.4	273	1056	160
7	0-20	5.0	26	24	50	2.54	0.175	161.8	105	968	195
	20-40	5.2	18	26	56	2.09	0.258	7.0	105	1232	152

## VII .- R E S U L T A D O S .

Los rendimientos experimentales promedio de tres repeticiones de grano de maíz a 14% de humedad en toneladas por hectárea aparecen en los cuadros 5 al 11.

Como puede apreciarse los rendimientos variaron de 1216 -- kg/Ha. a 5780 kg/Ha. correspondiendo al testigo sin fertilizar y el segundo al tratamiento 144-48-0 con 46,580 plantas/Ha. respectivamente, en la unidad Luvisol.

En la unidad Regosol, los rendimientos variaron de 1874 -- kg/Ha. a 3118 kg/Ha. para el testigo y el tratamiento 135-45-0 con 48,880 plantas por Ha. respectivamente.

Para la unidad Planosol se obtuvieron rendimientos de 1142 a 3303 kg. de maíz por hectárea, el primero con el testigo sin fertilizar y el segundo con el tratamiento 135-45-0 con 44,440 plantas/Ha.

Los rendimientos de rastrojo fueron de 1210 kg/Ha. en el testigo de la unidad Planosol con criollo "Pepitillo", y 119,49 kg/Ha. en el tratamiento 108-48-0 con 59,830 plantas/Ha. en la unidad Luvisol con criollo "Argentino".

El análisis de varianza de los lotes experimentales indica que en 5 de los sitios experimentales hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). En dos de los experimentos (Cuquío e Ixtlahuacan del Río) la diferencia no fue significativa. El efecto de las repeticiones no fue significativa al mismo nivel de probabilidad en seis de los experimentos.

En general se mostró incremento en los rendimientos con la aplicación de N, en el experimento No. 3 el incremento en rendi

miento no fue significativo (1492 kg.), sino hasta la aplicación de 72 kgs. de N por Ha. Los incrementos en rendimiento al aplicar de 32 a 36 kgs. de N/Ha. fueron de 176 a 2334 kgs. de maíz/Ha. correspondiendo el primero al experimento 1 y el segundo al 7.

La respuesta a N estuvo afectada por la precipitación presentando mayor respuesta en los sitios de más precipitación. El tipo de suelo afectó la respuesta a N teniéndose mayores rendimientos en Luvisoles profundos y menores en Planosol.

Los rendimientos de los sitios 1, 3 y 7 aumentaron de 762 a 1293 kgs./Ha. al aplicar de 21.18 a 24 kgs. de  $P_2O_5$ /Ha. en comparación al testigo sin fertilizar, decreciendo los rendimientos a partir de ese nivel. En los experimentos 2, 4, 5 y 6 cantidades mayores de 24 kgs. de  $P_2O_5$ /Ha. aumentaron significativamente los rendimientos. En general las respuestas de P estuvieron más asociadas con el tipo de suelo que con la precipitación.

La densidad de población incrementó los rendimientos en la mayoría de los lotes excepto en los 4, 5 y 6. Los óptimos estuvieron asociados a la fertilización y a la precipitación.

Los tres factores interaccionaron entre sí afectando la respuesta del maíz.

Los tratamientos óptimos económicos así como las condiciones bajo las cuales se recomiendan se presentan en el cuadro --  
19.

CUADRO No. 5

RENDIAMIENTOS EXPERIMENTALES (Promedio 3 Repeticiones)

EXTO No. 1 Tepozán, Mpio. Acatic, Ja<sub>1</sub>.

TRATA- MIENTO	N Kg/Ha.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/Ha.	K Kg/Ha.	Densidad miles de plantas/Ha.	Rend. Maíz kg/Ha.	Rend. Rastrojo kg/Ha.
1	67.85	21.95	0	41.43	2883	4847
2	67.85	21.95	0	47.69	2554	4667
3	67.85	43.90	0	36.74	2355	4819
4	67.85	43.90	0	48.86	3088	4681
5	98.78	21.95	0	39.87	2927	4198
6	98.78	21.95	0	48.86	3304	6407
7	98.78	43.90	0	39.87	2967	5026
8	98.78	43.90	0	47.29	3269	6009
9	32.93	21.95	0	39.87	2374	4750
10	131.71	43.90	0	47.69	3676	6655
11	65.85	0	0	38.70	2121	4266
12	98.78	65.85	0	46.51	3039	5504
13	65.85	21.95	0	30.10	2200	4120
14	98.78	43.90	0	59.80	3387	6241
15	0	0	0	30.48	2198	3593
16	98.78	43.90	32.93	49.64	3233	5993
17	98.78	43.90	43.90	48.08	3387	5965
18	98.78	43.90	0	47.69	2017	4060

PROMEDIO

2832

5100

CUADRO No. 6

RENDIMIENTOS EXPERIMENTALES (Promedio de 3 Repeticiones)

EXTO No. 2 C U Q U I O, J A L

TRATA- MIENTO	N Kg/Ha.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/Ha.	Densidad miles de plantas/Ha.	Rend. Maíz Kg/Ha.	Rend. Rastrojo Kg/Ha.
1	67.5	22.5	38.86	2818	4584
2	67.5	22.5	43.67	2602	4634
3	67.5	45.0	38.86	2588	4468
4	67.5	45.0	43.67	2876	3534
5	101.25	22.5	38.46	2893	4799
6	101.25	22.5	42.07	2628	5818
7	101.25	45.0	38.86	3046	4021
8	101.25	45.0	42.07	2771	4587
9	33.75	22.05	38.46	2254	3740
10	135	45.0	42.87	3297	5520
11	67.5	0	36.86	2421	4104
12	101.25	67.5	43.27	3941	5494
13	67.5	22.5	33.65	2744	3538
14	101.25	45.0	48.08	3107	5875
15	0	0	27.65	1732	3343

PROMEDIO: 2781 4604

CUADRO No. 7

RENDIMIENTOS EXPERIMENTALES (Promedio 3 Repeticiones)

EXTO No. 3 CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL Tepatitlán, Jal.

TRATA- MIENTO	N Kg/Ha.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/Ha.	Densidad miles de plantas/Ha.	Rend. Maíz Kg/Ha.	Rend. Rastrojo Kg/Ha.
1	72	24	38.46	4943	9807
2	72	24	42.31	4673	9896
3	72	48	39.32	4002	7665
4	72	48	50.00	3719	9370
5	108	24	41.03	4867	10421
6	108	24	45.30	5081	8729
7	108	48	40.60	4268	9578
8	108	48	49.57	5031	10898
9	36	24	40.60	3144	7153
10	144	48	46.58	5780	11545
11	72	0	38.46	4150	10184
12	108	72	50.42	4844	10938
13	72	24	29.06	3855	7867
14	108	48	59.83	5371	11949
15	0	0	29.49	2652	4917

PROMEDIO: 4425 9394



CUADRO No. 8

RENDIMIENTOS EXPERIMENTALES (Promedio 3 Repeticiones)

EXTO. No. 4 Tescaltitlán Mpio. Ixtlahuacán del Río, Jal.

