

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE AGRICULTURA



**OPTIMIZACION DE LA D.O.E. DE DENSIDAD DE  
SIEMBRA Y FERTILIZACION EN MAIZ (ZEMAYS)  
VAR. B-15 EN TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.**

## **TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
P R E S E N T A  
EFREN AGUILA RUBIO  
LAS AGUJAS, MPIO. DE ZAPOPAN, JAL., 1986



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Septiembre 12, 1986.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.  
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

EFREN AGUILA RUBIO titulada,

"OPTIMIZACION DE L DENSIDAD DE SIEMBRA Y FERTILIZACION EN MAIZ  
( Zea mays ) L. B15 EN TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la  
misma.

DIRECTOR.

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

ASESOR.

ING. RAMON CEJA RAMIREZ

ASESOR.

DR. ABEL GARCIA VAZQUEZ

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

Esta Tesis fué realizada bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

INGENIERO AGRONOMO (FITOTECNISTA)

CONSEJO PARTICULAR:

Director: Ing. Salvador Mena Munguía

Asesor: Dr. Abel García Vázquez

Asesor: Ing. Ramón Ceja Ramírez.

AGRADECIMIENTOS

ii

A la H. Universidad de Guadalajara, y en especial a su Facultad de Agricultura, por haberme formado profesionalmente dentro de sus aulas.

Al C. Ing. Salvador Mena Munguía, por su valiosa colaboración y consejo que me otorgó, tanto en mi vida como estudiante, como en la elaboración de esta Tesis.

Al C. Dr. Abel García Vázquez, por sus útiles sugerencias en la revisión y corrección del presente trabajo.

Al C. Ing. Ramón Ceja Ramírez, por su auxilio y atención en los trabajos de campo.

Al C.M.C.J. Antonio Zepeda Mora, por su desinteresada ayuda brindada en el presente trabajo.

A mis padres, quienes con su cariño, sacrificio y consejo han alentado mi superación en la vida.

A todas las personas que de una manera u otra intervinieron para mi formación y realización de este trabajo.

## DEDICATORIA

A mi madre: Consuelo, por su amor, dedicación y desvelo.

A mi Padre: Efrén, por su amor y su incansable esfuerzo por lograr darme una carrera profesional.

A mi Esposa: Margarita, con amor y respeto.

A mi Hijo: Victor Efrén, por ser la fuente de mi superación.

A mis Hermanos: Leticia, Cristina, Antonio, Félix, Carmen, Alfredo y Fernando, con mucho cariño.

A mis Familiares y Amigos: Por su apoyo.

A mis Padrinos: Jaime Hernández Tapia y Aida de Hernández, por su sinceridad.

A mis Maestros y Compañeros de estudios.

## INDICE GENERAL

	Pag.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS -----	v
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE -----	vi
I. INTRODUCCION -----	1
II. OBJETIVOS E HIPOTESIS -----	4
III. REV. DE LITERATURA -----	5
3.1 Antecedentes de la matriz plan Puebla I -----	5
3.2 Nutrición vegetal. -----	5
3.2.1. Nitrógeno. -----	7
3.2.2. Fósforo. -----	10
3.2.3. Potasio. -----	13
3.3 Factores que afectan el crecimiento de la planta -----	15
3.4 Antecedentes de fertilización. -----	15
IV. MATERIALES Y METODOS -----	17
4.1. Area de estudio y su tecnología. -----	17
4.2. Metodología de los ensayos de campo -----	21
4.3. Análisis estadístico. -----	28
4.4. Análisis económico. -----	28
V. RESULTADOS Y DISCUSION. -----	33
5.1. Análisis estadístico. -----	34
5.2. Respuesta a nitrógeno. -----	36
5.3. Respuesta a Fósforo. -----	36
5.4. Respuesta a Potasio. -----	38
5.5. Respuesta a densidad de población. -----	38
5.6. Análisis económico. -----	39
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. -----	42
VII. BIBLIOGRAFIA. -----	43
VIII. APENDICE. -----	46

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO N°.		Pag.
1.-	REPRESENTACION GRAFICA DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I PARA TRES FACTORES: Dosis de <u>fer-</u> <u>t</u> ilización nitrogenada, fosfatada y densi dad de población, en el cultivo del maiz. -----	6
2.-	CALCULOS DE SIEMBRA -----	24
3.-	DISTRIBUCION Y SORTEO DE TRATAMIENTOS EN EL PREDIO -----	25
4.-	DISTRIBUCION DE LOS FACTORES EN ESTUDIO DE ACUERDO A LA MATRIZ PLAN PUEBLA I. -----	27
5.-	CALCULO DE COSTOS DE SIEMBRA DE ACUERDO A LA <u>DENSI</u> DAD DE POBLACION. -----	31
6.-	COSTOS UNITARIOS DE NITROGENO Y FOSFORO -----	32
7.-	ANALISIS DE VARIANZA Y CRITERIO DE DESICION. -----	35
8.-	RENDIMIENTOS A HUMEDAD CORREGIDA DE CADA TRATA- MIENTO POR REPETICION. -----	37
9.-	ALGORITMO DE ANALISIS ECONOMICO POR EL METIDO GRA- FICO - ESTADISTICO -----	40
10.-	REPRESENTACION GRAFICA DE LA RESPUESTA DEL MAIZ A LA DOSIFICACION DE FERTILIZANTE FOSFATADO Y <u>DENSI</u> DAD DE POBLACION. -----	41

## INDICE DEL APENDICE

CUADRO  
N°.

1A.	ANALISIS QUIMICO- FISICO DE SUELOS PRACTICADOS AL PREDIO EN QUE SE ENCUENTRA EL EXPERIMENTO.-----	47
2A.	COSTO VARIABLE DE FERTILIZACION PARA CADA TRATAMIE TO, HASTA EL 31 DE ENERO DE 1986 EN LA ZONA DE ESTU DIO. -----	49



## I.- INTRODUCCION

El problema de la alimentación es ya un hecho Mundial, la Teoría de - Malthus (1978) menciona "Mientras que los alimentos se producen aritméticamente, la población crece geoméricamente" es un hecho palpable; las importaciones de alimentos básicos que requieren los países tercermundistas se ven racionalizadas por la escasez de ellos.

Hoy en pleno siglo XX, se ven desastrosas hambrunas como la de Etiopía, provocada por la sequía de ese país, Este es uno de los problemas a los que se encuentra supeditada la agricultura Mundial. En un suelo agrícola (fértil), serán principalmente los factores climáticos los que decidirán si habrá o no producción (alimentos) en determinado tiempo, indistintamente del cultivo que se trate.

Existen en el Mundo grandes superficies o regiones con los factores climáticos bien definidos y la agricultura condicionada a ellos; por lo tanto cualquier alteración de dichos factores afectarán la agricultura de dicha región.

En México existe gran variedad de climas y microclimas debido a las extensas regiones montañosas que imperan en nuestro país y por lo tanto la agricultura está condicionada para cada una de estas regiones de diferente clima. Esta es una "desventaja" que se presenta para nuestra agricultura, sin embargo, a la vez se obtiene una gran variabilidad genética en nuestros cultivos, por ejemplo en el maíz (Zea mays).

El maíz ocupa el tercer lugar en producción Mundial con una superficie aproximada de 109.5 millones de hectáreas, con una producción de 288.9 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 2,638 Kg/Ha.

En México es el cultivo número uno con una superficie de siembra de aproximadamente 8 150 173 hectáreas y una producción de 14 765 760 toneladas y con un rendimiento promedio de 1 811 Kg/Ha.

Los rendimientos de maíz en una región se ven mermados por diversos factores como los siguientes:

- 1.- Factores climáticos adversos al cultivo.
- 2.- Variedad inadecuada para esa región
- 3.- Falta de tecnología en las prácticas de producción, como lo son: - Siembra, fertilización, control de malezas, control de plagas, etc.

Hoy en día la investigación agrícola en México se ha orientado primeramente hacia la generación de tecnología para una mayor productividad de la tierra, por lo que se han logrado algunos avances tecnológicos en materia de productividad de los cultivos básicos, los cuales son importantes para lograr la autosuficiencia alimentaria, pero a su vez, algunos sistemas de cultivos como asociaciones, patrones de cultivo e integración agropecuaria, que en otros tiempos no recibieron una atención adecuada, con el tiempo han aumentado su importancia y por consiguiente su atención para generar las tecnologías pertinentes.

Las líneas de investigación que existen en cuanto a productividad de la tierra podemos citar los siguientes:

- a) Estudios de fertilización.
- b) Rotación de cultivos.
- c) Cultivos múltiples.  
y otros.....

Tales líneas de investigación son fundamentales para definir un sistema de producción.

Todo investigador debe de tener presente que para poder llevar a cabo un trabajo de investigación, se deben considerar varios aspectos:

- a) Selección de sitio experimental.
- b) Muestreo del suelo.
- c) Toma de datos durante el ciclo.

Los cuales ayudarán a realizar una buena interpretación de los resultados.

#### SELECCION DEL SITIO EXPERIMENTAL:

Los sitios experimentales deben estar distribuidos de una manera esquemática, tratando de muestrear los más eficientemente la región de estudio; para la selección del sitio se deben considerar los siguientes criterios:

- I.- Que represente la posición fisiográfica más común de la región.
- II.- Que represente una situación de manejo frecuente en la región.
- III.- Que no se haya muestreado en años anteriores.

#### MUESTREO DEL SUELO:

Es importante y de utilidad, debido a que permite conocer su nivel de fertilidad y determinar sus características físicas y químicas, lo cual ayuda a explicar la respuesta del cultivo a los insumos aplicados.

#### TOMA DE DATOS:

Al describir las condiciones experimentales debemos incluir todo lo que afecte al desarrollo del cultivo, tanto desfavorable como favorablemente.

El presente trabajo se encamina sobre la línea de investigación "Estudios de fertilización y densidad de población" en maíz. La región en estudio es el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

Se optó por elaborar este experimento en dicha región, con la finalidad de dar solución a los problemas que tienen los productores de maíz sobre cuánto fertilizante aplicar y cuántas plantas es la ideal por hectárea.

Se trabajó con el híbrido de maíz B-15 por ser uno de los que más se siembran en la región, como fuentes de nutrientes se utilizaron los fertilizantes, sulfato de amonio, urea y superfosfato de calcio triple, los dos primeros como fuentes de nitrógeno y el último como fuente de fósforo.

Se utilizaron diferentes niveles de fertilización, así como densidades de población, además se aplicó en algunos tratamientos el nutriente potásico para evaluar si existe o no respuesta a él, se usó como fuente de nutrientes el fertilizante cloruro de potasio.

## II.- OBJETIVOS E HIPOTESIS

1.- Desarrollar la primera aproximación tecnológica para encontrar la dosis óptima económica de fertilización; fosfatada y nitrogenada, al igual que la densidad de población para el maíz en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jal.

2.- Evaluar en este cultivo la respuesta a potasio.

3.- Observar el comportamiento del maíz (B-15) ante diferentes niveles de fertilización y densidades de población a partir de los 21 días de sembrado hasta el rendimiento en grano.

4.- Que los resultados obtenidos en este experimento sean de utilidad como antecedentes para la posterior ejecución de experimentos en esta región.

En el presente trabajo se parte de la siguiente Hipótesis y supuestos planteados:

HIPOTESIS..... El rendimiento de maíz (grano), se encuentra supeditado a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, fosfatados, potásicos, el igual -- que a la densidad de población.

