

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Determinación de la dosis óptimo-económica de  
fertilización y densidad de población  
en Girasol.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EN EXTENSION AGRICOLA

P R E S E N T A

Juan Manuel Mendoza Rosales

GUADALAJARA, JALISCO - 1983



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

EXPEDIENTE .....

Escuela de Agricultura 11 de Junio de 1962

NUMERO .....

C. PROFESORES:

ING. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ, Director

ING. RAMON VELAASCO NUÑO, Asesor

ING. FLORENTINO SANCHEZ SAMANIEGO, Asesor

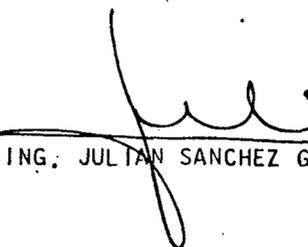
Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" DETERMINACION DE LA POSIS OPTIMO-ECONOMICA DE FERTILIZACION Y DENSIDAD DE POBLACION EN CIRA SOL. "

presentado por el Pasante JUAN MANUEL MELDOZA ROSALES, han sido ustedes designados - Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes que sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarle las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

  
ING. JULIAN SANCHEZ GONZALEZ



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

eml.

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 11 de Junio de 1982

C. ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P R E S E N T E



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

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

JUAN MANUEL MENDOZA ROSALES Titulada:

" DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMO-ECONOMICA DE FERTILIZACION  
Y DENSIDAD DE POBLACION EN GIRASOL. "

Damos nuestra aprobaci3n para la Impresi3n de la misma

DIRECTOR

\_\_\_\_\_  
ING. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ

ASESOR

ASESOR

\_\_\_\_\_  
ING. RAYMUNDO VELASCO NUÑO

\_\_\_\_\_  
ING. FLORENTINO SANCHEZ SAMANIEGO

## AGRADECIMIENTOS



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

- \* Al Ing. M.C. Nicolás Solano Vázquez, al Ing. M.C. Raymundo Velazco Nuño y al Ing. Florentino Sánchez Samaniego, Director de tesis y asesores respectivamente, por su ayuda y disponibilidad en la realización del presente trabajo de tesis.
- \* A los Ings. Alfredo Mendoza Rosales y José de Jesús Flores Durán, por su colaboración en el análisis estadístico de la información.
- \* Al Ing. M.C. Luis Enrique Valdez Díaz, por su consejos y conceptos vertidos.
- \* A la C. Martha Lidia Tello García, por su esfuerzo y valiosa ayuda en el trabajo mecanográfico.
- \* Al C. Sergio Gutiérrez Fernández por la elaboración de los Dibujos, figuras y mapas.
- \* Al C.T.A. Miguel Tello Sandoval y al personal de campo del Campo Agrícola Experimental Auxiliar Tomatlán, por su colaboración en el desarrollo de los trabajos de campo.
- \* Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por las -

facilidades concedidas para la realización de la presente tesis.

\* A la Escuela de Agricultura por mi formación profesional.

\* A todas aquellas personas que involuntariamente he omitido y que tuvieron participación, aunque sea mínima en la realización del presente trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES: PABLO Y MA. DEL REFUGIO.  
Con gratitud y mucho cariño .

A CARLOS:

Con gratitud por su ejemplo'  
ysuperación.

A MIS HERMANOS: EN ESPECIAL A ELIAS HEC  
TOR Y MA. DEL REFUGIO.

Con el amor fraternal que nos  
mantiene unidos.

A CARLOS ALFREDO:

Con el deseo de que se reali  
ce en su vida.





4.3.3.- Vientos-----	45
4.3.4.- Evaporación-----	45
4.4.- Suelos-----	46
V.- MATERIALES Y METODOS-----	48
5.1.- Localización del sitio experimental-----	48
5.2.- Labores culturales-----	48
5.3.- Materiales usados-----	49
5.4.- Tratamientos, diseño experimental y tamaño de parcela-----	50
5.5.- Toma de datos de campo-----	53
5.5.1.- Días a nacencia-----	53
5.5.2.- Días a floración-----	53
5.5.3.- Diámetro del capítulo-----	53
5.5.4.- Altura de planta-----	53
5.5.5.- Días a madurez-----	54
5.5.6.- Número de entrenudos-----	54
5.5.7.- Peso de materia verde-----	54
5.5.8.- Peso de materia seca-----	54
5.5.9.- Peso de grano-----	54
VI.-RESULTADOS A DISCUSION-----	55
6.1.- Diámetro del capítulo-----	55
6.1.1.- Análisis de varianza-----	57
6.2.- Altura de plantas-----	59
6.2.1.- Análisis de varianza-----	59
6.3.- Número de entrenudos-----	59

6.4.- Materia verde -----	61
6.4.1.- Análisis de varianza-----	61
6.5.-Materia seca-----	63
6.5.1.- Análisis de varianza-----	66
6.6.-Rendimiento de grano-----	66
6.6.1.- Análisis de varianza-----	70
6.7.-DOSIS OPTIMO-ECONOMICA-----	71
6.7.1.- Método estadístico-----	72
6.7.2.- Método gráfico-----	76
VII.- CONCLUSIONES-----	82
VIII.- RESUMEN-----	84
IX.- BIBLIOGRAFIA-----	87

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	<u>CUADROS</u>	PAG.
1	TRANSFORMACIONES BIOLOGICAS DEL NITROGENO EN EL SUELO	19
2	GRADOS DE ABSORCION NUTRIMENTAL Y SUS ESPECIFICOS VALORES LIMITANTES.	22
3	RELACION DE TRATAMIENTOS SELECCIONADOS POR LA MATRIZ' PLAN PUEBLA I PARA 3 FACTORES.	51
4	COMPONENTES FISIOLÓGICOS DE RENDIMIENTO Y SUS DATOS - ESTADÍSTICOS EN EL CULTIVO DE GIRASOL.	56
5	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE CA-PÍTULO.	58
6	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLAN-TA.	60
7	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO VERDE (CO-RREGIDA).	62
8	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO SECO	64
9	EFECTO DE LOS FACTORES EN LOS COMPONENTES DE RENDI-MIENTO (MÉTODO DE YATES) DENTRO DEL FACTORIAL ( $2^3$ ) -- FORMADO POR LOS 8 PRIMEROS TRATAMIENTOS.	65
10	RENDIMIENTOS OBTENIDOS Y SEPARACION DE MEDIAS SEGUN' D.M.S.	68
11	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO.	69

12	COSTOS DE LOS INSUMOS Y PRECIO DEL GIRASOL QUE SE CONSIDERARON PARA OBTENER LA DOSIS OPTIMO-ECONOMICA.	71
13	METODO AUTOMATICO DE YATES PARA RENDIMIENTO DE GRANO.	74
14	ANALISIS ECONOMICO PARA RENDIMIENTO DE GRANO.	75

### FIGURAS

#### FIGURA

1	LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO Y UBICACION DEL SITIO EXPERIMENTAL.	47
2	RESPUESTA DEL GIRASOL A LA APLICACION DE NITROGENO.	78
3	RESPUESTA DEL GIRASOL A LA APLICACION DE FOSFORO.	79
4	RESPUESTA DEL GIRASOL AL ESPACIAMIENTO ENTRE PLAN-TAS.	80

## INTRODUCCION

La República Mexicana comprende un total de 196 millones de hectáreas, de éstas, solo 117 millones son potencialmente agrícolas aunque en la actualidad únicamente 23 millones son laborables. De esta superficie, 18.2 millones se manejan bajo condiciones de temporal y 4.8 bajo riego.