TRATA- MIENTO	N Kg/Ha.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/Ha.	Densidad miles de plantas/Ha.	Rend. maíz Kg/Ha.	Rend. Rastrojo Kg/Ha.
1	67.05	22.05	35.26	2685	6129
2	67.05	22.05	49.28	2498	7033
3	67.05	45	38.46	2770	5313
4	67.05	45	47.28	2620	7719
5	101.25	22.05	36.86	2680	5933
6	101.25	22.05	49.68	2244	7131
7	101.25	45	38.46	2839	7958
8	101.25	45	50.48	2725	8370
9	33.75	22.05	33.65	2807	5879
10	135	45	48.88	3188	7802
11	67.5	0	37.26	1866	4355
12	101.5	67.5	49.68	2816	8690
13	67.5	22.5	30.05	2380	5716
14	101.5	45	59.29	2958	7765
15	0	0	27.24	1874	2863

PROMEDIO: 2597 6577

CUADRO No. 9

RENDIMIENTOS EXPERIMENTALES (Promedio de 3 Repeticiones)

EXTO No. 5 La Trinidad, Mpio. Arandas, Jal.

TRATA- MIENTO	N Kg/Ha.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/Ha.	Densidad miles de Plantas/Ha.	Rend. Maíz Kg/Ha.	Rend. Rastrojo Kg/Ha.
1	65.85	21.95	39.48	2706	3795
2	65.85	21.95	46.12	2115	3608
3	65.85	43.90	38.70	1905	2545
4	65.85	43.90	44.17	2694	4374
5	98.78	21.95	39.48	2538	3052
6	98.78	21.95	49.25	2454	3772
7	98.78	43.90	39.85	2476	4093
8	98.78	43.90	46.51	3144	5224
9	32.92	21.95	38.31	2075	3003
10	131.70	43.90	49.25	3053	5136
11	65.85	0	39.87	2356	3406
12	98.78	65.85	49.25	3262	3226
13	65.85	21.95	30.10	2326	2709
14	98.78	43.90	52.37	1956	4950
15	0	0	30.10	1216	1914

PROMEDIO: 2418 3700

CUADRO No. 10

RENDIMIENTOS EXPERIMENTALES (Promedio de 3 Repeticiones)

EXFO. No. 6 La Soledad, Mpio. Yahualica, Jal.

TRATA- MIENTO	N Kg/Ha.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/Ha.	Densidad miles de Plantas/Ha.	Rend. Maíz Kg/Ha.	Rend. Rastrojo Kg/Ha.
1	67.5	22.5	37.26	1973	4342
2	67.5	22.5	44.07	2119	4034
3	67.5	45	35.66	3050	4663
4	67.5	45	44.47	2165	5267
5	101.25	22.05	36.86	2917	4594
6	101.25	22.05	44.47	1670	4483
7	101.25	45	36.86	2881	4406
8	101.25	45	43.67	2600	5488
9	33.75	22.5	36.46	1942	3181
10	135	45	44.47	3303	5981
11	67.5	0	36.86	2132	3836
12	101.25	67.5	43.27	3341	6385
13	67.5	22.5	28.45	2614	3893
14	101.25	45	5329	2196	6225
15	0	0	27.64	1142	1210
PROMEDIO:				2403	4533

CUADRO No. 11

RENDIMIENTOS EXPERIMENTALES (Promedio de 3 Repeticiones)

ENTO. No. 7 El Cerro Pelón, Mpio. Jesús María, Jal.

TRATA- MIENTO	N Kg/Ha.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/Ha.	Densidad miles de Plantas/Ha.	Rend. Maíz Kg/Ha.	Rend. Rastrojo Kg/Ha.
1	63.53	21.18	39.59	3190	3708
2	63.53	21.18	49.02	3008	4156
3	63.53	42.35	40.72	3272	4827
4	63.53	42.35	48.64	3121	4753
5	95.27	21.18	37.22	3094	5051
6	95.29	21.18	49.77	3383	5403
7	95.27	42.35	38.46	3313	5925
8	95.27	42.35	45.62	3380	6074
9	31.76	21.18	39.22	3183	4209
10	127.06	42.35	48.27	3728	5667
11	63.53	0	37.33	2307	3815
12	95.27	63.53	48.27	3394	5286
13	63.53	21.18	28.66	2684	3708
14	95.27	42.35	59.20	3675	7022
15	0	0	29.41	1850	3197
PROMEDIO:				3105	4854

CUADRO No. 12

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ

EXPERIMENTO No. 1

F. V.	GL.	S. C.	C. M.	F. C.	PROB. F.
REPETICIONES	2	564816.3	282408.147	1.258	0.2967
TRATAMIENTOS	17	13573794.8	798752.633	3.559	0.0010
ERROR EXP.	34	7628814.6	224376.900		
T O T A L .	53	21772425.6	410800.484		
DMS.	0.01 =	1055.24	DMS.	0.05 =	785.988
C. V.		%			

CUADRO No. 13

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ

EXPERIMENTO No. 2

F. V.	GL.	S. C.	C. M.	F. C.	PROB. F.
REPETICIONES	2	660677.8	330338.886	0.762	0.5199
TRATAMIENTOS	14	10233013.3	730929.520	1.686	0.1164
ERROR EXP.	28	12138182.4	433506.513		
T O T A L	44	23031873.4	523451.668		
DMS.	0.01 =	1485.51	DMS.	0.05 =	1101.19
C. V.		%			

CUADRO No. 14

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ

EXPERIMENTO No. 3

F. V.	GL.	S. C.	C. M.	F. C.	PROB.F.
REPETICIONES	2	2013677.6	1006838.78	2.453	0.1026
TRATAMIENTOS	14	30354018.6	2168144.18	5.283	0.0002
ERROR EXP.	28	11490673.3	410381.19		
T O T A L	44	43858369.4	996781.12		
DMS. 0.01 = 1445.34      DMS. 0.05 = 1071.42					
C. V.                      %					

CUADRO No. 15

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ

EXPERIMENTO No. 4

F. V.	GL.	S.C.	C. M.	F. C.	PROB. F.
REPETICIONES	2	2300064.3	1150032.17	2.791	0.0769
TRATAMIENTOS	14	5789798.0	413557.00	1.003	0.4764
ERROR EXP.	28	11535300.1	411975.00		
T O T A L	44	19625162.5	446026.42		
DMS. 0.01 = 1448.15      DMS. 0.05 1073.50					
C. V.                      %					

CUADRO No. 16

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ

EXPERIMENTO No. 5

\*

F. V.	GL.	S. C.	C. M.	F. C.	PROB. F.
REPETICIONES	2	3541535.5	1770767.73	10.095	0.0007
TRATAMIENTOS	14	11888934.0	849209.57	4.841	0.0003
ERROR EXP.	28	4911064.7	175395.17		
T O T A L	44	20341534.2	462307.59		

DMS. 0.01 = 944.9                      DMS. 0.05 = 700.44

C. V.                      %

CUADRO No. 17

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ

EXPERIMENTO No. 6

F. V.	GL.	S. C.	C. M.	F. C.	PROB. F.
REPETICIONES	2	1568811.7	784405.83	3.462	0.0442
TRATAMIENTOS	14	16386659.3	1170475.66	5.166	0.0002
ERROR EXP.	28	6343229.9	226543.93		
T O T A L	44	24298700.8	552243.20		

DMS 0.01 = 1073.878                      DMS. 0.05 = 796.055

C. V.                      %

CRUADRO No. 18

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ

EXPERIMENTO No. 7.