SUPUESTOS..... 1.- Los espacios de exploración utilizados para nitrógeno, - fósforo y densidad, suprime las deficiencias de estos factores y además la - dosis óptima de los mismos se encuentra dentro de ese espacio.

2.- El sitio experimental instalado capta la mayor variación ambiental que se presenta en la región.

3.- El genotipo del maíz empleado en el experimento está bien establecido o adaptado a esas condiciones climáticas y edáficas.

### III.- REVISION DE LITERATURA

#### 3.1.- ANTECEDENTES DE LA MATRIZ PLANTA PUEBLA I.

En años recientes se ha adoptado por el método agronómico matemático,- en sustitución al agronómico-baconiano para la interpretación de resultados de experimentos en agricultura.

El método agronómico-matemático permite la interacción estimada y se tiene mayor precisión en las recomendaciones dentro de este tenemos las matrices San Cristobal, plan Puebla I, II, Puebla, le dan flexibilidad al método matemático debido a que permiten la interpretación gráfica además de la matemática.

Turrent y Laird (1975) propusieron la matriz Plan Puebla I por la ventaja de su interpretación gráfica. Entre factores modificables que propone Turrent para la definición del agrosistema son:

La dosis de fertilización nitrogenada, fosfórica y la densidad de población.

#### RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I

Cuando los resultados solo habrán de analizarse gráficamente, la matriz Plan Puebla I es la que resulta más atractiva por su facilidad de manejo. La menor eficiencia de esta matriz en cuanto al sesgo, al compararse con otras matrices (I y II), no resulta una limitación cuando la Dosis Optima Económica se resuelva gráficamente. Esto se puede asegurar por que son los mismos puntos observados los que sugieren el trazo de la función de respuesta.

También esta matriz resulta ventajosa cuando el investigador precisa observar el valor CERO de fertilizante, como en los estudios de calibración del método químico, en tal caso el investigador puede preferir esta propiedad de la matriz aún cuando reconozca su limitación en cuanto al sesgo.

Representación gráfica en la figural.

#### 3.2.- NUTRICION VEGETAL:

Rodríguez, A. (1965) menciona que casi todos los cultivos necesitan los mismos elementos minerales para su oportuno desarrollo y producción, aunque en distintas proporciones.

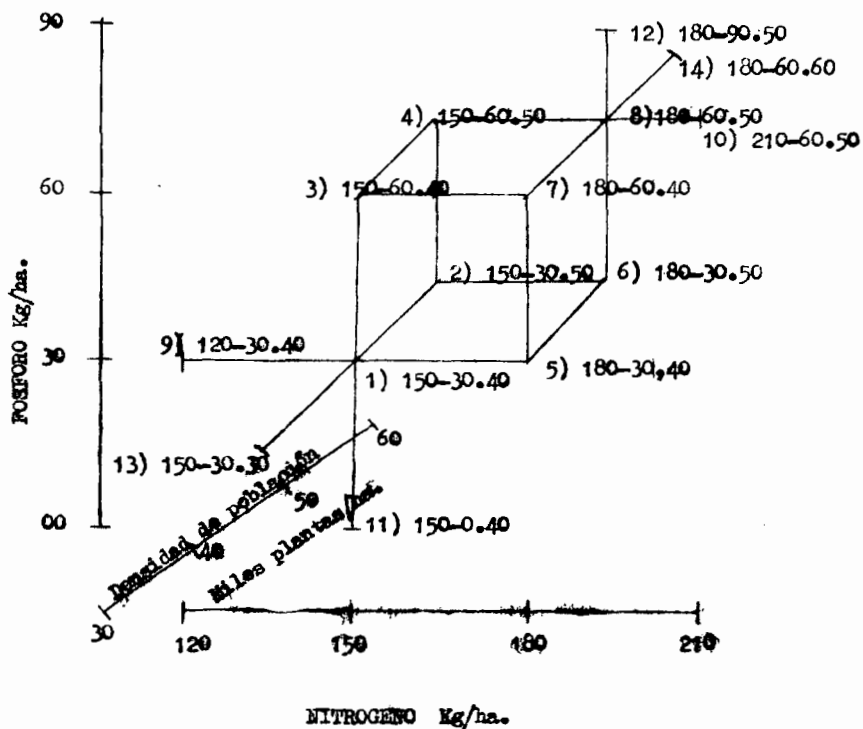
Tales elementos son:

1.- Carbono, Hidrógeno, Oxígeno.

Elementos que la planta los absorbe del aire y del agua.

2.- Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre.

FIGURA 1.- REPRESENTACION GRAFICA.



" Representación gráfica de la matriz Plan Puebla I, para tres factores: Dosis de fertilización nitrogenada, fosfatada y densidad de población, en el cultivo del maíz.

A este grupo se les conoce con el nombre de macroelementos o elementos mayores, puesto que la planta los requiere en mayor cantidad.

3.- Boro, Cobre, Hierro, Manganeseo, Molibdeno, Cloro y Zinc.

A estos elementos se les llama microelemento o elementos menores, por la baja cantidad en que son requeridas por la planta, en relación con los grupos 2.

### 3.2.1.- NITROGENO

El nitrógeno es el nutrimento económicamente más importante, por la frecuencia en que se encuentra como limitante en los cultivos de México y de la mayoría de los países de Mundo. El colúmen de fertilizantes nitrogenados consumidos para corregir dicha deficiencia en los suelos de México, supera con mucho a los fertilizantes fosfatados o potásicos.

El nitrógeno es absorbido por las plantas en forma de nitratos, amonio, a moléculas orgánicas de bajo peso molecular, como son: urea, aminos o aminoácidos de cadena corta.

#### FUENTES DE NITROGENO APROVECHABLE.

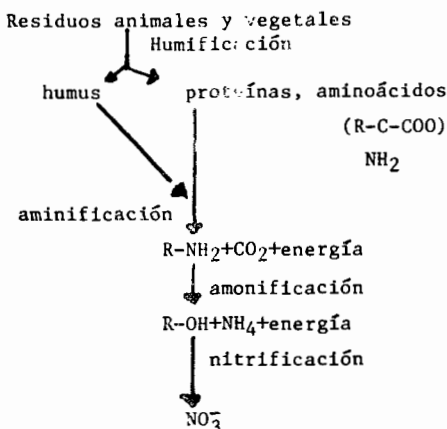
a) precipitación pluvial.- el agua de lluvia contiene nitrógeno en forma aprovechable procedente de diferentes fuentes. Puede contener óxido de nitrógeno o nitrato sintetizados por las descargas eléctricas o como productos de la contaminación ambiental. Puede contener amonio y nitrógeno orgánico por contaminación con el polvo atmosférico. La cantidad de nitrógeno incorporado al suelo a través de agua de lluvia, se estima entre 1 y 50 Kg/ha/año. los valores más altos corresponden a las áreas industriales y a las zonas tropicales en que son frecuentes las tormentas eléctricas.

b) Mineralización de la materia orgánica.- normalmente del 97% al 99% de nitrógeno del suelo se encuentra en formas orgánicas muy complejas, por ello la materia orgánica al mineralizarse, libera nutrimentos entre ellos nitrógeno, responsable de la alta correlación comunmente encontrada entre el contenido de materia orgánica del suelo y su fertilidad.

Agboola y Corey (1973) calcularon los coeficientes de correlación simple y múltiple entre PH, materia orgánica, fósforo aprovechable y potasio, calcio y magnesio intercambiables en el suelo, contra 9 elementos en el tejido vegetal del maíz muestreado en Nigeria.

La materia orgánica jugó un importante papel, de tal manera que la mayoría de los nutrimentos del suelo estuvieron directamente correlacionados con la cantidad de materia orgánica presente en el mismo. Por consiguiente la concentración, velocidad de liberación y la cantidad de macro y microelementos absorbidos por el maíz dependieron del nivel de materia orgánica en el suelo.

ESQUEMA DE PROCESO DE DESCOMPOSICION DE LOS COMPUESTOS NITROGENADOS DE LA MA  
TERIA ORGANICA EN LOS SUELOS.



Una buena parte de la materia orgánica del suelo la pueden constituir los propios microorganismos presentes en él por ello su destrucción temporal mineralizará los nutrientes contenidos en ellos y elevará la fertilidad del suelo.

#### RELACION CARBONO NITROGENO

En términos generales, puede decirse que si la relación C/N es mayor de 30, no hay una liberación inmediata de nitrógeno aprovechable en el suelo, - por el contrario, si dicha relación es menor de 20, algo de nitrógeno se mineraliza quedando disponible para las plantas.

Partiendo de la generalización de que los residuos orgánicos incorporados al suelo contienen alrededor de 40% de carbono; que un 35% de ese carbono pasará a formar parte del humus y finalmente que la relación C/N en humus es alrededor de 10:1 puede calcularse la cantidad de nitrógeno que se liberará - al incorporar en el suelo residuos orgánicos de concentración conocida de nitrógeno.

Aldrich, D.R. (1974) recalca que la diferencia que existe entre los mejores productores promedio de una comunidad, con frecuencia puede medirse en función de los tipos y cantidades de fertilizantes que aplican.

Los agrónomos han demostrado que en casi todos los casos los nutrimentos vegetales penetran a través de las raíces de las plantas en la misma forra química, ya provengan de fertilizantes sólidos o líquidos, de estiércol o de residuos vegetales.



El maíz absorbe casi todo el nitrógeno en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Pero el nitrato solo puede almacenarse en el suelo en pequeñas cantidades a causa de la lixiviación y la desnitrificación.

c) Fijación de nitrógeno atmosférico por organismos simbióticos.- la simbiosis puede ocurrir en casi todas las leguminosas, aunque plantas de otras familias son también capaces de exhibir dicho fenómeno (Betulaceae, - Eleagnaceae, Coriariaceae, Rhamnaceae, Casuarinaceae). *Rhizobium* es la bacteria involucrada en la simbiosis con las elguminosas; ella fija nitrógeno admosférico cediéndolo a la planta y en cambio recibe carbono orgánico fijado por la planta mediante la fotosíntesis.

d) Fijación de N atmosférico por microorganismos bajo simbiosis asociativa.- la cantidad de nitrógeno fijado en estas asociaciones se estima que es de hasta 100 Kg/Ha/año, pero todavía no se dispone de datos obtenidos de mediciones hechas in situ por periodos largos de tiempo.

Hardy y Havelka (1975) mencionan que en el inicio del decenio de e960 se observó una simbiosis asociativa fijadora de nitrógeno atmosférico, en la rizosfera entre un zacate tropical, *Paspalum notatum*, y una bacteria fijadora de N de vida libre, *Azotobacter paspalum*.

Más recientemente se ha identificado una simbiosis asociativa entre *Digitaria decumbens* y *Spirillum lipoferum*.

e) Fijación de N atmosférico por organismos no simbióticos.- los organismos más importantes, capaces para llevar a cabo este tipo de fijación, son los siguientes:

Bacterias: *Clostridium*, *Azotobacter*, *Rhodospirillum*, *Beijinckia*, *Radio-bacter*.

Hongos: Género *Trama*.

Algas: Cianofíceas de las familias *Nostocaceae* y *Oscillatoriaceae*.