En la superficie bajo riego se tiene el problema de agotamiento de nutrimentos que es causado por el uso intensivo del suelo así como por el arrastre del agua de riego. De los 18.2 millones de hectáreas de temporal, 7.5 millones son prácticamente improductivas debido a su aridez y de los 10.7 millones restantes, 4 millones padecen un déficit hídrico severo (menos de 400 mm de precipitación media anual).

En nuestro país, tradicionalmente no se ha sembrado girasol en grandes superficies, en el año 1971 fué cuando llegó al máximo alcanzando aproximadamente 60 mil hectáreas. Progresivamente disminuyó ésta, debido al impulso de granos básicos como maíz y frijol, así como al desconocimiento del manejo del cultivo, lo que provocó rendimientos bajos.

Actualmente se cultivan en México unas 15 mil hectáreas y se estima que se puede incrementar esta superficie en unas 300 mil, esto sin despalzar significativamente al maíz ni al frijol, pero sí formando parte de las rotaciones regionales de cultivos. (INIA, 1981)

Algunas de las características más importantes del girasol son: buena resistencia a sequía, resistencia a bajas temperaturas, y alto porcentaje de aceite. Tomando en cuenta lo anterior se considera que optimizando los recursos -- disponibles se puede recomendar como cultivo de excelente -- retorno económico.

Por otro lado se considera de gran interés aumentar su productividad ya que resulta negativo, bajo la situación -- prevalente de la Nación, importar alrededor de 1 millón de' toneladas de oleaginosas.

Las actuales condiciones del cultivo de girasol en México se pueden resumir en los siguiente: a).-rendimientos -- relativamente bajos en el promedio nacional. b).-superficie sembrada menor que la potencial. En ambas es factible incidir para aumentar su producción, sin embargo, se estima que en la primera pueden incrementarse los rendimientos mediante el uso racional de la fertilización(que sigue siendo la' columna vertebral de la producción) ya que como se mencionó, los imponderables climáticos no afectan en gran medida al -- girasol.

Estas perspectivas son factibles de realizar dada la -- situación de México en materia de producción de fertilizantes. A la fecha se dispone ya, de no menos de 12 unidades -- industriales con 67 plantas de producción.

En el caso de los nitrógenos se estima una producción de --

alrededor de 3 millones de Ton/año de amoniaco anhidro.

Por las razones anteriormente señaladas, el cultivo del girasol resulta atractivo para el Distrito de Riego No. 93' ubicado en el Municipio de Tomatlán, Jal., en donde puede prosperar satisfactoriamente, caso contrario de otros cultivos como ajonjolí, maíz, sorgo, etc. y es factible como alternativa para rotación de cultivo con el arroz.

Dadas las características tan especiales de los suelos de la zona de estudio, tales como topografía ondulada, poco espesor, drenaje deficiente, presencia de estratos cementados y gran erosionabilidad, dichos suelos presentan problemas para su uso: Actualmente, los cultivos en explotación más significativos son pasto y arroz.

Como ya se mencionó, estos suelos son altamente erosionables, élllo, conjuntamente con las altas cantidades de agua que se usan para cultivar arroz están degradando seriamente estos suelos, aunado a ello, se están actualizando otros problemas por el monocultivo del arroz siendo entre otros el de malezas.

El Campo Agrícola Experimental Auxiliar Tomatlán, dependiente de INIA , ha realizado investigaciones a lo largo de 3 años evaluando variedades e híbridos de girasol. El análisis conjunto de los años de prueba indica que los híbridos IS 891, IS 893, y Sun Hi 338, así como la variedad -

Cernianka, son las que reportan mejor adaptación en cuanto a rendimiento de grano y contenido de aceite. Experimentalmente se han tenido rendimientos de 2312 kg/ha con el híbrido Sun-Hi 338 1/

En el ciclo otoño-invierno, el Distrito de Riego No. 93, a través de su jefatura de operación, tiene establecido lotes comerciales de prueba de 36 hectáreas y se ha proyectado la siembra de 1040 Has. 2/

Todos los comentarios anteriores refuerzan la implantación de un programa de investigación tendiente a crear un paquete tecnológico para el cultivo del girasol; dentro de este paquete, se considera que el factor fertilización es primordial ya que es decisivo en la obtención de buenos o malos resultados.

- 1) Informes de labores del Programa de Oleaginosas. CAECJAL-CIAPAC. INIA. SARH.
- 2) Departamento de estadística. Jefatura de operación del Distrito de Riego No. 93.

## II. - REVISION DE LITERATURA

### 2.1.- GENERALIDADES SOBRE EL CULTIVO DEL GIRASOL

El girasol es un cultivo de gran potencial en México y junto con la colza constituyen las oleaginosas más eficientes en la producción anual de grano y aceite de buena calidad. Desafortunadamente se le ha usado como sustituto del maíz.

Esto ha detenido y hasta evitado su desarrollo en regiones agrónomicamente potenciales en donde su cultivo representa una fuente segura de ingresos, además de que ayudaría a reducir las importaciones de aceite que el país tiene que hacer cada año. INIA, (1982).

Leon en 1982 menciona que cuando en una región se inicia la siembra de un cultivo, es común que se adopte la tecnología de producción de su lugar de origen. Así mismo menciona que este hecho trae consigo pérdidas para el productor, debido a que las especies vegetales se comportan de manera diferente en los diversos agrosistemas y recalca sobre la importancia de realizar estudios que conlleven a optimizar el uso de recursos.

### 2.1.1.- ORIGEN

Robles en 1980 dice que el centro de origen del girasol definitivamente se encuentra en América, en donde se ha encontrado a través de todo el continente una gran cantidad de especies del género *Helianthus*. Respecto al girasol cultivado que proviene de la especie *annuus*, es muy probable que tenga su origen en la parte norte de México y en la zona árida del medio oeste de Estados Unidos. Otros autores consideran que la especie *Helianthus annus* L. se encuentra dispersa principalmente entre los 25 a 45° latitud norte. Sin embargo, también otros autores afirman que es originario de Perú donde se le conoce como flor peruana del sol.

### 2.1.2.- USOS

El girasol tiene diversos usos, llegando inclusive a considerarse como maleza, actualmente es objeto de innumerables investigaciones ya que además de ser un excelente productor de aceite de magnífica calidad, la torta que queda después de extraerle el aceite, contiene aproximadamente el 30% de proteína y puede usarse en la elaboración de raciones y concentrados para ganado. Se puede usar como especie forrajera en verde por su alto contenido de proteína y por su alta producción de materia orgánica. Investigadores Canadienses estudian la posibilidad de extraer pectina de los tallos

y del meollo del capítulo. Mas importancia reviste la actual atención que el girasol recibe como una nueva fuente renovable de energía ya que investigaciones realizadas demuestran' que contiene el 94% de energía contenida en la misma cantidad de aceite diesel. (Lees, 1982 y Robles, 1980).