F. V.	GL.	S. C.	C. M.	F. C.	PROB. F.
REPETICIONES	2	41664.7	20832.328	0.146	0.8645
TRATAMIENTOS	14	10302031.6	735859.401	5.176	0.0002
ERROR EXP.	28	3980390.1	142156.791		
T O T A L	44	14324086.4	325547.419		

DMS. 0.01 = 850.67                      DMS. 0.05 = 630.59

C. V.                      %



FIG. 4 RESPUESTA A LA APLICACION DE N, P2O5 Y D EN MAIZ DE TEMPORAL EN  
ACATIC, JAL. (EXPTO. I)

TOE 98.78-21.95-0, 48,850 PTAS/HA

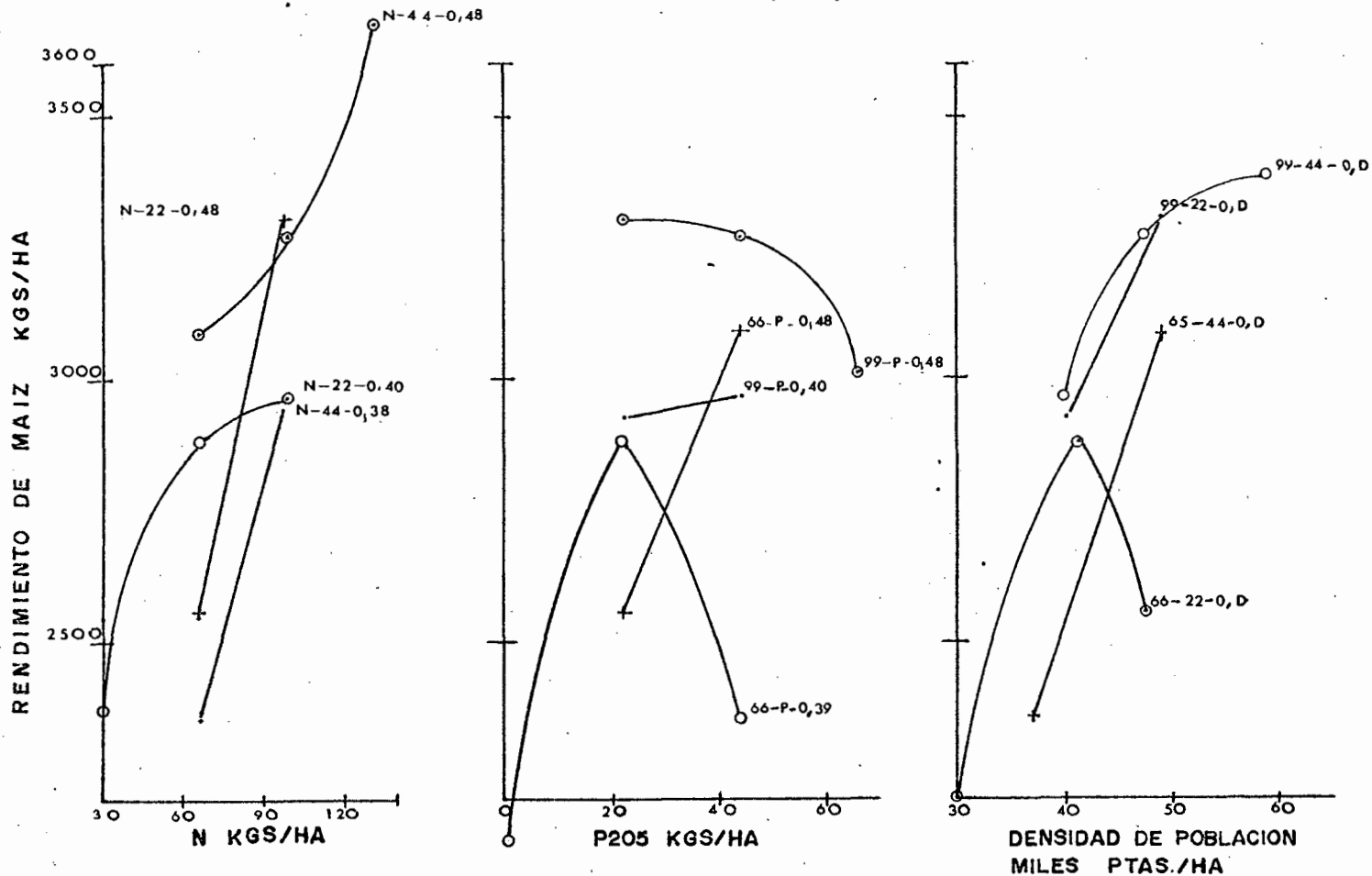


FIG 5 RESPUESTA A LA APLICACION DE N, P2O5 Y D EN MAIZ DE TEMPORAL EN  
 CUQUIO, JAL. (EXPTO.2)  
 TOE 101.25-67.5-0, 48,000 PTAS/HA