La cantidad de N atmosférico fijado por organismos involucrados no simbióticos, oscila entre 5 y 50 Kg/Ha/año, variando según condiciones y el tipo de organismos involucrados.

f) Fijación artificial de N atmosférico.- se trata de la síntesis de fertilizantes químicos nitrogenados, cuyo uso se ha popularizado bastante en los últimos años.

#### PERDIDAS DE NITROGENO ASIMILABLE DEL SUELO:

- a) Absorción por las plantas superiores
- b) Erosión
- c) Lixiviación
- d) Inmovilización microbiológica de nitrógeno
- e) Fijación química de nitrógeno aprovechable
- f) la fracción orgánica de los suelos puede fijar cantidades considerables de amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) formando compuestos de resistencia extraordinaria a la descomposición.

- g) Volatilización del nitrógeno.- bajo condiciones especiales el nitrógeno puede volatilizarse en forma de nitrógeno elemental y de óxido nitroso o nítrico.

El nitrógeno amoniacal puede perderse en forma de amoniaco. Los mecanismos de volatilización de nitrógeno pueden ser biológicos o químicos.

### 3.2.2.- FOSFORO

Tisdale, S.L. (1975) menciona que el fósforo en la agricultura es sólo superado por el nitrógeno en cuanto a frecuencia y magnitud de su deficiencia así como a volúmenes de fertilizantes empleados para corregirla.

El fósforo se encuentra en el suelo en forma orgánica e inorgánica. El fósforo inorgánico del suelo se encuentra en tres formas: a) como constituyente de minerales fosfatados, b) Absorbidos a la fracción mineral u orgánica - del suelo y c) en solución:

La naturaleza de los minerales fosfatados predominantes en un suelo depende principalmente del pH del propio suelo.

En los suelos neutros o alcalinos la mayor proporción del fosfato se encuentra asociado con calcio.

En los suelos ácidos el fósforo se encuentra normalmente asociado al aluminio o al hierro.

#### FOSFORO ORGANICO DEL SUELO

Anderson y Hance (1963) explica que el fósforo orgánico representa entre el 20 y el 80% del total del fósforo presente en el suelo y se encuentra practicamente ausente de la solución del mismo. Las forma orgánicas del fósforo hasta ahora descritas son:

- 1.- Fosfatos de inositol, que son de las más abundantes representando del 12 al 30% de fósforo total del suelo.
- 2.- Acidos nucleicos
- 3.- Fosfolípidos

Posiblemente existen formas de fósforo orgánico de bajo peso molecular que se encuentran asociados a otros compuestos orgánicos, por lo que no han podido ser aisladas e identificadas.

Tisdale y Nelson (1975) recalcan que el fósforo orgánico requiere de mineralización para pasar a formas aprovechables por las plantas. Esta mineralización está influenciada por la temperatura, la aereación, la naturaleza del material orgánico y la relación C/P. Si la relación C/P es igual o menor de 200 es de esperarse la mineralización del fósforo orgánico durante la descomposición de la materia orgánica; si por el contrario, dicha relación es igual o mayor de 300, ocurrirá una inmovilización del fósforo inorgánico durante el mismo proceso.

## FACTORES QUE AFECTAN LA APROVECHABILIDAD DEL FOSFORO

a) Reacción (pH) del suelo.- La naturaleza de las reacciones de los fosfatos en el suelo depende de la reacción y composición del mismo.

Pelletier, C.P. (1969) menciona que la aprovechabilidad del fósforo en los suelos es:

<u>pH</u>	<u>Disponibilidad</u>
Ligeramente ácido	Máxima
Acido	Regular
Alcalino	Mínima

b) Tipo de arcilla.- Mientras más cristalino es el material arcilloso, menor es su capacidad de fijación de fósforo.

c) Materia orgánica.- Los resultados experimentales conducen a la conclusión de que los abonos orgánicos aumentan la aprovechabilidad del fósforo.

Fassbender (1968) encontró para 14 suelos de Costa Rica que la retención de fósforo siguió al orden decreciente:

Andosales  
Latosoles  
Aluviales

y que la retención correlacionó significativamente con el contenido de materia orgánica y de sesquióxidos libres en los suelos.

d) Grado de saturación con fósforo.- Las adiciones progresivas de fertilizantes fosfatados a un suelo, empiezan a saturar su capacidad de fijación - fósforo, fijando cada vez más lentamente y en menor proporción el fósforo agregado.

e) Tiempo de reacción.- Al paso de tiempo, el fertilizante fosfatado - - agregado a un suelo capaz de fijarlo, va pasando a formas cada vez más estables que lo hacen menor aprovechable.

f) Temperatura.- En general se observa una mayor fijación de fósforo en el suelo de climas cálidos, puede sin embargo tratarse de un efecto indirecto, ya que en esos suelos generalmente predominan las arcillas con alta capacidad de fijación de fósforo.

g) Características del fertilizante y del método de aplicación.- Tratán dose de fertilizantes fosfatados de alta solubilidad generalmente se logra una mayor eficiencia aplicandolos en banda y granulados ya que en esa forma se reduce su superficie de contacto con el suelo.

Sin embargo los fertilizante de baja solubilidad son más eficientes aplicados al voleo y finamente molidos.

h) Factores bióticos.- El uso de inóculos de f. sfobacterinas (*Bacillus-magaterium* var. fosfatocim) puede favorecer la asimilación del fósforo, ya que estas bacterias disuelven fosfatos minerales como hidroxapatita y descomponen los glicerofosfatos. En Rusia han reportado incrementos en el rendimiento de - alrededor de 10% al usar estos inóculos.

i) Naturaleza del catión acompañante.- La solubilidad de los fosfatos - decrece con el siguiente orden de los cationes compañantes: Na K Mg Ca Mn Al - Fe.

#### FOSFORO EN EL MAIZ

Aldrich, S.R. (1974) considera que aunque la cantidad de fósforo en el - suelo y en la planta de maíz es baja en comparación en el nitrógeno y el potasio, aquel es un elemento importante para la nutrición del maíz.

El fósforo no esta sometido a pérdidas por lixiviación en el suelo, aun- que durante el primer año, el cultivo no suele obtener más de 15 a 20% del fos- foro aplicado con el fertilizante.

Si va a aparecer una deficiencia de fósforo en el maíz, casi siempre se podrá de manifiesto antes que las plantas alcancen una altura aproximada de 60 cms., por las siguientes razones:

1.- Con un crecimiento normal, las plantas jóvenes necesitan un mayor - porcentaje de fósforo en sus tejidos que el que precisarán más tarde en su desarrollo.

2.- La capacidad del sistema radicular joven para absorber fósforo no al- canza para satisfacer las necesidades de la planta.

3.- En suelos que se encuentran frios en el momento de la siembra e inme- diatamente puede ocurrir que el fósforo esté en una forma menos asimilable, - (debido a una liberación inadecuada de las formas orgánicas) o que las raices no puedan absorberlo tan bien como posteriormente.

El fósforo es de todos los nutrientes principales el que tiene menor mo- vilidad ya que en las primeras horas o días de su aplicación una parte del fós- foro soluble se aleja del grano probablemente a una distancia de 2.5 a 4 cms.

A partir de este momento, la movilidad es practicamente nula. La acidez y la alcalinidad del suelo afectan la disponibilidad del fósforo.

Pelletier, C.P. (1969) indica que el fósforo de los suelos casi exclusi- vamente se pierde por la extracción que hacen las cosechas.

<u>Factores</u>	<u>Cantidad</u>
a) Por percolación	10 a 20%
b) Por cosechas	20 a 30%
c) Por retrogradación	80 a 90%

### 3.2.3.- POTASIO

Ramírez y Laird (1964) mencionan que el potasio es requerido por las plantas en altas dosis, llegando a alcanzar concentraciones del 6 al 8% en el tejido vegetal.

En el crecimiento vegetativo de las plantas puede presentarse una deficiencia de este elemento si la concentración en sus tejidos es inferior al 3%.

La mayoría de los suelos de México se encuentran bien abastecidos de este nutrimento, bien sea por estar ubicados en zonas áridas que no favorecen su lixiviación o bien por estar influenciados por actividad volcánica que depositó en ellos cenizas ricas en potasio. No obstante se han encontrado reservas esporádicas a fertilizantes potásicos en ensayos establecidos en las diferentes zonas agrícolas del país.

El cultivo de papa en León, Gto., respondió favorablemente a las aplicaciones de potasio en suelos que habían recibido cantidades reducidas de estiércol; en cambio las adiciones de potasio ocasionaron ligeras reducciones en el rendimiento en aquellos suelos fuertemente estercolados en años anteriores. La fertilización potásica es una práctica usual con el tabaco en Nayarit, con el tomate en Sinaloa y con la caña de azúcar en Veracruz.

Roy (1978) reporta que el incremento en el uso de fertilizantes nitrogenados y fosfatados, así como la siembra de cultivos más exigentes, ha hecho necesaria la fertilización potásica en terrenos tradicionalmente considerados como bien abastecidos de este nutrimento en varios países como la India, Inglaterra e Israel.

#### FORMAS DE POTASIO EN EL SUELO.

Aunque el contenido total de potasio del suelo no correlaciona con el potasio absorbido por las plantas, representa una disponibilidad potencial.

Desde el punto de vista de su aprovechabilidad para las plantas, el potasio puede clasificarse en tres formas:

- 1.- Potasio no aprovechable.- Constituido por el potasio estructural que forma parte del retículo cristalino de minerales primarios y secundarios. Representa el 90 hasta 98% del potasio total del suelo y aunque no es directamente aprovechable, constituye una reserva liberable mediante aprovechable, constituye una reserva liberable mediante la intemperización.
- 2.- Potasio lentamente aprovechable.- Representa el 1 al 10% del total y se considera en esta categoría al espacio fijado en los espacios intermicelares de arcillas tipo 2:1 como illita, vermiculita y montmorillonita ocurre solo mediante humedecimiento y secado alternativo, pero en vermiculita -- puede ocurrir en forma espontánea.
- 3.- Potasio fácilmente aprovechable.- Esta categoría la constituye el potasio hidrosoluble y el intercambiable y representa solo del 1 al 2% del total. El tratamiento previo dado a una muestra de suelo, puede afectar a la cantidad de este elemento encontrado como intercambiable.

El secado enérgico de la muestra conduce a una subestimación del potasio intercambiable si el suelo es rico en este elemento: si es pobre, lo sobreestima.

El potasio hidrosoluble y el presente en la materia orgánica del suelo - representa una fracción muy pequeña del total.

Black, C.A. (1968) reporta que una concentración de solo 0.01 ppm en una solución nutritiva es suficiente para las plantas si se les mantiene constante esta concentración.

#### DINAMICA DEL POTASIO APROVECHABLE EN EL SUELO.

El potasio aprovechable presenta en el suelo bien sea por la solubilidad de minerales potásicos o procedentes de la materia orgánica o de la aplicación de fertilizantes, puede sustraerse de la zona de las raíces por cuatro diferentes procesos principales:

1.- Absorción por las plantas.- La absorción de potasio por las plantas es proporcional a su contenido en forma aprovechable en el suelo, aún a concentraciones muy superiores a las requeridas para el máximo rendimiento, lo que en este caso último origina su acumulación en los tejidos, fenómeno conocido como "consumo superfluo".

Kafkafi et al (1978) señala que la máxima acumulación de potasio en un cultivo anual ocurre durante la floración.

Después puede ocurrir un retorno de cantidades importantes de potasio de la planta al suelo.