### 2.1.3.- DESCRIPCION BOTANICA

Pohelman en 1974 menciona que el girasol es una planta alógama, anual, herbácea, perteneciente a la familia compositae, y que su clasificación botánica es la siguiente:

Reino-----	Vegetal
División-----	Tracheophyta
Sub-división-----	Pteropsida
Clase-----	Angiospermas
Sub-clase-----	Dicotiledóneas
Orden-----	Synandreae
Familia-----	Compositae
Sub-familia-----	Tubiflorae
Tribu-----	Helianthae
Género-----	Helianthus
Especie-----	Annus
Nombre científico-----	Helianthus annuus L.

#### 2.1.4.- MORFOLOGIA

Robles en 1980 cita morfológicamente a la planta de girasol como de raíz pivotante que puede penetrar según la textura de los suelos y que generalmente se desarrolla en los primeros 0.50 m ya que es donde se encuentra la mayor cantidad de raíces primarias y secundarias; el tallo es mas' o menos cilíndrico, su altura es variable, va desde 1 m. hasta, ocasionalmente 3 m. las hojas son óvales triangulares, con los bordes aserrados, con presencia de alta pubescencia, las nervaduras son bien desarrolladas, su tamaño es variable y siempre son alternas. La inflorescencia del girasol es un' capítulo, formado por un receptáculo que contiene gran cantidad de florecillas que se encuentran en forma radial del centro a la periferia. Después de la fecundación se forma el -- fruto, botánicamente conocido como aquenio, su tamaño regularmente es de 0.01 m.

#### 2.1.5.- CONDICIONES OPTIMAS ECOLOGICAS

Lehman, citado por Leon, (1981) realizó estudios con girasol en áreas desérticas de California y señala que esta' oleaginosa se adapta bien a estas condiciones aunque los rendimientos no fueron muy altos; concluyeron que se puede mejorar con el uso de híbridos más rendidores, resistentes a insectos y enfermedades. Robles, (1980) señala que las condiciones óptimas ecológicas que requiere el cultivo son las --

siguientes: puede producir bien en una latitud entre 45° latitud norte y 35° latitud sur; se puede sembrar en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1000 m. de altura - aunque existen regiones donde se cultiva girasol de alrededor de los 2500 m. de altura. La temperatura media óptima es de 20° C, sin embargo, resiste bien temperaturas de 6° C., - las temperaturas máximas son alrededor de 40°C. Los requerimientos hídricos del girasol son de 400 a 500 mm. repartidos regularmente. En lo que se refiere a fotoperiodo, el girasol es una planta típicamente indiferente.

Las condiciones edáficas, citadas por el mismo autor, para el buen desarrollo de la planta son las siguientes: en cuanto a textura, menciona que es un factor importante para la penetración del sistema radicular y que obviamente prefiere los de textura tipo migajón; el pH adecuado es de 7 a 7.5 pero se han aprovechado suelos ácidos de alrededor de un pH de 6.5 y también otros con poco más de 8. El girasol puede presentar deficiencias de cobre presentando síntomas como clorosis y enroscamiento de los bordes. El boro es uno de los elementos menores muy importante para el girasol ya que es muy sensible a esta deficiencia, inclusive, esta planta se usa como indicador en investigaciones de suelos.

## 2. 2.- RELACIONADO A PRACTICAS DE MANEJO

### 2.2.1.-CULTIVOS MULTIPLES

De acuerdo con Andrews y Kassam (citados por Aguilar - en 1978), el cultivo múltiple se define como el conjunto de prácticas de cultivo mediante las cuales, la producción total de una unidad de superficie en un año agrícola, se obtiene a través del desarrollo simultáneo de varios cultivos, de cultivos solos en secuencia, o mediante la combinación de -- cultivos mixtos (asociados) y solos en consecuencia (la intensificación de cultivos en las dimensiones tiempo y espacio, desarrollo de dos o más cultivos en el mismo campo durante un año).

Se reconocen dos sistemas principales de cultivos múltiples: cultivos intercalados y cultivos en secuencia, estos últimos son definidos por los autores mencionados en los siguientes términos:

#### 2.2.1.1.-CULTIVOS EN SECUENCIA

Se denomina cultivos en secuencia al desarrollo de dos o - mas cultivos consecutivos en el mismo campo por año. El cultivo que sucede es sembrado después de que el cultivo que le precede ha sido cosechado. La intensificación de cultivos es solamente en la dimensión de tiempo. No hay competencia entre cultivos. El agricultor maneja un solo cultivo a'

la vez en el mismo campo.

De este sistema existen algunas variantes definidas por el número de cultivos que se desarrollan en secuencia durante un año, como son cultivo doble, triple o cuádruple.

Aguilar en 1978 menciona que los diferentes sistemas de -- cultivos múltiples varían de acuerdo con la disponibilidad de - recursos por los agricultores (tierra, capital, mano de obra, - etc.). De tal modo que el patrón de cultivos en secuencia tien- de a ser aplicado mas ampliamente por el sector de agricultura' comercial, donde los niveles de tecnología y recursos del agri- cultor son altos. Lewis y Phillips en 1976 recalcan que los cul- tivos sucesivos, bajo condiciones de agricultura comercial, per- miten maximizar la producción total por hectárea e implica un - uso mas intensivo de la tierra, maquinaria, mano de obra y capi- tal.

Los cultivos en secuencia tienen sus variantes en cuanto ' a los cultivos consecuentes, de ésta manera tenemos los siguien- tes sistemas: a).- sembrar la misma especie una vez que se ha - cosechado. b).- Una vez cosechada esa especie sembrar otra dife- rente. A este último sistema también se le conoce como rotación de cultivos.

### 2.2.1.2.-ROTACION DE CULTIVOS

Bear en 1963 dice que en el principio de rotación de cultivos las cosechas dedicadas a la conservación de la materia orgánica juegan un papel muy importante y que en general los rendimientos por hectárea pueden elevarse por la adopción de planes de cultivo que permitan la producción de una serie de cosechas que no se hallen muy relacionadas entre sí. Así pues, la rotación de cultivos es importante como medio de mantener los rendimientos a un alto nivel, con ahorro considerable en gastos de fertilizante y notable economía de producción.

Dzanagov en 1980 investigó en Rusia sobre la productividad del girasol en una rotación de maíz/ girasol/ trigo, -- utilizando niveles de nitrógeno, fósforo y potasio. Concluyó que la productividad de los cultivos fué más alta cuando se usaron las formulaciones 140-180-80 para maíz y trigo, y para girasol la 120-120-60. En maíz y trigo, el contenido de proteína fué más alta cuando se usó la fórmula 210-180-40 y en girasol con 180-120-60 finalmente, observó que el contenido de aceite en girasol aumentó cuando se aplicó fertilizante.

### 2.3.- ABASTECIMIENTO NUTRIMENTAL

Los principios nutritivos que las plantas necesitan - proceden del aire y del suelo, sin embargo los últimos por - su presencia o ausencia causan mas impacto en la producción' en cuanto a los primeros es prácticamente imposible que lle- guen a faltar en siembras comerciales. De los elementos que' las plantas toman del suelo que repercuten mas en la produc- ción, son nitrógeno, fósforo y potasio.