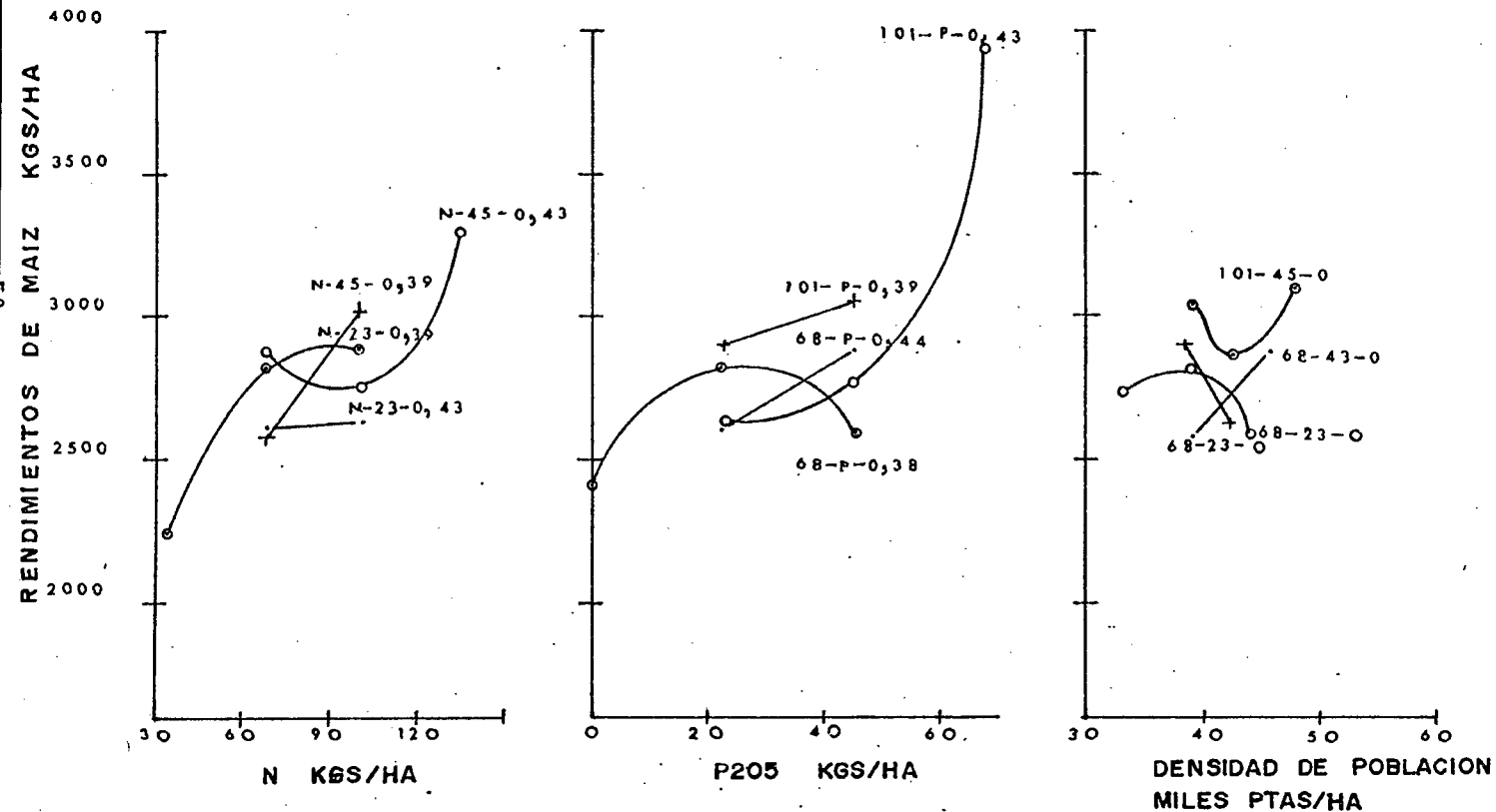


FIG. 6 RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE N, P2O5 Y D EN MAIZ DE TEMPORAL EN

TEPATITLAN, JAL. (EXPTO. 3)

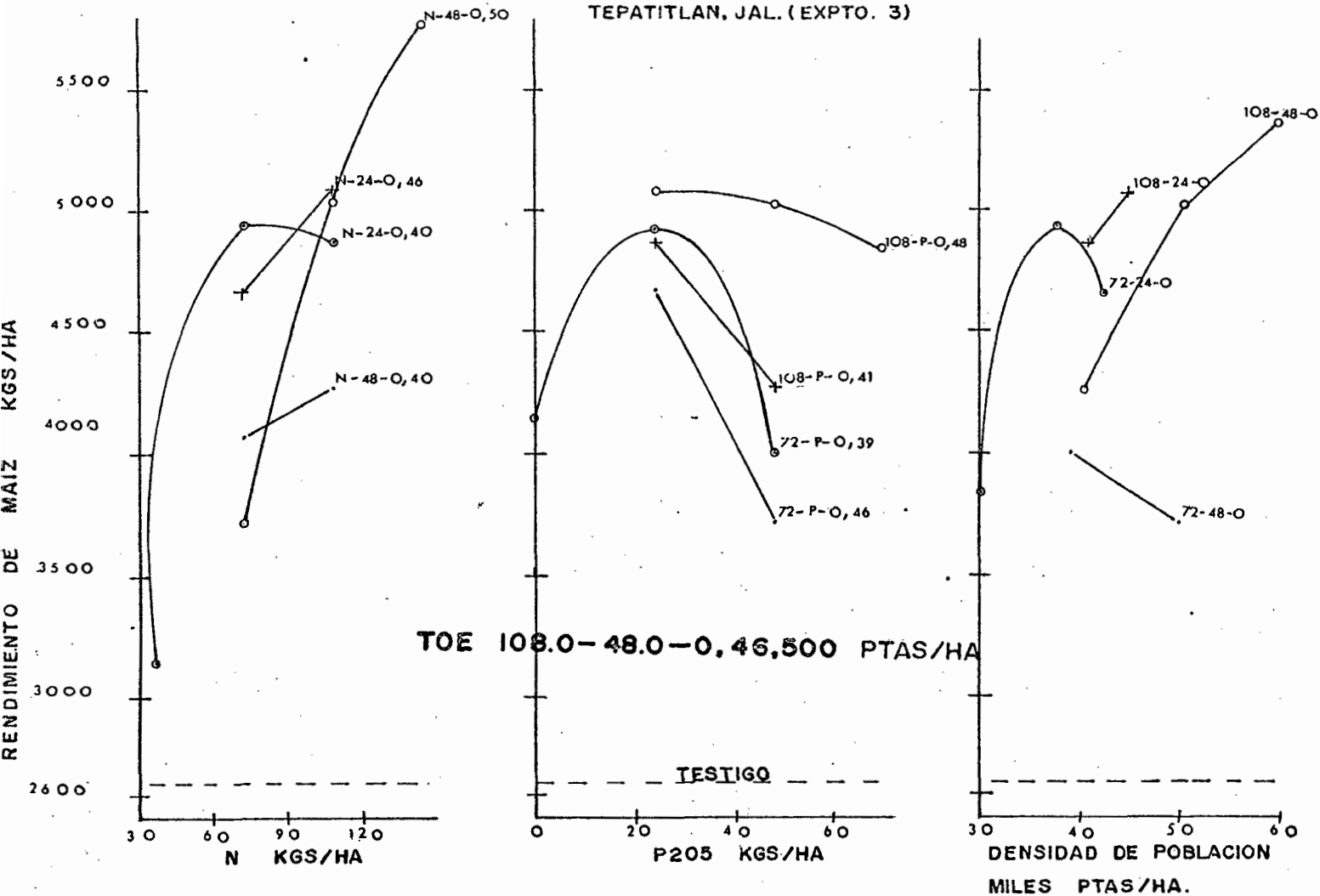


FIG.7 RESPUESTA A LA APLICACION DE N, P2O5 Y D EN MAIZ DE TEMPORAL EN  
IXTAHUACAN DEL RIO, JAL. (EXPTO. 4)