Núñez, E., R. (1961) juzga que el potasio interactúa en la absorción de otros elementos; tal es el caso de la interacción potasio-calcio. Los excesos de potasio reducen la absorción de potasio, ya que aquel es un cofactor en la utilización del complejo K-Transportador. Sintetizado en el proceso de absorción activa del potasio. Existe un antagonismo potasio-magnesio similar al encontrado entre potasio-calcio.

Si el boro es limitante en el suelo, fuertes adiciones de potasio inducen una mayor deficiencia de aquel elemento; sin embargo, este antagonismo no ocurre si hay suficiente boro en el suelo.

Rodríguez (1964) infiere en que el sodio puede sustituir parcial pero - no totalmente al potasio en algunas plantas, especialmente si el potasio se encuentra en el suelo en concentraciones inferiores al óptimo.

2.- Lixiviación.- La pérdida de potasio a capas inferiores del perfil - del suelo, fuera del alcance de las raíces, es un fenómeno especialmente importante en suelos arenosos, altamente permeables de regiones lluviosas.

3.- Fijación.- La fijación del potasio ocurre cuando el suelo contiene aquellas arcillas capaces de permitir este fenómeno. No se trata de una pérdida definitiva, sino de una transición que en el caso de alto riesgo de - lixiviación puede constituir una forma de prolongar el efecto residual de - este elemento en el suelo. La fijación del potasio en las arcillas puede minimizarse al reducir la superficie de contacto entre el fertilizante y el - suelo mediante aplicaciones en banda.

4.- Erosión.- Las pérdidas de potasio por erosión son importantes cuando los estratos subyacentes contienen menores cantidades de este elemento, como ocurre en numerosos suelos de nuestro país.

### 3.3.- FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA

Los factores que afectan el crecimiento del vegetal y consecuentemente los rendimientos de los cultivos, pueden derivarse de las características mismas de la planta (factor genético) o bien de las condiciones del medio en que la planta se desarrolla (factores ecológicos).

No puede estudiarse, sin embargo, estos factores aisladamente ya que están íntimamente relacionados. Se dan a continuación ejemplos de interacciones entre la planta y el medio:

a) Interacción variedad X humedad.- Las plantas requieren para su desarrollo de cierta cantidad de agua, que si no se le abastece en el tiempo y cantidad requeridos; baja el rendimiento del cultivo e inclusive hasta ocasionar una pérdida total de él. Este problema es muy común en las zonas agrícolas temporales.

b) interacción variedad X temperatura.- La resistencia a los cambios de temperatura es una característica genética que algunos cultivos poseen.

c) Interacción variedad X fertilidad del suelo.- Borlaugh (1969) observó que la dosis óptima económica de nitrógeno para la variedad de trigo de tallo largo C-306 tradicional en la India, es de unos 90 Kg de N/ha., con lo que se obtienen unas 4 tons. de grano/ha. Dosis mayores no elevaban el rendimiento. Al introducirse la variedad Sonora 64, de tallo corto y mayor potencial de rendimiento, la dosis óptima económica se elevó hasta unos 150 Kg. de N/ha. con rendimientos de 6.5 Ton/ha.

d) Interacción temperatura X fertilización,- Trierweiler (1971) reportó datos de que las plantas de maíz de 9 días de edad y 9 cms. de altura sufrieron una helada de 25° F., 96% de las plantulas no fertilizadas fueron dañadas; en cambio solamente 20% de las plantulas fertilizadas se dañaron.

El contenido de sales minerales fue estadísticamente igual en plantas fertilizadas y las no fertilizadas, se atribuye a un posible mayor contenido de aminoácidos libres, azúcares, etc., que pudo abatir el punto de congelación.

### 3.4.- ANTECEDENTES DE FERTILIZACION

Laird (1967) indica que el primer trabajo realizado bajo el enfoque de agrosistemas, se llevó a cabo en el Valle de Yaqui, Sonora, durante el ciclo 1955-1956, con un estudio sobre fertilización en trigo (*Triticum aestivum*).

Navarro (1981) establece que en la región de tierra caliente, Guerrero, el maíz muestra alta respuesta a la fertilización, donde la variedad V-524 fue superior al criollo sapo, y la precipitación, tipo de suelo son factores de importancia que afectan la respuesta del cultivo en las épocas de aplicación de los fertilizantes. La mejor respuesta para densidades de - -

45 000 plantas/ha, para maíces de porte normal y de 50 000 a 70 000 plantas/ha, para maíces de porte bajo, pero no hubo respuesta a la aplicación de potasio.

Rivera et al (1974) encontró que en experimentos realizados en Mascota, Jal., hubo respuestas a la aplicación de fertilizantes en el cultivo del maíz a la cantidad de 80 Kg de N/ha., y para las aplicaciones de fósforo no hubo respuesta, inclusive, hubo abatimiento en el rendimiento cuando se aplicó ésta; sin embargo mencionan que a dosis elevadas de nitrógeno (160 Kg/ha) existió aumento en el rendimiento al fertilizar con fosfatados.

Reyes et al (1975) concluye en base a trabajos realizados en la Mixteca de Cárdenas, Tabasco, que el rendimiento de maíz sin fertilizar fué de 527-Kg/ha., y que el rendimiento se elevó a 2 568 Kg/ha., con la aplicación de el tratamiento 60-60 49 000 (Kg., de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y plantas por hectárea respectivamente), pero no tuvieron respuesta a la fertilización potásica.

Rodríguez et al (1975) realizaron experimentos de D.O.E., y densidad de población para maíz en Cd. Alemán, Tamaulipas, para determinar su comportamiento diferentes niveles de fertilización; encontraron que las respuestas variaron de 40 a 120 Kg.; de N/ha., y de 0 a 40 Kg., de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha., la respuesta para densidad estuvo entre 45 000 y 50 000 plantas/ha., la respuesta a la aplicación de potasio fué negativa ya que disminuyó la producción con la aplicación de este.

Esparza (1980) encontró en Nochixtlán, Oaxaca, como dosis óptima económica para capital limitado (DOECL), el tratamiento de fertilización 80-20-00 y la densidad de población 40 000 plantas/ha., en un trabajo realizado en sue los profundos del valle en la localidad de Chachoapan.

Pérez (1978) encontró que el maíz palomero se adapta fácilmente a las condiciones climáticas y edáficas de Zapopan, Jalisco, la variedad "compuesto" fué de las que rindieron mejor; respondió con un tratamiento de fertilización de 120-40-00 y una población de 50 000 plantas/ha.

Barajas (1982) concluye que en la región de Canuto A. Neri., del Estado de Guerrero, las mejores respuestas observadas fueron de 100 a 130 Kg. de N/ha., variando en fósforo de 30 a 90 Kg/ha., con una densidad de población de 55 000 plantas/ha.

Laird (1965) trabajó en el Bajío durante los años de 1962 a 1965, sobre fertilización en maíz de temporal, definió que los factores suelo y clima eran los que afectaban la producción de maíz y en base a ellos, planteó como hipótesis de trabajo que: la textura, la profundidad del suelo, la pendiente del terreno y la precipitación afectan la respuesta del maíz a la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosfatados. Con los resultados obtenidos, efectuó recomendaciones de fertilizantes para 16 agrosistemas de producción que se definieron en función a la precipitación media, la textura y la profundidad del suelo.



## IV.- MATERIALES Y METODOS

## 4.1.- AREA DE ESTUDIO Y SU TECNOLOGIA

## 4.1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA.

Tlajomulco de Zúñiga se localiza en la región y la longitud oeste  $103^{\circ}37'$  del meridiano de Greenwich. (Departamento de Hidrometría, estación Tlajomulco, 1986).

La altitud a la que se encuentra la zona meridiano de estudio es de -- 1 650 msnm.

La topografía es un tanto irregular, predominando en su mayoría altitudes entre 1 600 y 2 100 m.s.n.m., con excepción de sus partes Noroeste y Oeste, en donde varían entre 900 y 1 600 m.s.n.m. aunque en algunas pequeñas porciones de la región Sur y en la Noreste, sobresalen algunas altitudes hasta de 2 800 m.s.n.m. (Clasificación del Departamento de Economía del Estado de Jalisco).

## 4.1.2.- DELIMITACION

Tlajomulco colinda con un total de 7 municipios: al Norte con Tlaquepaque y Zapopan, al oriente con el Salto, al Sureste Ixtlahuacán de los Membrillos, al Sur Jocotepec, al poniente con Acatlán de Juárez y al Noroeste con Tala. (Cartas topográficas de la Secretaría de la Defensa).

## 4.1.3.- EXTENSION

Cuenta con un área de 639.93 Km<sup>2</sup>, cifra cuadragésimo segundo lugar en la clasificación municipal en cuanto a extensión se refiere. La densidad de población para 1977 fué de 67.79 habitantes/Km<sup>2</sup>. (S.P.P.1977).

## 4.1.4.- CLIMA

Según la clasificación climática de Koppen modificada por Garcia (1977), Tlajomulco posee un clima semiseco con Otoño, Invierno y Primavera secos y semicálidos, sin cambio térmico invernal bien definido. -- Temperatura media anual  $19.7^{\circ}\text{C}$ ., temperatura máxima extrema  $38^{\circ}\text{C}$  y mínima extrema  $1^{\circ}\text{C}$ ., El período caluroso se registra de Marzo a Octubre y el más frío de diciembre a Febrero.

Templado subhúmedo (A) C (W) (W) a (e) g. Heladas promedio en días -- 28.2, granizo promedio en días 2.0 neblina promedio en días 11.3, rocío promedio en días 5.8.

NOTA\* El promedio en días es durante un año.

## 4.1.5.- PRECIPITACION PLUVIAL.

La estación de Cajititlán, registro datos de los últimos 10 años como lo son:

Lluvia máxima	Evaporación	Precipitación mm.		
24 Hrs. mm.	mm.	media	máxima	mínima
40.3	1 084.7	821.9	914.3	604.9

Recibiendo un promedio de precipitación pluvial anual de 915.0 mm. las lluvias inician los primeros de Junio y terminan a mediados de Septiembre.

FUENTES: Plan Lerma Asistencia Técnica. Agenda Técnica Agosto 1985. Distrito de temporal N°. 1 Zapopa, Jal.

#### 4.1.6.- GEOLOGIA

El suelo se encuentra formado geologicamente por tres tipos de rocas: las tobas pomosas, el pórfido y traquita y el basalto, el hojoso. Las tobas pomosas son las que cubren mayor extensión en el municipio, 50% están formadas por productos de explosión tales como; Lapilles puzolanas y cenizas solas o mezcladas. (Fac. Geografía y Estadística U de G 1977).

#### 4.1.7.- SUELOS

Los suelos Chernozem cubre el 70% de la superficie total y se localizan en la parte Sur y Suroeste y los suelos del tipo Prairie, cubren el 30% restante.

El nombre Chernozem es una adaptación fonética a la palabra Rusa que significa (tierras negras", color debido a su materia orgánica humificada, - pudiendo influir también en su estado de saturación, a la inmovilidad y estado de flogulación de las arcillas, y así como a las altas temperaturas a que estan sujetas durante el Verano.

La textura de suelo más común es el Arcillo-arenoso y el Limo-arenoso.

#### 4.1.8.- VEGETACION

La vegetación que predomina en el municipio son: praderas de pastos altos y monte bajo chaparral.