Sobre la cantidad de cada uno de ellos que se debe de emplear, se han seguido diversos procedimientos: análisis de - suelos, análisis foliar, experimentos de campo y de invernado - ro, etc. en el caso del fósforo, es posible, mediante análisis realizar un conteo de lo extraído por la planta, lo contenido' en el suelo y las probables pérdidas por fijación y en base a' ello determinar con cierta aproximación la cantidad requerida. En el caso del nitrógeno es mas difícil debido a 'la movilidad' y a las transformaciones que sufren algunas formas iónicas ya' que es una variable que fluctúa en profundidad, en tiempo y en la conversión de sus formas iónicas por tal motivo las determi - naciones de nitrógeno requerido usando análisis de suelo como' criterio son cuestionables.

La cantidad de estos nutrimentos que es extraída del suelo esta directamente influenciada por: a).-La cantidad de plantas por unidad de superficie y b).-Las especies que habi- - tan en ella. De tal manera que es de gran importancia estable

cer el número óptimo de plantas para evitar competencia por nutrimentos así como de otros factores como agua, luz, etc.

### 2.3.1.-NITROGENO

#### 2.3.1.1.-IMPORTANCIA

Dentro de los elementos esenciales para las plantas,--ninguno es considerado mas importante que otro, sin embargo, si tuviera que optarse por uno de ellos, tal calificativo correspondería al nitrógeno, puesto que todo organismo vivo lo requiere para su crecimiento y reproducción, es constituyente de todas las proteínas, de todas las enzimas, del ácido -desoxirribonucleico, etc. A nivel mundial las mayores deficiencias de nutrimentos que se presentan en los cultivos son de nitrógeno, las mayores respuestas, a la fertilización en términos de productividad, obedecen a las aplicaciones de este elemento, la mayor demanda, producción, comercialización' y consumo de fertilizantes en el mundo, son nitrogenados. Pineda, (1980).

Alcalde en 1980 cita que el nitrógeno es el cuarto en -importancia desde el punto de vista nutrimental y su concentración varía desde 0.63% en el suelo.

Bear en 1963 menciona que el nitrógeno gaseoso no puede ser utilizado por las plantas o por los animales hasta que -se haya combinado con hidrógeno y oxígeno. Ello se consigue'

por la actividad de los microorganismos fijadores del nitrógeno, mediante descargas eléctricas en la atmósfera o por procesos industriales de fijación. Menciona también que las plantas utilizan el nitrógeno que se halla en la materia orgánica, complementado por suministros adicionales en forma de estiércol o fertilizantes.

Con los procesos para producir  $\text{NH}_4$  a través del nitrógeno del aire se está generando alrededor de  $6 \times 10^6$  Ton. de nitrógeno por año, mismos que son aplicados al suelo. En tanto que por fijación simbiótica se calcula para Estados Unidos, alrededor de  $5.5 \times 10^6$  Ton. de nitrógeno, de ahí la importancia que tiene como fuente el nitrógeno atmosférico. Alcalde (1980).

#### 2.3.1.2. - CONTENIDO DE NITROGENO EN EL SUELO

Al respecto Pineda en 1980 señaló que los contenidos de nitrógeno mineral en los suelos son muy variables; cuando no se aplica fertilizantes nitrogenados, el nivel del nitrógeno mineral en invierno en un suelo en barbecho raramente excede las 10 ppm y lo mas frecuente es que permanezca por debajo de 5 ppm en la capa arable.

Vantallen, (citado por Pineda en 1980) reporta que durante el verano y primavera el contenido de nitrógeno mineral en los suelos llega generalmente a niveles de 40 - 60 ppm en capas arables de suelos fértiles. En suelos ricos en materia orgánica, pueden llegar hasta 400-600 ppm. sin embar

go, éstas cantidades tan altas pueden deberse a sustancias orgánicas que no pueden ser diferenciadas en el proceso analítico. En climas tropicales y subtropicales, así como en zonas áridas temporaleras, las fluctuaciones en el contenido de nitrógeno inorgánico sigue mas bien la secuencia de humedecimiento secamiento que la de calor-frío. En regiones tropicales húmedas el contenido de nitrógeno inorgánico está correlacionado negativamente con las lluvias.

Así lo demuestran investigaciones realizadas por Schofield en 1945, donde encontró que durante la época de sequía se acumularon 100 ppm de nitrógeno mineral en la capa arable de suelos barbechados; tales contenidos llegaron hasta 400 ppm cuando se aplicó estiércol; sin embargo, a la llegada de las primeras lluvias se produjo un rápido lavado de casi el total de dicho nitrógeno.

Por otro lado, Alcalde en 1980 menciona que la acumulación de nitrógeno en el suelo depende de la fertilización, así mismo menciona que existen épocas que están dadas por las condiciones de temporal y por las condiciones de aereación; así se tendrá que en los meses de mayo, junio y julio hay mayor generación de nitrógeno en el suelo.

El mismo autor hace unas consideraciones prácticas y dice que a nivel del suelo algunos compuestos de nitrógeno

( $\text{NO}_3^-$ ) con carga negativa y dado que el suelo tiene una capacidad de intercambio aniónico muy baja; hay lixiviación de estos compuestos. Concluye que en los factores que influyen en la lixiviación de nitrógeno principalmente en la forma  $\text{NO}_3^-$  son:

- a).- Precipitación continua e interrumpida
- b).- Presencia de texturas gruesas
- c).- Presencia de bajas temperaturas

Los suelos de pastizales son generalmente bajos en nitrógeno inorgánico (conteniendo alrededor de 5 ppm) a travez de todo el año; ello debido a que los pastos toman rápidamente el nitrógeno mineral.