TOE 135.0-45.0-0, 60,000 PTAS/HA

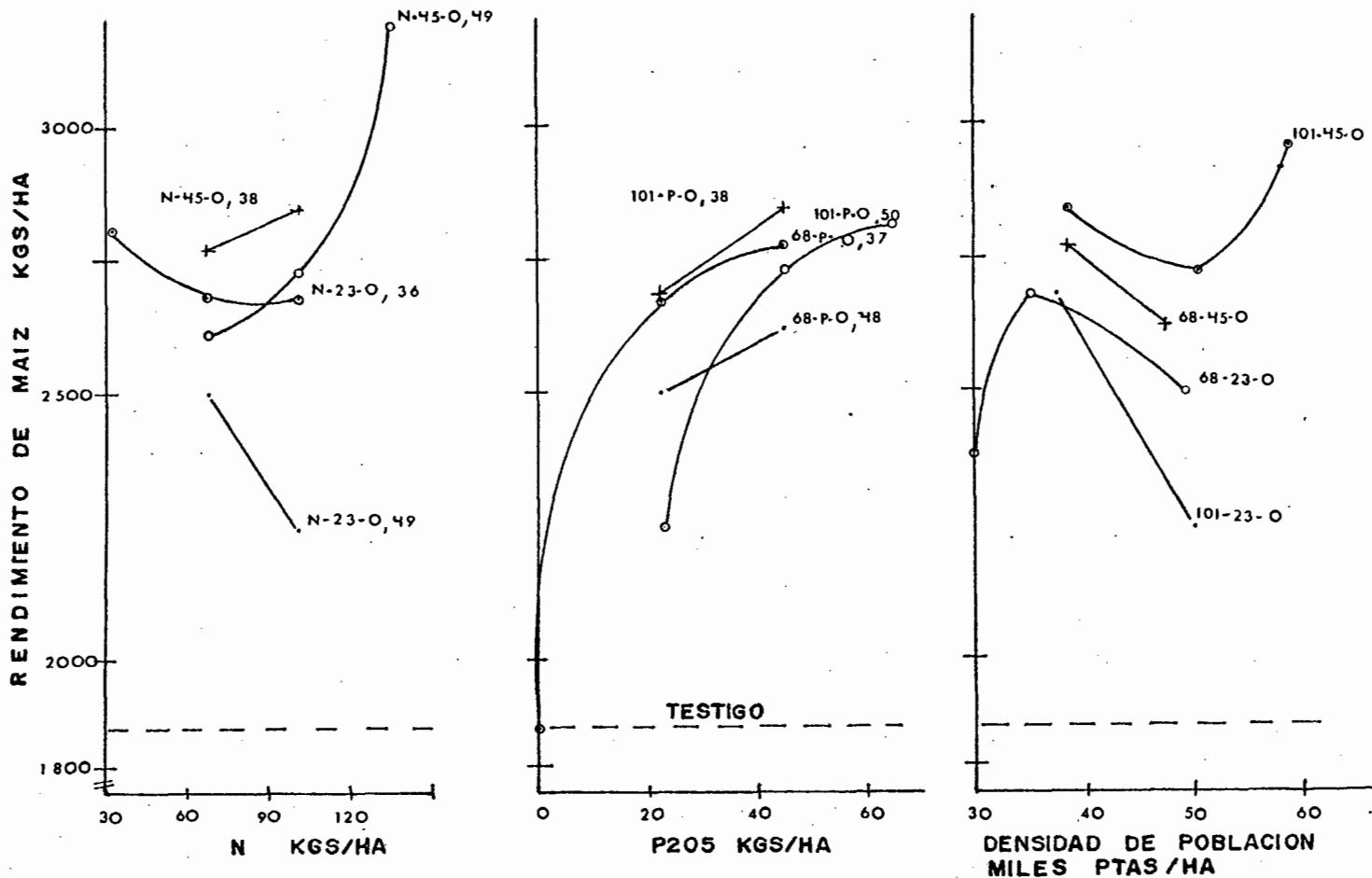


FIG. 8 RESPUESTA A LA APLICACION DE N, P2O5 Y D EN MAIZ DE TEMPORAL EN ARANDAS, JAL. (EXPTO. 5)  
 TOE 98.78-43.90-0, 46,500 PTAS/HA

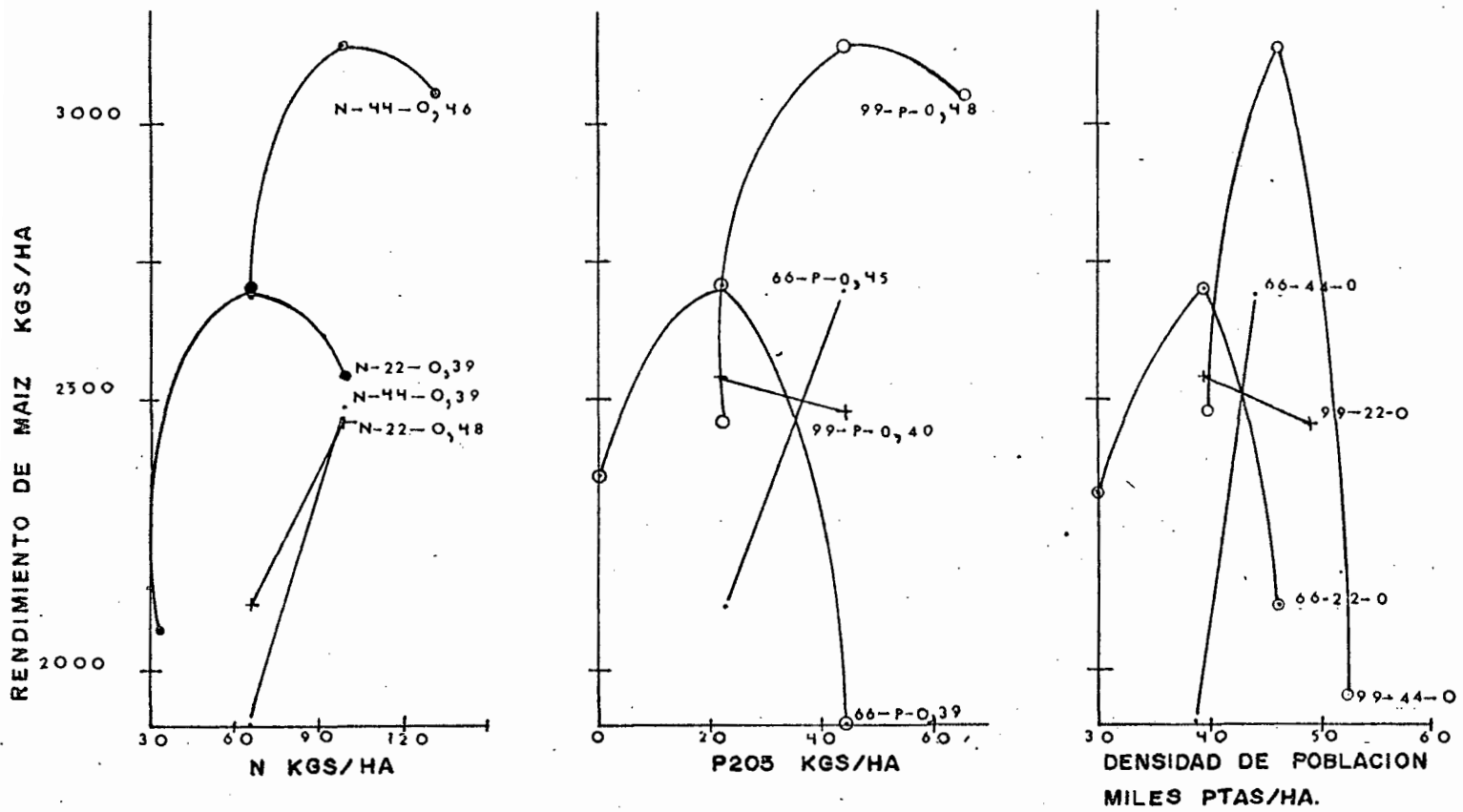


FIG.9 RESPUESTA A LA APLICACION DE N,P2O5 Y D EN MAIZ DE TEMPORAL EN  
 YAHUALICA, JAL. (EXPTO. 6)  
 TOE 67.50-45.0-0,36,850 PTAS/HA.