## 4.1.9.- USO ACTUAL DEL SUELO

Superficie y uso del suelo en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

USO	EJIDAL (has.)	PEQUEÑA PROPIEDAD (has.)	TOTAL (has)
Agrícola	11 420	16 107	27 527
Agríc. Hum.	2 000	3 660	5 660
Agríc. Riego	900	1 100	2 000
Agríc. Temp.	8 520	11 347	19 867
Ganadera	15 250	8 253	23 503
Improductiva	7 345	4 702	12 047
Forestal	1 200	2 280	3 480
T O T A L	35 215	31 342	66 557

FUENTE: S.A.R.H., Distrito de temporal N°. 1, Unidad de temporal agropecuaria N°. 6, Panorama agropecuario y forestal del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco., Abril 9 de 1981.

## 4.1.10.- CARACTERISTICAS DE RELIEVE EN EL MUNICIPIO

<u>RELEVE</u>	<u>%</u>
Plano	80
Semi-plano	16
Plano y semi-plano.	4

## 4.1.11.- FORMAS DE EXPLOTACION

<u>FORMA</u>	<u>%</u>
Agrícola	40
Ganadera	10
Agric-Gan.	50

## 4.1.12.- SEQUIA INTERESTIVAL

Es el intervalo de días en que no llueve durante la estación de lluvias.

Se realizó una encuesta de 100 productores y de acuerdo a los resultados obtenidos se dedujo que la etapa de sequía es un fenómeno significativo en la región, puesto que el 40% de los encuestados les afecta tal fenómeno.

## 4.1.13.- PREPARACION DEL SUELO

En el maíz se realiza generalmente en los primeros seis meses del año, la mayoría de los productores (64%) renta maquinaria y el resto la tiene propia.

## 4.1.14.- VARIEDAD DE MAIZ UTILIZADAS EN LA REGION

<u>VARIEDAD</u>	<u>DENSIDAD DE POB.</u> (miles Pt/ha.)	<u>% DE UTILIZACION</u>
B-15	35 a 45	32
P-507	45	30
Criollo	40	28
H-309	35 a 45	8
P-515	35 a 45	2

## 4.1.15.- SIEMBRA

La época más propicia para la siembra del maíz es en los meses de Abril, Mayo y Junio. en este municipio el 48% de los productores de maíz lo siembra en Junio y el 22% en Mayo, el resto en Abril. El 88% siembra en forma mecánica, la distancia entre hileras más común en el municipio es de 80 cms.

## 4.1.16.- FERTILIZACION

El 100% de los productores fertilizan su manual el 30% y el resto en forma mecánica-manual.

Los productos utilizados son: Urea, nitrato de amonio, fosfato de calcio triple.

El tratamiento de fertilización que usan los productores varia desde la 70-40-00, hasta la 240-90-00. Siendo los meses de Junio y Julio en los que fertilizan.

#### 4.1.17.- CONTROL DE MALEZAS

El control químico de malezas es el más importante en esta región, puesto que el 60% de los productores utilizan: Atrazinas y 2,4-Da.

#### 4.1.18.- PLAGAS Y ENFERMEDADES

La infestación de plagas en el suelo es alta encontrandose que solamente el 12% de los productores los controlan químicamente.

Las plagas del follaje en el maíz comunes en la región son: Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), frailecillo (*Macrodactylus infuscatus*), y el pulgón (*Rhopalosiphum maidis*), no se controlan puesto que el daño no es significativamente económico.

Las enfermedades más comunes son: Huitlacoche (*Sphaceloteca*) y tizón de la hoja (*Helminthosporium*) siendo bajo su infestación.

#### 4.1.19.- COSECHA DEL MAIZ

La realizan en los meses de Noviembre y Diciembre. El 58% de los productores utilizan maquinaria, un 22% lo hacen en forma manual y el 20% restante en ambas formas de recolección.

La mayoría de los productores destinan su cosecha a la CONASUPO.

#### 4.2.- METODOLOGIA DE LOS ENSAYOS DE CAMPO

Se condujo el experimento de maíz bajo el ciclo de temporal, el maíz utilizado fué el híbrido B-15 por ser uno de los más sembrados en la región maicera de Tlajomulco de Zúñiga, jalisco.

El experimento tuvo un total de 16 tratamientos en donde:

Del 1 al 14 se emplearon diferentes niveles de nitrógeno y fósforo, al igual la densidad de población varió.

Del 15 al 16 se utilizó el tratamiento de fertilización 180-60-00 más 50 000 plantas/ha. En el tratamiento 15 se le aplicó 50 Kg/ha. de potasio y en el tratamiento 16 la aplicación de potasio fué de 100 Kg/ha. Estos tratamientos se utilizaron para observar si existe o no diferencia entre los rendimientos al aplicar este nutriente.

A el tratamiento "T" (testigo) no se le aplicó fertilizante alguno y la densidad de población utilizada fué la de el productor (40 000 plantas-Ha).

Se realizaron 4 repeticiones que multiplicados por los 17 trámites (incluyendo a el testigo) en estudio dieron un total de 68 parcelas, cada parcela constó de cuatro surcos o hileras con una longitud de 6 metros, la distancia entre hilera fué la común en la región (0.8 metros), dando un total de superficie aproximada de 1 310 m<sup>2</sup>.

El experimento se protegió sembrando maíz en su periferia.

Se trabajó con la matriz Plan Puebla I diseñada por Turrent, F.A.(1978) y con el diseño experimental (Bloques al azar").

#### MUESTREO DE SUELOS Y ANALISIS DE LABORATORIO

En el sitio experimental se colectó una muestra de suelos a las profundidades de 0 - 30 y de 30 - 60 centímetros, que provenía de varias muestras tomadas del terreno en forma de zig-zag, para después juntar por separado las de cada profundidad.

Dichas muestras se analizaron en el laboratorio de suelos de Agrología (Plan Lerma-Santiago) de la ciudad de Guadalajara Jalisco. Las características cuantificadas y resultados aparecen en el apéndice 1.A.

#### SIEMBRA

Se realizó en forma manual y se depositaron 2 semillas por "golpe", que posteriormente ya una vez germinada la semilla se procedió a realizar un aclareo, dejando una planta por mata a la distancia calculada. Los cálculos se encuentran en el cuadro 2. La distribución de los tratamientos en el cuadro 3.

#### DESCRIPCION DEL MAIZ B-15

Es un maíz híbrido desarrikkadi por la compañía Northrup King para climas templados o para la región del Bajío.

La altura de la planta es de 3 m. y de la mazorca es de 1.70 m., está adaptada para alturas de 1 200 a 1 800 m.s.n.m., presenta abundante follaje y tallosvigorosos.

Ideal para ser utilizado con doble propósito: para ensilaje y para grano. Además, por su mazorca con mucha hilera y buen tamaño, es preferido para el mercado de elote fresco.

La mazorca es cilíndrica con promedio de 18 hileras, grano blanco, dentado. la mazorca presenta un diámetro promedio de 4.2 cm.

Presenta un ciclo medianamente tardío de 150 a 160 días de la siembra a la cosecha y 78 días a la floración. Puede sembrarse en zonas de riego y de buen temporal. Tiene un buen potencial de rendimiento.

A continuación se presentan algunos resultados de rendimiento de grano al 15% de humedad.

<u>LOCALIDAD</u>	<u>AÑO</u>	<u>Kg/ha.</u>
Atequiza, Jal.	1981	10 961
Atequiza, Jal.	1982	9 752

#### FERTILIZACION

Se utilizó como fuente de nitrógeno el sulfato de amonio 20.5% N. y urea 46% N., como fuente de fósforo el superfosfato de calcio triple 46% - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y como fuente de potasio el cloruro de potasio 60% K<sub>2</sub>O.

CUADRO 2.- CALCULOS PARA LA SIEMBRA

Trats.	Miles de plantas/ha.	Plantas por parcela	Plantas por surco	Distancia cm. entre plantas
13	30	58	14	43.0
1				
3				
5				
7	40	76	19	31.5
9				
11				
T				
2				
4				
6				
8	50	96	24	25.0
10				
12				
15				
16				
14	60	116	29	20.5



CUADRO 3.- DISTRIBUCION Y SORTEO DE TRATAMIENTOS EN EL PREDIO

IV	'	5	2	14	3	4	8	9	7	11	12	13	T	16	15	10	6	1	'
III	'	11	10	8	6	12	13	1	14	T	15	3	4	7	5	2	9	16	'
II	'	3	6	9	4	7	2	8	5	16	10	12	1	15	11	13	14	T	'
I	'	T	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	'

La distribución del fertilizante se manejó en dos aplicaciones:

- 1.- A los 21 días de sembrado el experimento se aplicó 1/3 del nitrógeno total, usando como fuente el sulfato de amonio más todo el fósforo.
- 2.- A la segunda escarda se aplicó el resto (2/3) del nitrógeno total, usado como fuente el fertilizante urea.

El fertilizante se mezcló en una bolsa-surco para su mejor aplicación.

NOTA: La primera aplicación de fertilizante no se realizó a la siembra (como comunmente se recomienda) para evitar la asimilación de nutrientes por plantas que fueran a ser desechadas en el -- aclareo,

Los factores y espacios de exploración en estudio se dan a continuación:

<u>FACTOR</u>	<u>ESPACIO DE EXPLORACION</u>
Nitrógeno	120, 150, 180, 210, Kg/ha.
Fósforo	00, 30, 60, 90, Kg/ha.
Potasio	00, 50, 100, Kg/ha.
Densidad de población	30, 40, 50, 60, miles de pt/ha.

Los espacios de exploración se eligieron en base a que en el se encuentran comprendidos los tratamientos de fertilización, el recomendado por la S.A.R.H.- FERTIMEX., y el utilizado por el productor de la región para el -- cultivo de maíz de temporal, al igual que la densidad de población recomendada por la S.A.R.H., y la compañía Northrup King.

El cuadro 4 nos presenta la distribución de los factores en estudio de acuerdo a la matriz plan Puebla I.

ESPACIO DE EXPLORACION: Se conoce como espacio de exploración, al rango que existe entre el límite superior y el límite inferior de cada factor. Para cada uno de los factores, el investigador seleccionará como límite superior, la mínima cantidad del factor que a su juicio suprima o casi suprima -- su deficiencia, bajo condiciones en que los demás factores están a su nivel mínimo no limitativo. El límite inferior de cada factor será el mínimo de interés práctico, este nivel no tiene que ser automáticamente CERO para los fertilizantes. En el caso del nitrógeno, el investigador puede frecuentemente reconocer que el cultivo sin fertilizar crecerá con deficiencias de este nutrimento. Aquí el investigador no duda si habrá o no respuesta al nitrógeno, sino cuál será la dosis óptima económica de fertilizante.

En el caso del fertilizante fosfatado, lo frecuente es que el investigador no pueda preveer con certeza si el cultivo sin fertilizar crecerá o no -- con deficiencia, al igual pasa con el potasio.

CUADRO 4.- DISTRIBUCION DE LOS FACTORES EN ESTUDIO DE ACUERDO  
A LA MATRIZ PLAN PUEBLA I.