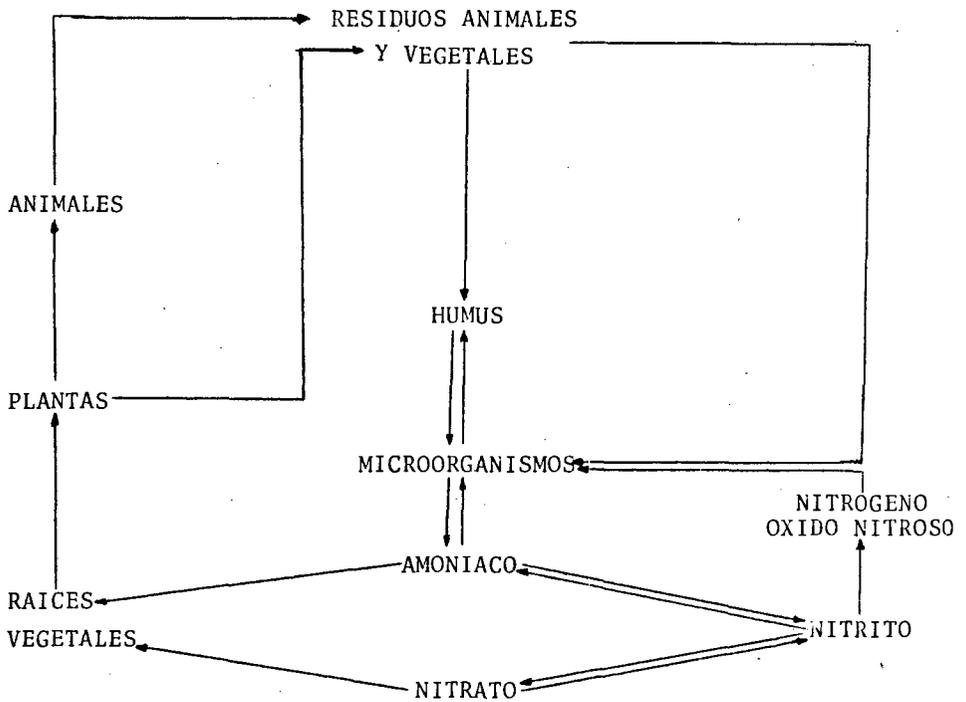
Scorbrook en 1965 indica que si bien las bajas temperaturas reducen la disponibilidad de las formas asimilables del nitrógeno, de existir éste, las plantas lo pueden absorber a temperaturas muy bajas (0-15°C). En cuanto a humedad, los nitratos se acumulan en épocas secas y se ha observado la tendencia de las plantas de contener mas nitrógeno en condiciones de "stress" por deficiencia de humedad, puesto que los nitratos pueden ser absorbidos por la planta aún por debajo del punto de marchitamiento del suelo; sin embargo, por otro lado debe tenerse presente que en condiciones de sequedad se incrementa la fijación de amonía, en las arcillas tipo 2:1 existe una periodicidad en la disponibilidad del nitrógeno con las -

estaciones, lo cual está obviamente relacionado con los factores temperatura y humedad.

Las fuentes mas comunes que aportan nitrógeno al suelo como amoniaco, sulfato de amonio, nitrato de amonio, fosfato de amonio, nitrato de calcio, nitrofosfatos, nitrato de potasio y nitrato de sodio, son igualmente rápidos en su disolución y pasaje a la solución del suelo o al complejo de cambio cuando -- son aplicados a un suelo húmedo y son considerados como fuentes de disponibilidad inmediata; sin embargo, existen compuestos como la cinamida cálcica que es de lenta disponibilidad, ya que debe seguir una serie de transformaciones para convertirse en urea, igualmente la urea formaldehído es de lenta disponibilidad . Bartholomew y Clarck, (citados por Pineda en 1980). Leon reporta que en los suelos de Guanajuato con pH de 7.8 y 2% de materia orgánica obtuvo contenidos de 31-94 kg. de nitrógeno -- por hectárea y en suelos de cotaxtla de pH 6.4 y 3% de materia orgánica obtuvo contenidos de 16-106 kg. de nitrógeno por hectárea.

El contenido de nitrógeno en el suelo está influenciado directamente por: a).-Pérdidas, ya sea por lixiviación o denitrificación y b).-Fijación, mediante procesos de nitrificación, por la acción de microorganismos, por descargas eléctricas y por la adicción de materia orgánica y fertilizantes. Reforzando lo anterior, Campbell y Lees en 1966 anotan el ciclo biológico de transformación de nitrógeno en el suelo. Cuadro 1.

CUADRO 1. TRANSFORMACIONES BIOLÓGICAS DEL NITRÓGENO EN EL SUELO  
(CAMPBELL Y LEES 1966)



### 2.3.1.3.- FORMAS ASIMILABLES

Investigadores del Instituto Nacional de Nutrición Vegetal (N.P.F.I., por sus siglas en inglés), en 1980 mencionaron que las plantas no pueden tomar o hacer uso de los alimentos primarios en su forma elemental. El nitrógeno es un gas incoloro. El fósforo elemental se inflama cuando se expone al aire. El potasio elemental es un metal gris claro que se quema violentamente al contacto con el agua.

Para ser aprovechados por las plantas, estos elementos alimenticios deben asociarse con otros elementos determinados en la forma de compuestos químicos específicos. Por lo anterior, la cantidad presente del elemento nutritivo, en cualquiera de sus compuestos, es solamente una parte del total de éstos.

Las formas básicas de absorción de nitrógeno son amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Pueden ser absorbidas pequeñas cantidades de aminoácidos, pero no comparables en importancia y magnitud a las dos anteriores. Alcalde, (1980) y Pineda, (1980). El  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$  van a tener transcurros de absorción diferencial metabólica debido a los niveles de oxidación-reducción que presentan, dado que dentro de las sustancias vegetales hay variabilidad genética en lo que se refiere a las formas de asimilación de las formas oxidadas. Mientras que para la asimilación de  $\text{NH}_4^+$  es sencillo, debido al proceso --

solo de una aminación reductiva, para el  $\text{NO}_3^-$  se necesita reducción a nivel amoniacal. Alcalde, (1980).

Por su parte, Pineda en 1980 señaló que el  $(\text{NH}_4^+)$  es mas influenciado que el  $(\text{NO}_3^-)$  en su absorción, por el pH del medio; esto lo confirma Alcalde en 1977 cuando reporta que en plantas jóvenes de cebada, remolacha y papa a pH 6.8 el  $(\text{NH}_4^+)$  y el  $(\text{NO}_3^-)$  son absorbidos casi en la misma porción, mientras que a pH 4 son absorbidos los  $(\text{NO}_3^-)$  en proporción considerablemente mayor; el rango de pH, de absorción de  $(\text{NO}_3^-)$  es de 4.5 a 7 y de  $(\text{NH}_4^+)$  es de 5.5 a 6.5 preferentemente.

#### 2.3.1.4.-OPORTUNIDAD DE APLICACION

Turrent, Laird y Estrella (1969) señalan las siguientes situaciones cuando se aplica todo el nitrógeno a la siembra:

- a).-Afectación de la nacencia en algunas especies (maíz).
- b).-Pérdidas por lavados en suelos arenosos.
- c).-Competencia de utilización del nutrimento por parte de malezas.
- d).-Mayor producción de follaje y poco grano.

Sin embargo, cuando se usan niveles bajos de nitrógeno no es recomendable fraccionar como lo demuestran Méndez y Maldonado' en 1974 cuando estudiaron en 10 experimentos, dosis y épocas de aplicación en maíz en donde no encontraron diferencias entre épocas de aplicación y lo achacan precisamente a los bajos nive

veles de nitrógeno estudiados.

Por su parte Pineda en 1980 menciona que al iniciar su desarrollo una planta debe contar con un abastecimiento suficiente de nitrógeno que le confiera un impulso inicial de crecimiento, pero que no vaya a significar, por otro lado, - una concentración tal que dañe las primeras raicillas y frene el desarrollo.

### 2.3.1.5.-DEFICIENCIAS

Según el contenido de nutrimentos en la planta pueden ser diferenciados 5 grados de abastecimiento, como se señala en el siguiente cuadro.