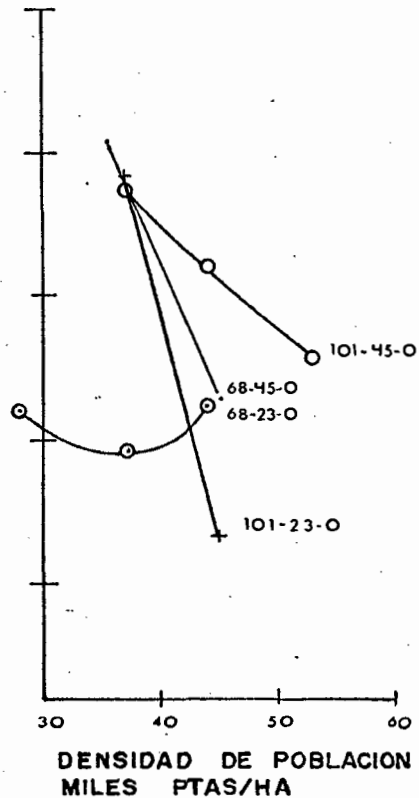
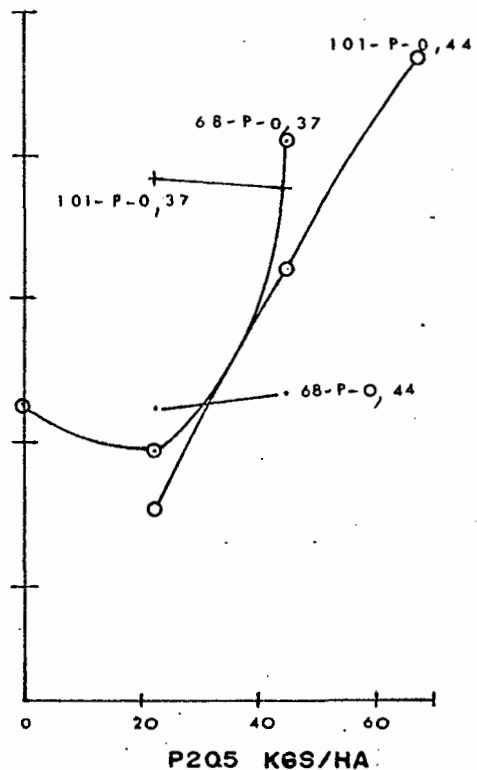
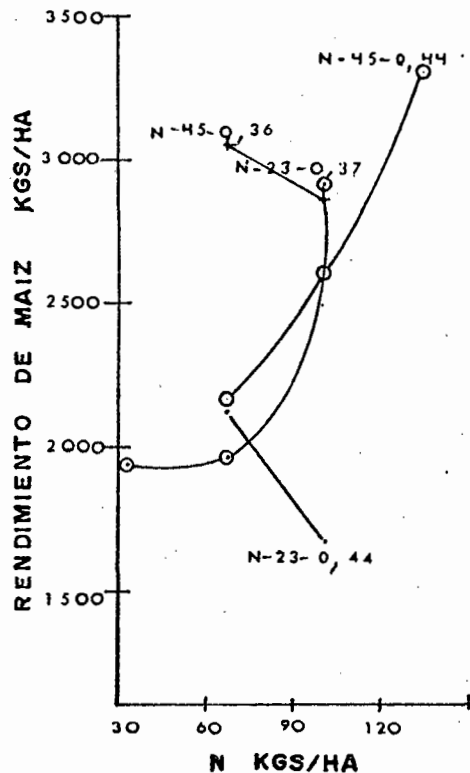
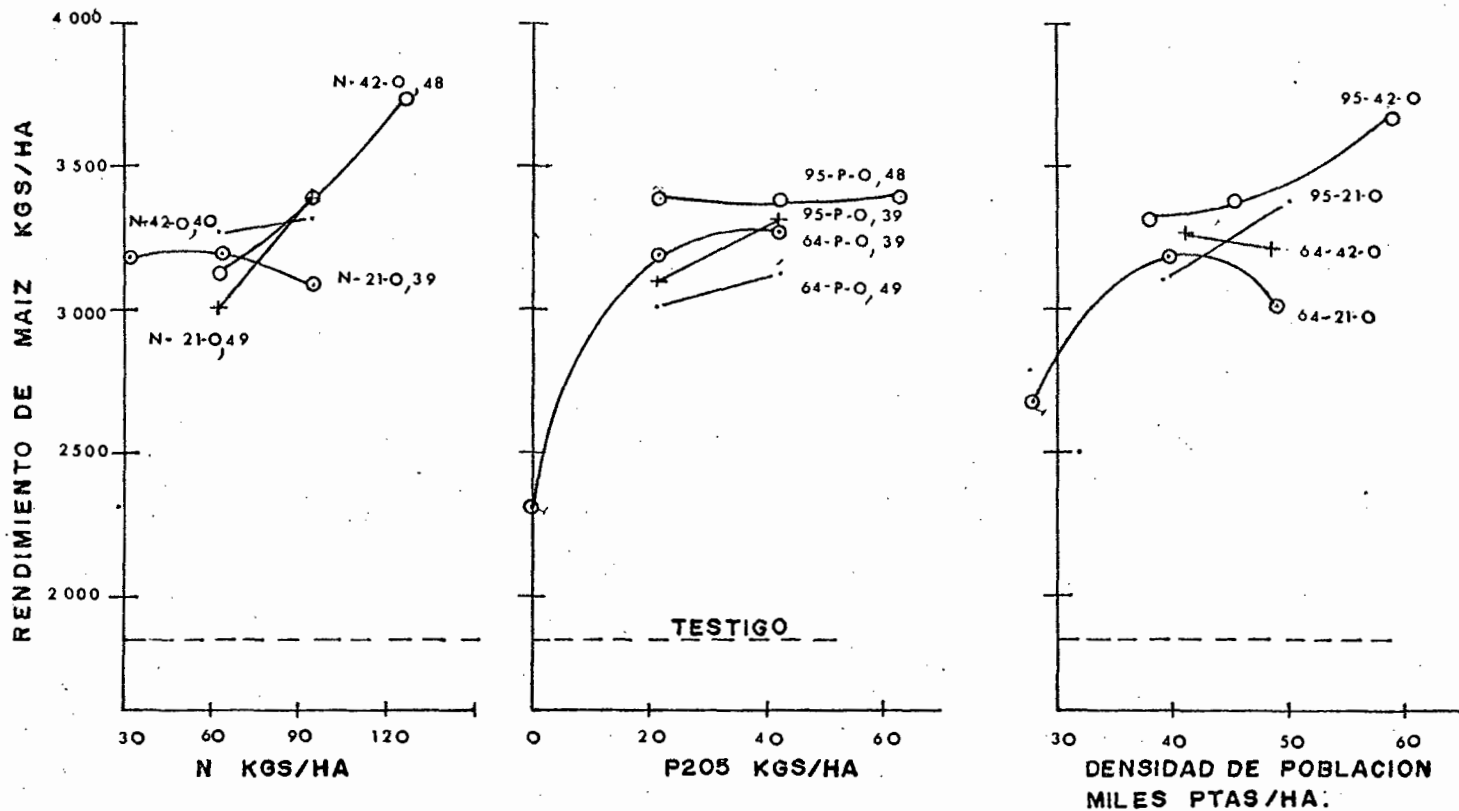