Trat.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	D.P. miles	Pl/ha.
1	150	30	0	40	
2	150	30	0	50	
3	150	60	0	40	
4	150	60	0	50	
5	180	30	0	40	
6	180	30	0	50	
7	180	60	0	40	
8	180	60	0	50	
9	120	30	0	40	
10	210	60	0	50	
11	150	0	0	40	
12	180	90	0	50	
13	150	30	0	30	
14	180	60	0	60	
15	180	60	50	50	
16	180	60	100	50	
T	0	0	0	40	

#### APLICACION DE AGROQUIMICOS:

Para el control de maleza en el experimento, principalmente hoja ancha, se aplicó 'Gesaprim D" (Atrazina) a la dosis de 2.5 Kg/ha. en 200 litros de agua, sobre maleza ya emergida.

Para el control de plagas de el suelo se utilizó el insecticida Furadan 5% G. (Carbofuran) a la dosis de 23 Kg/ha.

Las principales plagas que se presentaron en el suelo fueron: gallina ciega (*Phyllophaga* spp), diabrotica (*Diabrotica undecimpunctata*).

Se presentó un severo ataque de gusano cogollero y se procedió a la aplicación de Furadan 5% G. a la dosis de 20 Kg/ha.

En el experimento se observaron dos enfermedades: una causada por - - Helminthosporium maydis conocida comunmente por el agricultor como (tizón de la hoja) y la otra por Sphaceloteca reiliana, conocida como carbón de la espiga, el daño no fué cuantioso.

#### COSECHA

La cosecha del experimento se realizó por parcela útil (dos surcos centrales, en su totalidad de longitud).

Al rendimiento de maíz se le llevó a una corrección por falla de matas (método de Iowa, citado por Puente et al, 1963), también se corrigió por desgrane, llevándose a un 14% de humedad.

#### 4.3.-ANALISIS ESTADISTICO

Al rendimiento experimental de maíz en grano limpio y al 14% de humedad se le practicó un análisis de varianza con el fin de conocer los efectos de bloques y de tratamientos, siguiendo los criterios de desición que a continuación se describen:

##### CRITERIO DE DESICION

Si	$F_c (A) > F_t (A)$	Rechace Ho.
Si	$F_c (A) < F_t (A)$	Acepte Ho.

#### 4.4.- ANALISIS ECONOMICO

Una vez que se tuvieron los análisis de varianza que mostraron la evidencia de respuesta ó significación a determinados factores, se procedió a realizar el análisis económico para lo cual se hizo primeramente el cálculo de costos.

### CALCULO DE COSTOS

Para la estimación a la primera aproximación de la dosis óptima económica de los factores en estudio, se consideraron los precios vigentes en el mercado hasta el 31 de enero de 1986, de los insumos utilizados como fertilizantes, semillas, etc., además se le agregaron costos de acarreo y aplicación del fertilizante.

Para el cálculo del costo de densidad de siembra, se consideró como base al tratamiento testigo con una densidad de 40,000 plantas/ha., con el propósito de conocer si es redituable la siembra a distancias más cortas o más espaciadas.

A continuación se describe la forma como se calcularon los costos:

#### a) Costos de siembra.

Un Kg. de maíz tiene 3,300 granos aproximadamente, bajo un supuesto del 85% de poder germinativo, tendrá 2,800 granos viables por cada Kg.; para 10,000 plantas/ha, se requieren 3.57 Kg. de semilla.

Un Kg. de semilla B-15 cuesta \$476.87, por lo tanto el costo de semilla para 10,000 plantas será de \$ 1,702.42.

La siembra en la región de estudio se caracteriza por ser mecánica y el costo por sembrar cualquier densidad es de \$ 5,000.00/ha.

en el cuadro 5 se describe el costo de siembra para las distintas densidades de población empleadas, tomando en consideración que el costo por sembrar no varió en las distintas densidades:

#### b) Costos de fertilizantes.

En el cuadro 6, se presentan los costos por cada uno de los conceptos en el costo total, de acuerdo a la fuente del mismo.

Para la cuantificación de los precios del grano en el campo, se tienen que reducir los costos de cosecha de acuerdo a los precios de garantía y mano de obra en el campo con vigencia hasta el 31 de enero de 1986.

PRECIO DE GARANTIA DEL MAIZ		\$ 53.5 Kg.
Cosecha y desgrane	\$ 3.5	
Acarreo al mercado	<u>2.5</u>	
T O T A L		<u>6.0</u>
Precio real de un Kg. de maíz en el campo	\$ 47.5	

#### Cálculo de la dosis óptima económica. DOECI Y DOECL

Para la obtención de la dosis óptima económica, se usó el método gráfico estadístico, ampliamente explicado por Turrent (1978) y de acuerdo a la significancia que se encontró en el análisis de varianza se procedió a realizar el análisis del experimento, tomándose los rendimientos promedios. Se -

consideró el número de repeticiones, para el efecto mínimo significativo al 10% (EMS) así como para la diferencia mínima significativa al 5% (DMS).

Igualmente para la DOECI se cuantificó por el mayor ingreso neto más - costo fijo y por medio de las gráficas con el triángulo de la relación insumo/producto, encontrándose la dosis óptima donde corta la tangente a la curva, para la respuesta a los factores N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y D.P. de Maíz.

A el factor estudiado en los tratamientos 15 y 16 que resultan comparativos contra el tratamiento 8, unicamente se compararon rendimientos promedio para conocer la respuesta al factor potasio.

La DOECL, se obtuvo de acuerdo a la mayor tasa de retorno.

CUADRO 5.- CALCULO DE COSTOS DE SIEMBRA DE ACUERDO A LA DENSIDAD DE POBLACION

<u>DENSIDAD DE POBLACION</u>						
Ideal (Pt/ha)	Real (Pt/ha)	Distancia de siembra (m.)	N°. de semillas en un Kg.	Valor de un Kg. de sem. \$	Costo por sembrar - una ha. \$	Costo de siembra \$
30,000	30,208	0.43	3,300	476.87	5,000.00	-1,596.02
40,000	39,583	0.315	3,300	476.87	5,000.00	11,738.69
50,000	50,000	0.25	3,300	476.87	5,000.00	13,512.10
60,000	60,416	0.20	3,300	476.87	5,000.00	15,285.34

## CUADRO 6.- COSTOS UNITARIOS DE NITROGENO Y FOSFORO

CONCEPTO i/	NITROGENO		FOSFORO
	UREA \$/Kg.	S.A. <sup>ii/</sup> \$/Kg.	S.F.T. \$/Kg
Precio de mercado	81.07	75.04	94.33
Acarreo \$1,251.00 /Ton.	2.72	6.10	2.72
Aplicacion 200 Kg. /Jornal. <sup>iii/</sup>	<u>15.62</u>	<u>36.58</u>	<u>15.62</u>
Costo variable T O T A L	99.41	117.72	112.67

i/ Precios con vigencia al 31 de enero de 1986 en la zona de estudio

ii/ S.A. Sulfato de amonio: S.F.T. superfosfato de calcio triple

iii/ El costo jornal hombre es de \$ 1,500.00



## V.- RESULTADOS Y DISCUSION

Habiendo cosechado el experimento, por parcela útil (2 surcos centrales) de cada tratamiento, se contaron las plantas existentes y cosechadas, se contaron y pesaron las mazorcas en el campo, para posteriormente proceder a desgranar 2 mazorcas por tratamiento para su determinación de humedad, obteniendo un promedio del 23% de el total de tratamientos del experimento.

Se realizó una serie de correcciones como las siguientes:

a) Corrección por falla de matas: se utilizó el método de Iowa, citado por Puente et al. (1963) cuya formula es la siguiente:

$$F. \text{ Iowa} = \frac{P_i - 0.3 (P_i - P_c)}{P_c}$$

Donde:

- $P_i$  = Población ideal  
 $P_c$  = Población cosechada  
 0.3 = Constante

b) Porcentaje de desgrane: de las mazorcas cosechadas se escojen 20 al azar, se pesan y se registra el resultado posteriormente se desgrana esas 20 mazorcas y se pesa el grano, se registra.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de desgrane} = \frac{\text{Peso en grano}}{\text{Peso en mazorca}}$$

Del experimento se obtuvo el siguiente resultado:

<u>20 mazorcas</u>	<u>Kg.</u>
Peso en mazorca	6.660
Peso en grano	5.285

Por lo tanto:

$$\% \text{ de desgrane} = \frac{5.285}{6.660}$$

$$\% \text{ de desgrane} = 79.35$$

$$\text{FACTOR DE DESGRANE} = 0.7935$$

= = = = =

- c) Factor de corrección de humedad hasta 14%: para cada tratamiento se obtuvo una cifra para calcular su peso hasta 14% de humedad bajo el siguiente razonamiento matemático:

$$\frac{100 - \% \text{ de humedad del grano en la cosecha}}{86}$$

Ejemplo de cálculos:

Para el tratamiento 1 de la repetición I, se obtuvo un rendimiento en mazorca de aproximadamente 7,813 Kg/ha, que multiplicado por 1.25 que corresponde al factor por corrección en falla de matas, nos resulta un rendimiento de 9,766 Kg/ha, multiplicado por el % de desgrane -- (0.7935), nos resultan 7,749 Kg/ha de grano a humedad cosechada, que fue el 20.3%; utilizando la fórmula antes descrito, tendríamos el siguiente resultado:

$$\frac{100 - 20.3}{86} (7,749) = 7,181 \text{ Kg/ha a } 14\% \text{ de humedad}$$

En el cuadro 8 aparecen los rendimientos a humedad corregida de cada tratamiento por repetición.

#### 5.1.- ANALISIS ESTADISTICO.

Ya una vez obtenidos los rendimientos de cada tratamiento por repeticiones, se procedió a la realización del análisis de varianza, con la finalidad de conocer si existió diferencias significativas entre bloques o entre tratamientos.

En el cuadro 7 se presenta dicho análisis.

Y de acuerdo al criterio de desición propuesto, se constató, que si existió diferencia altamente significativa a la variable respuesta por efecto de tratamientos al 1% de significancia.

Igualmente se aprecia que la F.c. para efecto de bloques fué de 3.11 - cantidad menor a la F.t. que le correspondió, para un 1% de significancia el valor de 5.18 y para un 5% el de 3.23, por lo tanto se infiere que no existió diferencias significativa en la variable respuesta por efecto de bloques.

Ya una vez obtenidas las diferencias entre tratamientos, se procedió a la realización del análisis de resultados para definir a cual de los tres factores en estudio, existió respuesta y conocer cuál tratamiento de los cuestionados fué el que alcanzó la Dosis Optima Económica.

CUADRO 7.- ANALISIS DE VARIANZA Y CRITERIO DE DESICION

ANVA	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
						5%	1%
TRAT'S		14	44.29	3.16	7.18	1.92	2.52
BLOQUES		3	4.12	1.37	3.11	3.23	5.18
ERROR		42	18.59	0.44			
TOTAL		59	67				

## CRITERIO DE DESICION:

Si F.c. (A)  $\geq$  F.t. (A) Rechace Ho.Si F.c. (A)  $<$  F.t. (A) Acepte Ho.

## Para efecto de bloques:

3.11  $<$  3.23 al 5% "No existen diferencias significativas en la variable respuesta por efecto de bloques."  
 3.11  $<$  5.18 al 1%

## Para efecto de tratamientos:

7.18  $>$  2.52 al 1% "Si existen diferencias significativas en la variable respuesta por efecto de tratamientos."  
 7.18  $>$  1.92 al 5%

## 5.2.- RESPUESTA A NITROGENO:

En el cuatro 8 se aparecia que el tratamiento (1) 150-30-40 000 N,P y DP respectivamente, tuvo un rendimiento promedio experimental de - - 6 086 Kg/ha; mientras que el tratamiento (5) 180-30-40 000 fué de 5,174 Kg/ha; observándose un abatimiento en el rendimiento al haber incrementado el nivel de nitrógeno y manteniendo los niveles bajos de fósforo y densidad de Población.