CUADRO 2  
GRADOS DE ABSORCION NUTRIMENTAL Y SUS RESPECTIVOS VALORES LIMITANTES. FINK, (CITADO POR ALCALDE EN 1978)

A	B	C	D	E
DEFICIENCIA AGUDA	DEFICIENCIA LATENTE	BUEN ABASTECIMIENTO.	CONSUMO DE LUJO.	TOXICIDAD
VALOR LIMITE DE SINTOMAS' DE DEFICIENCIA.		VALOR LIMITE' DE PRODUCCION		VALOR LIMITE DE TOXICIDAD.
AUMENTO EN LA CONCENTRACION DEL NUTRIMENTO				

El crecimiento de las plantas puede ser restringido por numerosas causas produciendo abatimiento en la producción. - Existen en la literatura numerosas publicaciones, describiendo los diferentes síntomas por alteraciones nutrimentales bajo las mas variadas condiciones de clima, suelo y especies.

En general, Alcalde en 1978, considera como síntoma una señal de aviso, o una señal de enfermedad. En caso de síntomas por anomalías nutrimentales en las plantas superiores, - debe considerarse como toda desviación de las plantas normales; escogiendo para ello como comparación una planta que se acerque a lo máximo a la condición ideal bajo condiciones específicas del sitio.

Edmond, Senn y Andrews en 1967, ponen de manifiesto --- que el nitrógeno existe en el suelo en cantidades variables y que éste produce notables efectos, de acuerdo a su concentración, en las fases vegetativas y reproductivas. Describen así mismo los síntomas de deficiencias de nitrógeno de la siguiente manera: En las monocotiledóneas la porción media del limbo de la hoja se vuelve amarillenta, pero las márgenes -- permanecen verdes; en las dicotiledóneas la hoja completa se vuelve uniformemente amarilla.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Nutrición Vegetal de Estados Unidos (N.P.F.I.) en 1980 señala que los síntomas comunes de deficiencia de nitrógeno en los cultivos se resumen a lo siguiente: Color verde amarillento enfermizo, - desarrollo distintivamente lento y escaso y secado o quemado de las hojas que comienza de la base de la planta y sigue -- hacia arriba de la misma.

De acuerdo al grado de deficiencia será la manifestación de los síntomas variando desde el buen abastecimiento - el cual se refleja en buen desarrollo y óptimo rendimiento; hasta un abastecimiento pobre que se refleja en el raquíptico desarrollo e inclusive la muerte de la planta.

## 2.3.2.-F O S F O R O

### 2.3.2.1.-IMPORTANCIA

Alcalde en 1981 señala que el abastecimiento de los suelos va a estar establecido en la litósfera y que la erosión es uno de los fenómenos que afecta en mayor grado la deposición de los fosfatos; por otra parte su reciclaje dentro de la ecósfera es muy limitado; a este respecto Bear dice que el fósforo extraído del suelo por las plantas es devuelto en una mínima parte por las explotaciones agrícola-ganaderos y nulo por los sistemas agrícolas.

Lo anterior conduce a pensar que el fósforo es un recurso no renovable en forma natural en suelos cultivados, a no ser por el agregado de fertilizantes y materia orgánica.

Esto nos lleva a la conclusión de que el abastecimiento de fósforo en suelos cultivados es conveniente el uso de fertilizantes fosfatados.

Alcalde en 1981 explica que la alta reactividad y la poca cantidad de fósforo en formas asimilables que se presenta en el suelo, implica que el abastecimiento de las plantas sea directamente de la solución del suelo, esto repercute en que el abastecimiento de fosfatos requeridos por las plantas sea dificultoso ya que la cantidad existente es mínima, aun

do a esto existe una competencia por el fósforo con microorganismos existentes en el suelo. A medida que se aumenta el número de fosfatos en el suelo, se facilita su disponibilidad.

Reforzando lo anterior Bear 1963 indica que el fósforo contenido en la profundidad arable de los suelos oscila normalmente entre 0.025 y 0.125% siendo el de 0.06% el valor medio; esto equivale a 1,350 kg/ha.

#### 2.3.2.2.-CONTENIDO DE FOSFORO EN EL SUELO

Los factores que afectan la disponibilidad de fósforo en el suelo generalmente se correlacionan entre si y pueden también actuar separadamente. Alcalde en 1979 menciona que la disponibilidad de fósforo en el suelo se ve afectada por: pH, humedad, elementos químicos, humus y por la actividad microbiológica.

Bear en 1963 concuerda con lo anteriormente señalado cuando concluye que la fijación o disponibilidad de fósforo puede ser debido a la precipitación causada por calcio, hierro o aluminio dependiendo de la acidez o alcalinidad. Agrega el citado autor que puede ser, también el resultado de un proceso microbiológico así como por las condiciones hídricas del suelo.

Wada y Harward, (citados por Gutiérrez en 1974 señalan que la absorción de fosfatos, usualmente se asocia con la -- presencia de aluminosilicatos e hidróxidos de fierro y alumi<sup>ni</sup>o. Al estudiar la fijación de fósforo proponen que debe es<sup>t</sup>udiarse en suelos de pH alrededor de 4 . Saunders, en 1959' concuerda con esto, sin embargo indica que la máxima reten<sup>ci</sup>ón estaba dada en pH de 3.5 y 7.0 decreciendo rápidamente' antes y después de este márgen.

Alcalde en 1980 desglosa cada uno de los factores que - afectan la disponibilidad del fósforo. El factor pH lo men<sup>ci</sup>ona en dos fracciones: a).- Nivel de estabilidad de los co<sup>l</sup>oides es decir, cuando la actividad  $H^+$  es muy elevada en el medio edáfico, trae como consecuencia una desestabilización de las estructuras coloidales lo que genera que haya una su<sup>per</sup>ficie de carga aniónica cada vez mas intensa produciendo' una absorción de los fosfatos existentes en la solución. - - b).- Formas de fósforo en la solución; al aumentar el pH el' nivel de ionización del grupo fosfato es cada vez menor. A - un pH de 7.4 la relación  $H_2 PO_4^- : HPO_4^{=}$  es de 0.8 mientras -- que a pH ligeramente menores como 6.3 la relación es de 6.0, o sea que a medida que aumenta el pH, la velocidad de absor<sup>ci</sup>ón va a ser cada vez menor.

Otro de los factores mencionados por Alcalde es la hume<sup>dad</sup>; al respecto dice que la alta reactividad del radical -- fosfato le impide que tenga desplazamientos fuertes, de ahí' que su nivel de difusión sea muy pequeño. En el caso de poca

humedad disponible se propiciarán zonas de alta concentración y viceversa.