FIG.10 RESPUESTA A LA APLICACION DE N, P2O5 Y D EN MAIZ DE TEMPORAL EN

JESUS MARIA, JAL. (EXPTO. 7)

TOE 95.29.-21.18-0, 50,000 PTAS/HA



CUADRO 19. RECOMENDACIONES DE N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Y DENSIDAD DE POBLACION PARA LOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCION.

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE PRODUCCION.	MUNICIPIO.	RECOMENDACION		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	D.P.
		Kgs/Ha		Miles Ptas/Ha.
Luvisol férrico, plano, limitado en profundidad 850 mm anuales de pp. - Tracción mecánica, sin aplicación de estiércol en los últimos 2 años; - variedad H-309; fertilización en la y 2a escar <u>da</u> .	<u>ACATIC</u>	100	20	50
Luvisol férrico, plano, profundo. 918 mm de pp. Tracción mecánica, sin aplicación de estiércol en los últimos 2 años; - criollo "Argentino"; - fertilización en siem <u>bra y la. esca</u> rd <u>a</u> .	<u>TEPATITLAN</u>	100	20	50
Luvisol férrico, de lo <u>merio</u> . 905 mm de pp. -- Tracción animal; crio <u>llo amarillo "Zamorano"</u> con aplicación de es <u>ti</u> er <u>col</u> en los últimos <u>2 años</u> ; fertilización <u>en siembra y la. esca</u> rd <u>a</u> .	<u>JESUS MARIA</u>	100	20	50
Luvisol férrico, de lo <u>merio</u> , profundo. 800 mm de pp. Tracción ani <u>mal</u> ; criollo "Copos <u>Blancos</u> "; con aplica <u>ca</u> o <u>n</u> .	<u>ARANDAS</u>	100	40	45



CUADRO 19. CONTINUACION...

<p>ción de estiercol en - los últimos 2 años; -- fertilización en siem- bra y la. escarda.</p>				
<p>Luvisol férrico, de lo merio, limitado en pro- fundidad. 860 mm de pp Tracción animal; crio- llo local' (generación- avanzada H-309); sin - aplicación de estier-- col en los últimos 2 - años; fertilización en siembra y la. escarda.</p>	<u>CUQUIO</u>	100	60	50
<p>Regosol éutrico, plano profundo. 875 mm de pp Tracción mecánica, sin aplicación de estier-- col; variedad H-220; - fertilización en siem- bra y la. escarda.</p>	<u>IXTLAHUACAN</u> <u>DEL RIO</u>	135	45	60
<p>Planosol éutrico, de - lomerio, limitado en - profundidad. 715 mm de pp. Tracción mecánica; sin aplicación de es-- tiercol en los últimos 2 años; criollo "Pepti- tillo"; fertilización- en siembra y la. escar- da.</p>	<u>YAHUALICA</u>	70	40	35

## VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1.- En la zona de estudio se pueden incrementar los rendimientos al modificar las cantidades usadas de fertilizantes, de acuerdo a los resultados obtenidos. Así mismo, al optimizar económicamente las recomendaciones se mejoraron las condiciones de productividad, aun cuando otras prácticas no sean modificadas a corto plazo.

2.- La respuesta del maíz a las aplicaciones de N y P variaron conforme el tipo de suelo, el manejo del mismo y la precipitación pluvial. De esta manera, las recomendaciones deberán hacerse para cada sistema productivo representado por los lotes experimentales.

3.- Debido a que las variaciones en la respuesta se presentan de parcela a parcela para llegar a ofrecer recomendaciones a nivel de unidad de explotación será necesario utilizar la capacidad de investigación del propio agricultor.

4.- Otros aspectos del uso de fertilizantes como: la fuente, época y método de aplicación así como, el uso de abonos orgánicos deberán ser estudiados, ya que la respuesta en rendimiento de maíz a la fertilización química varía con estos factores.

5.- Los resultados de la experimentación varían de un año a otro, para obtener recomendaciones sobre tecnología de producción concluyentes se debe muestrear la mayor parte de la variación de la región, por ello se propone seguir experimentando en el uso de fertilizantes.

## IX.-RESUMEN

Los municipios de Acatic, Arandas, Cuquío, Jesús María, Ixtlahuacán del Río, Tepatitlán de Morelos y Yahualica de González Gallo de la región de "Los Altos" del Estado de Jalisco, -- tienen una valiosa participación en la producción de maíz de -- temporal.

La fertilización es uno de los factores que más ha interve~~n~~nido en el aumento de los rendimientos unitarios de éste cultivo, ya que la mayoría de los suelos son deficientes en uno o -- más de los nutrientes esenciales. Los fertilizantes resultan un insumo costoso y limitado en condiciones de temporal, por lo -- que es urgente establecer las dosis óptimas económicas que redi~~n~~tuen al agricultor los mayores beneficios.

En el área de estudio los suelos son de regular fertilidad, los que han mostrado una respuesta positiva a la fertilización tanto experimental como comercialmente. El clima es hasta cierto punto benigno para el cultivo del maíz, aunque se presentan con cierta regularidad heladas tempranas y sequías. El grado de tecnología es medio; en la mayor parte de los predios se apli-- can fertilizantes y el uso de maquinaria agrícola, semilla hí-- bridas y pesticidas no es muy común.

Con el fin de contar con una base experimental para dar re~~n~~comendaciones de fertilización nitrogenada y fosfórica y densidad de población se establecieron siete parcelas de las que se derivaron cinco diferentes recomendaciones, usando el criterio de sistemas de producción.

Se describe la forma de conducción de cada una de las parcelas y la obtención de las D.O.E. de N y P y D.P. para los sistemas de producción representados por las parcelas experimentales.

Del presente trabajo se derivaron las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1.- En la Zona de estudio se pueden incrementar los rendimientos al modificar las cantidades usadas de fertilizantes, de acuerdo a los resultados obtenidos. Así mismo, al optimizar económicamente las recomendaciones se mejoraron las condiciones de productividad, aun cuando otras prácticas no sean modificadas a corto plazo.