De igual manera sucedió con el tratamiento (9) 120-30-40 000 con 6 - 086 Kg/ha, se elevó el nivel de nitrógeno y existió un decremento en el rendimiento.

Por lo tanto se podría inferir que no existió incremento en el rendimiento al elevar el nivel de nitrógeno de 120 Kg/ha a 180 Kg/ha.

## 5.3.- RESPUESTA A FOSFORO

El tratamiento (1) 150-30-40 000 tuvo un rendimiento promedio de 6 086 Kg/ha, mientras que el tratamiento (3) 150-60-40 000 fué de 6 006 Kg/ha, notándose una baja en el rendimiento al elevar el nivel de fósforo.

El rendimiento 7 058 Kg/ha que corresponde a el tratamiento (4) 150-60-50 000 notó un incremento en el rendimiento con respecto a el tratamiento (2) 150-30-50 000 de 558 Kg/ha. al aumentarse el nivel de fósforo.

Al mantenerse constantes los niveles de 180 kg/ha y 50 000 plantas/ha; pero elevando los niveles de fósforo desde 30 kg/ha hasta 60 Kg/ha se elevó el rendimiento en un 8.73%, como se puede constatar en el esquema posterior. Pero al incrementar el nivel de fósforo de 60 Kg/ha. a 90 Kg/ha se abatió el rendimiento en un 2.83%

N	TRATAMIENTO		RENDIMIENTO
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	DP	Kg/ha.
180	30	50 000	6 334
180	<u>60</u>	50 000	<u>6 887</u>
180	90	50 000	6 692

CUADRO 8.- RENDIMIENTOS A HUMEDAD CORREGIDA DE CADA TRATAMIENTO POR REPETICION. (ton/ha.)

Repet. Trat's	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	7.18	6.37	5.86	4.92	6.08
2	6.67	6.72	6.77	5.83	6.49
3	5.58	5.1	6.28	6.5	6.00
4	7.53	7.33	6.82	6.53	7.05
5	4.42	5.79	5.53	4.95	5.17
6	6.54	5.54	7.36	5.88	6.33
7	6.74	6.58	5.67	6.34	6.33
8	7.75	7.41	6.84	6.53	6.88
9	6.64	5.79	6.53	6.04	6.25
10	6.98	7.58	6.45	8.26	7.31
11	6.07	6.45	4.4	5.22	5.53
12	6.76	6.72	7.71	5.56	6.68
13	5.02	4.25	4.03	4.47	4.44
14	6.78	8.02	7.87	8.81	7.87
K*15	5.18	7.16	6.56	5.21	6.02
K*16	6.2	6.26	7.11	5.38	6.23
T	4.72	6.15	5.04	5.21	5.28

Al interpretar estos resultados se podría deducir que el nivel de fósforo 60 Kg/ha, fué el óptimo; como lo muestra la gráfica del cuadro 10.

#### 5.4.- RESPUESTA A POTASIO

Para evaluar si existió respuesta a este elemento o no, se confrontó el tratamiento (8) 180-60-00 50 000 con el tratamiento (15) 180-60-50. 50 000 N,P,K, y DP respectivamente y con el tratamiento (16) 180-60-100. 50 000.

<u>TRATAMIENTO</u>					<u>RENDIMIENTO</u>
N°	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	DP	Kg/ha
(8)	180	60	00	50 000	6 887
(15)	180	60	50	50 000	6 033
(16)	180	60	100	50 000	6 241

El tratamiento (8) tuvo el rendimiento superior a el (15) y (16) constatando que no existió respuesta de el maíz a la aplicación de potasio, e incluso se abatió el rendimiento al haberlo aplicado.

#### 5.5.- RESPUESTA A DP ( densidad de población )

En este cuadro se manifiesta dicha respuesta:

<u>TRATAMIENTO</u>					<u>RENDIMIENTO</u>
N°.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	DP	Kg/ha.
(2)	150	30	00	50 000	6 500
(1)	150	30	00	40 000	6 086
(13)	150	30	00	30 000	4 448
(14)	180	60	00	60 000	7 875
(8)	180	60	00	50 000	6 887
(7)	180	60	00	40 000	6 336

Al haber elevado la densidad de población de 30 000 (tratamiento 13), hasta 50 000 pl/ha (tratamiento 2), se obtuvo un incremento en el rendimiento de 2 052 Kg/ha, manteniéndose constantes los factores N (150 Kg/ha) y  $P_2O_5$  (30 Kg/ha).

$7\ 875 - 6\ 336 = 1\ 539$  Kg/ha, fué el aumento en el rendimiento del tratamiento (14) con respecto al (7) al incrementarse la densidad de población, de 40 000 a 60 000 pl/ha.

De acuerdo a los resultados emitidos en el cuadro, se estima que la D.P. en el que se logró un incremento mayor en el rendimiento, fué la de 60 000 plantas/ha, como lo representa la gráfica del cuadro 10.

#### 5.6.- ANALISIS ECONOMICO

En el cuadro 9, se presenta el análisis económico practicado a los tratamientos en estudio. Al calcular los efectos factoriales medios (EFM) con el método automático de Yates y al empezar a comparar estos con el EMS al 10% se tiene respuesta a dos factores en el cubo: Fósforo (P) y densidad de población (D) no obteniéndose respuesta a nitrógeno (N) por no alcanzar el EMS. Se procede a realizar el análisis económico para cada uno de los tratamientos.

El tratamiento óptimo económico de capital ilimitado (TOECI) es aquel que se asocia con el mayor IN y que corresponde al tratamiento 14: 180-60-60 000 Kg de N,  $P_2O_5$  y plantas/ha, respectivamente.

Más sin embargo, este tratamiento no sería el obtenido como recomendación para la primera aproximación, puesto que de los niveles de nitrógeno en estudio (120 a 210 Kg/ha), no se obtuvo respuesta, por lo tanto se recomendará el nivel más bajo de nitrógeno estudiado, quedando como resultado de este experimento el tratamiento 120-60-60 000, tanto para TOECI como para TEOCL.

CUADRO 9.- ALGORITMO DEL ANALISIS ECONOMICO POR EL METODO GRAFICO - ESTADISTICO.

N°.	TRATAMIENTOS				Not. de Y.	Rend. tot.	Efecto fact.me dio ton/ha	Rend. prom. y Ton/ha	C.V.a \$/ha	Ing.Net.b +C.fijos \$/ha	Inc.al rend. Ton/ha	Incremento ing. neto \$/ha	TRACV% IN/CV.
	N Kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/ha	D.P Pt/ha	K <sub>2</sub> O Kg/ha									
1	150	30	40000		l	19.47	5.037 M	4.50	16,041	197,709	0.27	-3,216	-0.20
2	150	30	50000		d	20.80	+0.635 D*	5.13	17,743	225,932	0.90	25,007	1.41
3	150	60	40000		p	19.21	+0.438 P*	4.93	19,422	214,753	0.70	13,828	0.71
4	150	60	50000		pd	22.58	+0.006 PD	5.58	21,124	243,926	1.35	43,001	2.03
5	180	30	40000		n	16.56	-0.183 N						
6	180	30	50000		nd	20.26	+0.048 ND						
7	180	60	40000		np	20.27	+0.248 NP						
8	180	60	50000		npd	22.04	-0.248 NPD						
							0.434 EMS						
9	120	30	40000			20.02	10%	5.00	16,041				
10	210	60	50000			23.42		5.85	21,124				
11	150	00	40000			17.72		4.43	12,662	197,763	0.20	-3,162	-0.25
12	180	90	50000			21.41		5.35	24,504	229,691	1.12	28,696	1.17
13	150	30	30000			14.23		3.56	14,339	154,761	-0.67	-46,164	-3.22
14	180	60	60000			25.20		6.30	22,825	276,424	2.07	75,499	3.30
15	180	60	50000	50		19.30		4.82	24,848	204,102	0.59	3,117	0.12
16	180	60	50000	100		19.97		5.00	32,296	205,204	0.77	4,279	0.13
T	000	00	40000			16.91		4.23	0	200,925			
								0.902 DMS					
								5%					

CME= 0.5343; 39 GL.

EMS= t 10%, 39 GL  $\sqrt{\frac{CME}{2^{k-2}r}} = 1.680$   $\frac{0.5343}{2 \times 4} = 0.434$  Ton/ha. Efecto mínimo significativo.

DMS= t 5%, 39 GL  $\sqrt{CME \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)} = 2.023, 0.5343 (1/4 + 1/8) = 0.902$  Ton/ha. Diferencia mínima significativa.

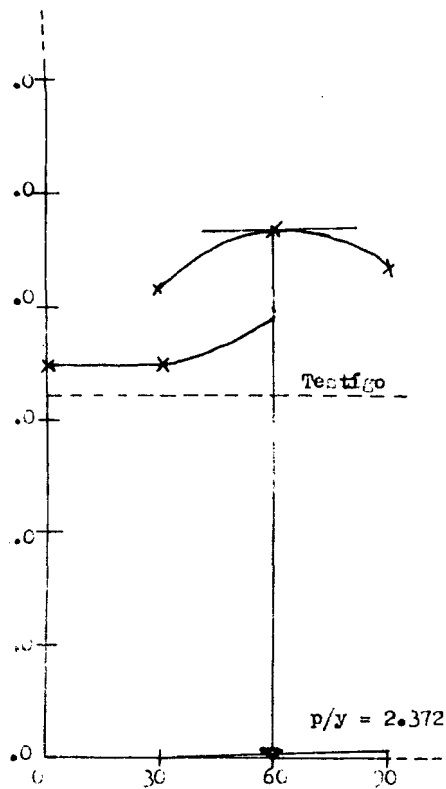
a Costo variable de tratamiento,  $CV=nN + pP + dD$ , donde n es el costo por Kg. de N, p es el costo por Kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y D el costo de 1000 plantas.

b Se usa la fórmula  $IN + CF = yY - CV$ , donde y es el valor del Kg. de maíz. Y es el rendimiento de maíz

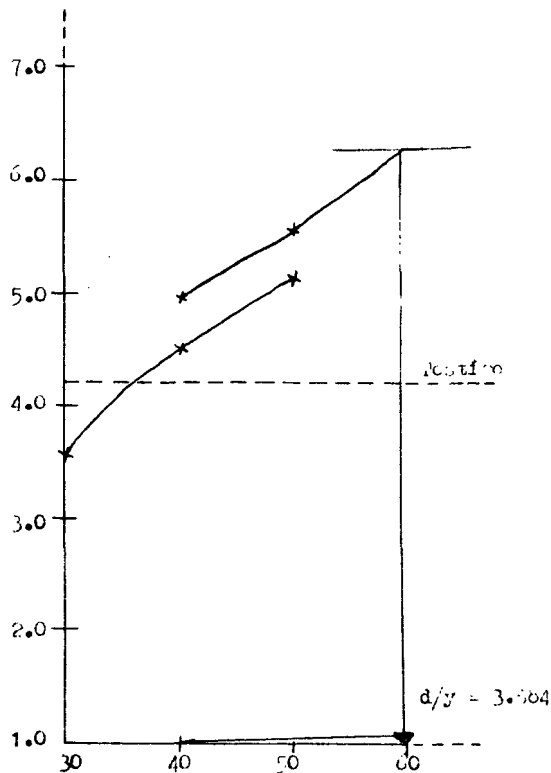
c TRCV significa Tasa de Retorno al Capital Variable



CUADRO 10.