Los elementos químicos que afectan la disponibilidad del fósforo en el suelo se pueden dividir, de acuerdo a su reacción, en:

a).- Iones sinérgicos existe una gran cantidad de evidencias que señalan que la aplicación del nitrógeno favorece la absorción de fósforo, esto va en proporción a la colocación del nitrógeno con respecto al fósforo, al volumen de suelo fertilizado y a la concentración de nitrógeno y fósforo, así como la fuente de nitrógeno, esto último refiere el autor, se basa en que ciertas fuentes de nitrógeno tienen la propiedad de formar  $\text{NH}_4$ . el cual, es mas eficiente para incrementar la asimilación de fósforo que las formas nítricas. Al respecto Blair et al, (citados por Alcalde, en 1981) en investigaciones realizadas determinaron que la influencia de fuentes de nitrógeno sobre contenido de fósforo en plantas de maíz fue mejor con el tratamiento de  $\text{P} + (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  y que la adición de fósforo en  $\text{P} + \text{KNO}_3$  fué inferior, inclusive que la adición de fósforo solo.-

b).- Iones inmovilizadores, al respecto Beer en 1963 señala que existen en el suelo elementos que precipitan al fósforo, esto como ya se a mencionado es debido a la alta reactividad de los fosfatos, los elementos inmovilizadores mas comunes son el Ca, Fe y Al, ahora bien, los iones de Fe y Al se presentan en mayores cantidades conforme baja el pH del suelo y el ion calcio se presenta cada vez mas a medi

da que aumenta el pH. Alcalde, (1980)

La materia orgánica afecta la disposición de P en dos formas: Primero, algunos materiales orgánicos, al descomponerse producen fosfatos que pasan a formar parte del complejo del suelo; segundo, producen, mediante el efecto húmico - una actividad de  $H^+$  que produce cambios en las formas de P - en el suelo.

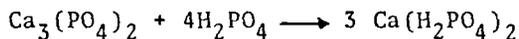
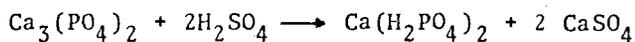
#### 2.3.2.3.-FORMAS ASIMILABLES

Básicamente las plantas absorben el fósforo en forma de fosfatos, Edmon, Senn y Andrews en 1967 lo afirman y agregan que tales iones son el fosfato dihidrogenado ( $H_2PO_4$ ), el fosfato monohidrogenado ( $HPO_4$ ) y el ión fosfato ( $PO_4$ ) de los cuales el principal portador es el superfosfato. Por su parte Alcalde en 1980 agrega que los vegetales absorben el fósforo en forma de iones ortofosfato primario ( $H_2PO_4$ ) y además, en fracciones de tipo orgánico como son los fosfolípidos, ácidos nucleicos, azúcares fosforados, etc., solo que la cantidad absorbida de esta fracción se considera mínima desde el punto de vista de requerimiento de los cultivos.

#### 2.3.2.4.- FUENTES DE FOSFORO

Se ha calculado que alrededor de 3,500 millones de toneladas de fósforo son conducidas a estratos marinos profundos y para lograr su sustitución para el crecimiento vegetal, deberá provenir de depósitos nuevos. De acuerdo a lo anterior, la cantidad de fósforo en el suelo es cada día menor, puesto que no existe una reposición rápida ya que ésta está dada -- por la deposición de apatitas, así como de materiales de tipo sedimentario, además de la fracción orgánica. Respecto a lo anterior, Alcalde en 1980 señala que la erosión es un fenómeno que afecta en mayor grado la deposición de los fosfatos; por lo que su reciclaje dentro de la ecósfera es muy limitado. Esto repercute en que el abastecimiento de fosfatos requeridos por las plantas sea dificultoso ya que la cantidad existente es mínima y propone que la solución a los problemas de abastecimiento de fósforo es la utilización de una mezcla de fosfatos inorgánicos y abonos orgánicos.

Edmon, Senn y Andrews, en 1967 refieren que el principal portador de fosfatos es el superfosfato y que este material se obtiene tratando la roca fosfórica con ácido sulfúrico o ácido fosfórico según las ecuaciones:



En el primer caso, cuando se agrega ácido sulfúrico a la roca fosfórica se produce el superfosfato de calcio mas yeso, la concentración de  $P_2O_5$  varía de 16 a 20% según la cantidad de fosfato y yeso; en el segundo caso, cuando se agrega ácido fosfórico, el resultado es el superfosfato de calcio triple con una concentración de 40 a 50% de  $P_2O_5$ .

Bear en 1963 explica como la materia orgánica aporta fosfatos a la solución del suelo; el fosfato cálcico es el constituyente primario de los huesos en una proporción de 15 a 20%, así mismo el estiércol devuelve al suelo fósforo, pero en menos cantidad.

Por su parte la FAO en 1970 hace un listado de los fertilizantes fosfatados en los cuales menciona como los de mas uso al superfosfato de calcio simple con una concentración de 16 a 20%, superfosfato de calcio triple con 46%, el fosfato bicálcico con 35 a 42%, la roca fosfórica con 20 a 40%, y escorias con 16 a 20% de contenido de fósforo.

#### 2.3.2.5.-DEFICIENCIAS

Los síntomas de deficiencia de fósforo no son tan frecuentes como los de nitrógeno. Una carencia de fósforo se caracteriza por el retardo del crecimiento y en la madurez; en monocotiledóneas las hojas, tallos y peciolo muestran áreas rojizas; en dicotiledóneas en las hojas viejas, las nervaduras se vuelven rojizas y las hojas jóvenes toman un color --

oscuro o verde grisáceo. En frutales las flores se desprenden, los frutos son pequeños y de mala calidad y se forman muy pocas yemas. Edmon, Senn y Andrews, (1967) y Bear, (1963).

Más recientemente Alcalde en 1980 fue más específico en enseñar que las deficiencias de fósforo dan lugar a altas concentraciones de nitrógeno inorgánico, los cuales generan la acumulación de productos tóxicos para la planta, o sea que el fósforo tiene una alta interrelación con el metabolismo de ácidos orgánicos. Por otra parte esta deficiencia afecta más la síntesis de carbohidratos que la síntesis proteínica teniendo como consecuencia una acumulación de azúcares de bajo peso molecular los que se reflejan en una acumulación de antocianinas a nivel de tejido epidermal que dan un color púrpureo en el envés de las hojas, tallos y pecíolos .

#### 2.4.- DEFICIENCIAS NUTRIMENTALES DEL CULTIVO DEL GIRASOL.-

La presencia de síntomas o alteraciones en los vegetales pueden ser atribuidos a aspectos de movilidad de elementos y dependiendo de dicha movilidad es que debe haber una reacción en cualquiera de los estratos metabólicos del vegetal.

Para apoyar lo anterior. en un experimento de invernadero llevado a cabo por Valdez y colaboradores en 1980, se'

indujeron deficiencias nutrimentales en plantas de girasol' para definir la sintomatología específica para cada uno de los nutrimentos, para llevar a cabo la evaluación, tomó como punto de referencia plantas creciendo en soluciones nutritivas completas. Los síntomas de deficiencia los describe de la siguiente manera:

Deficiencia de nitrógeno: Pésima consistencia, poco de desarrollo, raíces mas o menos abundantes, tallos con entrenudos largos y diámetro pequeño, clorosis en hojas adultas, - el amarillamiento va de la punta hacia la base de las hojas.

Deficiencia de fósforo: Consistencia regular, desarrollo anormal, raíces de aspecto normal y abundantes (deficiencia aguda; color grisáceo oscuro), tallo con entrenudos cortos y grosor normal, las hojas adultas de color amarillento con necrosis en los bordes.

Deficiencia de potasio: Buena consistencia, poco desarrollo, raíces abundantes de aspecto normal, tallos con entrenudos cortos, hojas de tamaño medio; las hojas viejas y maduras de color amarillento y enrollamiento hacia el envez, presenta necrosis que se inicia de los bordes hacia el centro.