2.- La respuesta del maíz a las aplicaciones de N y P variaron conforme el tipo de suelo, el manejo del mismo y la precipitación pluvial, de esta manera, las recomendaciones deberán hacerse para cada sistema productivo representados por los lotes experimentales.

3.- Debido a que las variaciones en la respuesta se presentan de parcela a parcela para llegar a ofrecer recomendaciones a nivel de unidad de explotación será necesario utilizar la capacidad de investigación del propio agricultor.

4.- Otros aspectos del uso de fertilizantes como: La fuente, época y método de aplicación, así como, el uso de abonos orgánicos deberán ser estudiados, ya que la respuesta en rendimiento de maíz a la fertilización química varía con estos factores.

5.- Los resultados de la experimentación varían de un año a otro , para obtener recomendaciones sobre tecnología de producción concluyentes se debe muestrear la mayor parte de la variación de la región, por ello se propone seguir experimentando el uso de fertilizantes.

## X-BIBLIOGRAFIA

- Aldrich R.S. y E.R. Leng. 1974 "Producción Moderna del maíz" -- Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp 85-167
- Alvarado B.A. 1975 "Influencia de algunos factores ambientales en la respuesta del rendimiento del grano de maíz de -- temporal a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y -- densidad de población, en la zona oriental del valle de México". Tesis Ph.D. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México.
- 1970 "Estrategia del desarrollo subregión Tepatitlán |-- Segunda Edición. Departamento de Economía del Estado de Jalisco, Méx.
- 1970 "Estrategia del desarrollo subregión Teocaltiche" 2da. Ed. Departamento de Economía del Estado de Jalisco, Mex.
- 1970 "Estrategia del desarrollo subregión Guadalajara" 2da. Ed. Departamento de Economía del Estado de Jalisco, Méx.
- 1976 "Rendimientos potenciales y necesidades de fertilizantes para el cultivo de Maíz de temporal". Guanos y -- Fertilizantes de México. Boletín No. 69, 70 y 71. Méx.
- 1974 Distribución y probabilidad de la lluvia en la República Mexicana y su evaluación. CETENAL.
- Cajuste L.J. 1976 "Predicción del nivel crítico del fósforo disponible en algunos suelos de temporal para el cultivo -- del Maíz". Memorias IX Congreso Nal. S.M.C.S. En prensa.
- Cortés Flores J.I. 1975. "Diseño de recomendaciones prácticas -- de fertilización y densidad de población en Maíz de tem -- poral para varias condiciones de producción de la sie--

- rra Tarasca" Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Chávez S.A. 1975 Informe anual programa fertilidad de suelos - C.A.E.A.J. C.I.A.B. I.N.I.A. S.A.R.H. No publicado.
- Chena G.R. 1969 Normas para uniformar conceptos sobre los fertilizantes comerciales en México. Memorias IV Congreso -- Nal. S.M.C.S. Tomo I. México pp 105-126.
- Estrada F.E. 1973 Apuntes para la cátedra de Ecología Vegetal - Copia Mimeo-grafiada. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara, Jal. Méx.
- Fassbender H.W. 1975 Química de Suelos. 1era. Ed. I.I.C.A. Turrialba, Costa Rica. pp 221-261.
- Jackson M.L. 1970 Análisis Químico de los Suelos. 2da. Ed. Editorial Omega. Barcelona, España. 1970. p. 190.
- Jacob A. y H. Von Vexküll. 1973 Fertilización. 4ta. Edición. -- Ediciones Euroamericanas, México.
- Laird J.R. 1969 Metodología empleada para estudiar las necesidades de los fertilizantes. Temas selectos de fertilidad de suelos y génesis, morfología y clasificación de suelos. S.M.C.S. México D.F. pp 157-172.
- Laird J.R. y Lizárraga H. 1959 Fertilizantes y población óptima de plantas para Maíz de temporal en Jalisco. Folleto -- técnico No. 35 Oficina de estudios especiales. S.A.G.
- Laird J.R. y J.H. Rodríguez G. 1965 Fertilización en Maíz de -- temporal en regiones de Guanajuato, Michoacán y Jalisco, Folleto técnico No. 50 S.A.G. I.N.I.A. México.
- Martínez G.A. 1963 Algunas notas sobre el uso económico de los fertilizantes. Memorias I Congreso Nal. S.M.C.S. México. pp 101-109.

- Ortíz Monasterio R. 1963 El plan Jalisco, sus realizaciones y - limitaciones. Memorias I Congreso Nal. S.M.C.S. México pp 1-17.
- Ortíz Villanueva B. 1969 Conceptos generales sobre la clasificac*ión* de tierras. Temas selectos de fertilidad de suelos, génesis, morfología y clasificac*ión* de suelos. S.M.C.S. pp 39-77.
- Peregrina R.R. 1969. Distribución General de las respuestas de los cultivos a las aplicaciones de Nitrógeno, fósforo y Potasio en la República Mexicana. Memorias IV Congreso Nal. S.M.C.S. pp 10-33 México.
- Perrin K.R. et al 1976 Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Folleto de información No. 27 -- C.I.M.Y.T. México.
- Puente B.A. y J.T. Pesek 1969 Efectos de la fertilización, propiedades del suelo y clima en el rendimiento del maíz - de temporal en Puebla. Memorias IV Congreso Nal. S.M.C.S. Tomo I México. pp 64-81.
- Rzedowski J. y R. Mc Vaugh. 1966 La vegetación de Nueva Galicia. The University of Michigan Herbarium. U.S.A.
- Sánchez D.N. 1969 Fertilidad y productividad de suelos en Méxi*co*. Memorias I Congreso Nal. S.M.C.S. México pp 89-1000.
- Tisdale S.L. y W.L. Nelson 1970 Fertilidad de los suelos y ferti*lizantes*. 2da. edición. Montander y Simon S.A. Barcelona, España. pp 138-540.
- Thompson 1965 El suelo y su Fertilidad 1era. edición. Editorial Reverté México pp 190-236.
- Turrent F.A. y R.J. Laird 1975 La matriz experimental plan Pue*bla* para ensayos sobre prácticas de producción de - cultivos, Agrociencia No. 19 Chapingo, Méx.
- Turrent F.A., J.T. Pesek y W Fuller, 1964 Relaciones empíricas



entre rendimiento de maíz y algunos factores ambientales en Iowa. Memorias IV Congreso Nal. S.M.C.S. México pp 90-104.

Villalpando I.J.F. 1975 Desarrollo de un método para obtener la ecuación empírica, generalizada del rendimiento de una región agrícola para uso en diagnóstico. Tesis M.C. Chapingo Méx. Colegio de Postgraduados.

Villalpando I. Turrent F.A. y Puente F..1975 Efecto de algunos factores ambientales sobre la respuesta de Maíz de temporal al aplicación de fósforo. VIII Congreso Nal. -- S.M.C.S. México.

Zárate R.R. 1976 Una modificación del método de tres etapas para obtener la ecuación empírica generalizada del rendimiento de Maíz para la región del sur del Istmo de Tehuantepec, Oax. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, -- Chapingo, Méx.