DOSIS DE FOSFORO  
kg. de  $P_2O_5$ /ha.



DENSIDAD DE POBLACION  
Miles plantas/ha.

" Respuesta de maíz a la dosificación de fertilizante fosfatado y densidad de población, en una localidad del municipio de Tlaxamalco de Zúñiga, Jalisco. 1985.

## VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los objetivos.

1) Se cumplió en el primero de ellos al obtener la primera aproximación tecnológica en el uso de insumo como (dosis de fertilizantes, nitrogenado, - fosfatado y densidad de población.

2) El segundo objetivo planteado se cumplió al demostrar que no hubo - respuesta del maíz, hacia el factor potasio a los niveles de 50 y 100 Kg/ha; por el contrario, el rendimiento se abatió al haber sido aplicado. A las mismas conclusiones llegaron los siguientes investigadores en diversas regiones trabajando con maíz:

Navarro (1981) en Tierra Caliente, Guerrero.

Reyes et al (1975) en Mixteca de Cárdenas, Tabasco.

Rodríguez et al (1975) en Cd. Alemán, Tamaulipas.

3) De igual manera se cumplió con el tercero al llevarse a cabo un registro de observación durante todo el ciclo del cultivo.

4) Los resultados emitidos en este experimento serán de gran ayuda para posteriores investigadores y productores.

En base a la Hipótesis.

Se comprueba la hipótesis planteada de que el maíz (grano) varió su rendimiento al aplicar los fertilizantes y variar las densidades de población. - Los espacios de exploración utilizadas para nitrógeno, fósforo y densidad de población, suprimieron las deficiencias de estos factores. Las dosis óptimas económicas de fósforo y densidad de población se encontró dentro de este espacio y para el factor nitrógeno se concluye que el nivel más bajo (120 Kg-Ha) fué el mejor, al no haber obtenido respuesta a niveles más altos,

por lo tanto se concluye que el tratamiento mejor fué 120-60-60 000 - - (Kg. de N/ha, Kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, plantas/ha. respectivamente) para la primera - aproximación.

SE RECOMIENDA:

La utilización de niveles más bajos de nitrógeno que incluye como nivel medio, el obtenido en este experimento, para futuras investigaciones (2a. - - aproximación). Al igual que densidades de población más altas.

## VII.- BIBLIOGRAFIA

- AGBOOLA Y COREY. 1973. Soil science. 155 (5). p. 367-375.
- ALDRICH, S.R. y LENG, E.R. 1974. Producción moderna del maíz.  
Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. P.  
109-160.
- ANDERSON, G. y R.J. HANCE. 1963. Plant-soil. 19.p, 296-303.
- ARELLANO, V.J.V. 1983. Metodología de investigación en maíz  
CAEVAMEX - INIA - SARH - Chapingo, México.
- BARAJAS, B.R. 1982. Ensayo de niveles de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y densidad de población en el cultivo del maíz en el municipio de Canuto, A. NERI. Estado de Guerrero. Tesis profesional Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.
- BLACK, C.A. 1968. Plant-soil relación ships, 2a. Edición Jhon Willey.
- BORLAUGH, N.E. 1969. Serie de traducciones sobretiros N°. 2 CIMMYT. - México.
- FASSBENDER? H.W. 1968. Agroquímica, Vol. XII (6). Turrialba, Costa Rica p, 512-521.
- GONZALEZ, J.L. 1981 Definición de agrosistemas para generar prácticas - de fertilización y densidad de población en el patrón anual de cultivo maíz-maíz en la zona Norte del estado de Veracruz. Tesis profesional. Universidad de guadalajara. Guadalajara, Jal.
- HARDY Y HAVELKA. 1975. Nitrógeno fixation research: A key food? Science 188. p, 633-643
- KAFKAFI, V; B. BAR/YOSEF y AVIVA HADAS. 1978 Fertilización desición model  
A synthesis of soil and plant parameters in a computerized program. Soil science 125 (4) p, 261-268.
- LAIRD, R.J. et al. 1965. Fertilización de maíz de temporal en regiones de Guanajuato Michoacán y Jalisco, Folleto técnico N°. 50. - INIA - SAG. México.
- \_\_\_\_\_. 1967. Análisis combinados de resultados de experimentos con fertilizantes y obtención de una ecuación general - que permita estimar recomendaciones específicas para prácticas de fertilización. Folleto técnico N°. 54. INIA - SAG. México.

- \_\_\_\_\_ .1969. Análisis combinado de resultados de experimentos con fertilizantes y obtención de una ecuación general que permita estimar recomendaciones específicas para prácticas de fertilización. Folleto técnico N°. 55 INIA - SAC. México.
- \_\_\_\_\_ .1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Chapingo, ENA. Colegio de postgraduados. Chapingo, México.P, 175.
- NAVARRO, G.S. 1981. Respuesta de temporal en la región de tierra caliente, Guerrero y Michoacán. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.
- NUÑEZ, E.R. 1961. Interrelations in the absorción and translocation of potassium and boro tomato plants, Tesis M.Sc Univ. California. Davis.
- N.K.( Northrup King). 1984. Descripción del maíz híbrido B-15 Guadalajara, - Jalisco México.
- PELLETIER, C.P. 1969. El fósforo nutriente vegetal. Boletín de guanos y fertilizantes. México, D.F.
- PEREZ, M.P.A. 1978. Respuesta a densidades, fertilización, expansión y rendimiento de un compuesto de maíz palomero formado a partir de 7 variedades en Zapopan, Jalisco Tesis Profesional. Univ. de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.
- PUENTE, F.F., et al. 1963. Prácticas de fertilización y población óptima para siembras de maíz en las regiones tropicales de Veracruz. Folletos técnico N°. 45. INIA - SAC. México.
- RAMIREZ, R. y R.J. LAIRD. 1964. La fertilización en el cultivo de la papa en la región de León, Guanajuato. Folleto técnico N°. 46. INIA - SAC. México.
- REYES, H., et al. 1975. Informe del programa de investigación agronómica realizada en 1974, en la Mixteca de Cárdenas, Tabasco. Tomo I, memoria del VIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Saltillo, Coahuila, México. p, 464- 483.
- RODRIGUEZ, A. 1965 Abono del maíz. Publicaciones de capacitación agraria. Madrid, España.
- RODRIGUEZ, G.J. 1964. Interrelaciones en la movilización y absorción de potasio y sodio por plantas de jitomate Tesis. M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

- RODRIGUEZ, J.L., et al. 1975. Efecto de los fertilizantes en maíz en un suelo de Cd. Alemán, Tamaulipas. Tomo I memoria del VIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Saltillo, Coahuila, México, p, 464 - 483.
- ROY, R.N., et al. 1978. Fertilizer news. 23 (6). p, 3-26.
- SILVA, V.G. 1983. Descripción de los sistemas de producción agrícola en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga. Jalisco. Tesis Profesional. Univ. de Guadalajara. Guadalajara Jalisco.
- S.E.P. 1983. Manuales para educación agropecuaria. Area suelos y agua. Suelos y fertilización. Editorial Trillas México.
- TISDALE, S.L., W.L. NELSON. 1975. Soil fertility and fertilizer. 3a. Edición. The Macmillan Co.
- TRIERWELLER, J.F. 1971. Better crops with plant food, primavera: 16 - 18. - U.S.A.
- TURRENT. F.A. 1980. El registro de observaciones durante el desarrollo de un experimento de productividad. Escritos sobre la metodología de la investigación en la productividad de agrosistemas N°. 2 Colegio de postgraduados Chapingo, México.
- \_\_\_\_\_. 1978. El método gráfico estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz plan Puebla I. Escritos sobre la metodología de la investigación en la productividad de agrosistemas N°. 5 Colegio de postgraduados. Chapingo, México.
- \_\_\_\_\_. 1975. Agrociencia. Suelos N°. 19 Chapingo, México.
- ZEPEDA, M.J.A. 1984. Diseño de recomendaciones de producción en los patrones anuales de cultivo maíz-maíz y maíz-frijol-maíz, en la parte baja del distrito de temporal III Tuxpan, Veracruz, Tesis M.C. Colegio de postgraduados Chapingo. México.

## VIII A P E N D I C E

CUADRO 1 A. ANALISIS QUIMICOS Y FISICOS DE SUELOS PRACTICADOS AL  
PREDIO EN QUE SE ENCUENTRA EL EXPERIMENTO.

DETERMINACION	PROFUNDIDAD (cm)	
	0 - 30	30 - 60
Materia orgánica	2.82	1.24
Calcio	med-alto	med-alto
Potasio	Ex-rico	Ex-rico
Magnesio	med-alto	med-alto
Manganeso	bajo	bajo
Fósforo	medio	bajo
Nitrógeno nítrico	bajo	bajo
Nitrógeno amoniacal	bajo	bajo
pH 1:2	6.9	7.4
Densidad real (g/cm <sup>3</sup> )	2.256	2.267
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1.403	1.130
Capacidad de campo ( % )	37.229	38.006
P.M.P. ( % )	19.908	20.329
Agua aprovechable ( % )	17.321	17.677
<u>TEXTURA</u>		
ARENA ( % )	35.28	47.28
Limo ( % )	26.00	24.00
Arcilla ( % )	38.72	28.72
Clasificación Textural	Fr	Fra
C.I.C. ( me/100g)	33.2	37.2

<u>CATIONES INTERCAMBIABLES (me/100g)</u>	<u>0 - 30</u>	<u>30 - 60</u>
Calcio	10.35	12.65
Magnesio	8.05	10.35
Sodio	1.886	3.082
Potasio	1.380	1.196
Conductividad eléctrica en el extracto de - - Saturación (mmhos/cm)	0.76	0.67
<u>IONES SOLUBLES (me/litro)</u>		
Calcio	1.8	1.6
Magnesio	2.2	1.0
Sodio	3.6	4.1
Carbonato	0.0.	0.0
Bicarbonato	1.6	1.8
Cloruros	1.0	3.9
Sulfatos	5.0	3.9
P.S.I.	2.5	4.0
<u>CLASIFICACION POR SALINIDAD Y SODICIDAD</u>	Normal	Normal



CUADRO 2A.- COSTO VARIABLE DE FERTILIZACION PARA CADA TRATAMIENTO, HASTA EL 31 DE ENERO DE 1986 EN LA ZONA DE ESTUDIO.

TRATAMIENTO	NITROGENO		FOSFORO	TOTALES
	UREA	S.A.	SFT	
150-30-00	9 941.0	5 886.0	3 380.1	19 207.1
150-60-00	9 941.0	5 886.0	6 760.2	22 587.2
180-30-00	11 929.2	7 063.2	3 380.1	22 372.5
180-60-00	11 929.2	7 063.2	6 760.2	25 752.6
120-30-00	7 952.8	4 708.8	3 380.1	16 041.7
210-60-00	13 917.4	8 240.4	6 760.2	28 918.0
150-00-00	9 941.0	5 886.0		15 827.0
180-90-00	11 929.2	7 063.2	10 140.3	29 132.7