Deficiencia de Calcio: Poco desarrollo y consistencia débil, raíz escasa y necrótica, tallos delgados con entrenu-

dos cortos, hojas pequeñas y color verde opaco, necrosis en las hojas adultas con enrollamiento hacia el haz, rápidamente la necrosis se presenta en hojas intermedias y jóvenes y muere la planta.

Deficiencia de Magnesio: poco desarrollo y consistencia regular, raíces abundantes y de aspecto normal, tallos con entrenudos de longitud normal, hojas adultas con bordes necroticos, hojas intermedias con clorosis intervenal y un ligero enrollamiento hacia el envez.

Deficiencia de fierro: Consistencia débil, raíz escasa, tallo con entrenudos alargados, hojas de color amarillento, color amarillento, clorosis general en hojas jóvenes con manchas necróticas en la base del imbo, en hojas adultas clorosis intervenal con manchas necróticas en la base del limbo.

Deficiencia de Boro: Buena consistencia, inhibición en el desarrollo, raíces abundantes con puntos necróticos en deficiencia aguda, clorosis intervenal en hojas jóvenes con arrugamiento hacia el envez (enrocetamiento).

Deficiencia de Manganeso: Consistencia débil, raíces abundantes de color grisáceo (raicillas necróticas) tallo con entrenudos normales, hojas de aspecto normal, con bordes necróticos y puntos o manchas pequeñas en toda la hoja, ligero arrugamiento en hojas jóvenes.

#### 2.4.1. - FERTILIZACION DE GIRASOL

La FAO en 1970 señaló que ciertos cultivos reaccionan mayor que otros en un determinado suelo. Una de las razones es que los diferentes cultivos necesitan distintas cantidades de elementos nutritivos, además el nivel de rendimiento de cosecha varía mucho según el nivel de disponibilidad de nutrientes.

Robles en 1980 indicó que la dosis fertilizante óptima va a ser según la región, sin embargo, en forma muy general recomienda que para el éxito económico con el cultivo del girasol, se puede emplear la fórmula 80-40-00 o con 120-80-00 respectivamente de nitrógeno fósforo y potasio. Por otra parte, señala que la densidad de población óptima para variedades productivas de grano son de 40,000 a 60,000 plantas por hectárea.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) a través de su Centro de Investigaciones en todo el país, ha realizado estudios sobre el cultivo del girasol, así pues en cuanto a requerimientos de fertilización, la fuente INIA es muy específica:

El CIAS en 1974 recomienda para el valle de Culiacán --- aplicar 40 kg. de nitrógeno por hectárea, o sea 40-00-00 a -- una distancia entre surcos de 0.80 a 0.92 m y a 0.15 a 0.25 - m. entre plantas.

El CIAGON en 1980 señala que es recomendable fertilizar el girasol con la misma dosis que para maíz o sorgo - - - - (80-40- 00) en bordos de 0.80 m. tirando de 6 a 8 semillas' por m. lo que dara' una poblacion de 40 a 60,000 plantas por' hectarea. Menciona que es mas importante el número de plantas por hectarea que la distancia entre surcos y entre plantas.

Rincón en 1981 recomienda usar la fórmula 80-40-00 ---- usando una poblacion de 45 a 50,000 plantas por hectarea, es to se logra dejando una planta cada 0.25 m. en surcos de --- 0.76 a 0.80 m. para los Valles Altos de la Mesa Central. Anteriormente Gallegos y Velazco en 1970 en la misma region, - decían que la aplicacion de fertilizantes incrementa los rendimientos de girasol al mismo tiempo que acelera la flora--- cion y la madurez, sugerían aplicar la fórmula 60-40-00 con' una densidad de poblacion de 40,000 plantas por hectarea. de jando una planta cada 0.30 m. en surcos a 0.76 a 0.92 m. de- pendiendo del equipo disponible para cultivar.

En 1980, Rodríguez y colaboradores en Guanajuato, sugie- ren una poblacion de 45 a 50,000 plantas por hectarea y la -- aplicacion de diferentes formulaciones de acuerdo a la canti- dad de lluvia anual siendo para precipitaciones de mas de -- 700 mm la fórmula 110-60-00 de 600 a 700 mm la 90-50-00; de - 500 a 600 mm la 60-40-00; de 400 a 500 mm la 40-30-00 y con - menos de 400 mm aplicar la fórmula 30-30-00.

Angeles sugiere en 1978, en base a investigación realizada para el estado de Tlaxcala , fertilizar el cultivo de girasol con 70 kg. de nitrógeno y 40 kg. de fósforo ( $P_2O_5$ ) además sembrar de 10 a 12 kg. de semilla en surcos a 0.76 m depositando una o dos semillas cada 0.25 m.

Para el estado de Puebla, Joaquín en 1976 recomienda que la dosis óptima es la 50-20-00, sembrando en surcos a 0.70 a 0.80 o 0.92 m. con una separación entre plantas de 0.25 a 0.30 m depositando 102 semillas por golpe y aclarando cuando tengan una altura de 0.15 a 0.20 m. dejando solamente una planta por mata.

García y Gallegos, en 1970 recomendaban para la zona semiárida del estado de Jalisco, aplicar en banda la fórmula 40-40-00. Mencionaban que la cantidad de semilla necesaria para una Ha. dependerá de la distancia empleada entre surcos, sin embargo, mencionaban como recomendable separar los surcos de 0.76 a 0.92 m. y depositar de 2 a 3 semillas cada 0.30 m. para después aclarar dejando únicamente una planta.

#### 2.4.2.-INVESTIGACION REALIZADA CON FERTILIZACION EN GIRASOL

En razón a la importancia de la producción de oleaginosas, en México como en otros países, la investigación se ha enfocado hacia el desarrollo de nuevas tecnologías para eficien--

tar el uso de recursos y aumentar dicha producción.

Radov, Popov y Popova en 1980 en la provincia de Volvograd, en Rusia, investigaron la productividad del girasol bajo condiciones de temporal evaluando diferentes dosis de fertilización a lo largo de tres años; obtuvieron como resultado que con la fórmula 60-20-20 se incrementaron los rendimientos de 1 ton/Ha sin fertilizante a 1.39 Ton/Ha aumentando igualmente el contenido de aceite de 47.6 a 49.7%. Con la fórmula 40-40-60 también incrementaron los rendimientos con respecto a la nula aplicación de 1 a 1.36 ton/ha. al igual que el contenido de aceite, de 47.6 a 49.4.

Anteriormente a ellos Souza, et al en 1979 informaron que un experimento en Vermelho, Brasil evaluaron el efecto de la aplicación de cal dolomítica, super fosfato simple y cloruro de potasio, en el cual obtuvieron los siguientes resultados: los tratamientos con cal y con potasio no obtuvieron efectos significativos. Los tratamientos con fósforo demostraron una correlación lineal positiva con el rendimiento de grano, el mejor tratamiento óptimo, económico fue en la adición de 52 kg.  $P_2O_5$ , por hectárea.

En la India, Samui y Bhattacharyya en 1980 estudiaron el efecto de la aplicación foliar y al suelo de nitrógeno, potasio y molibdeno y concluyen que el rendimiento de aceite se incrementó

significativamente con la aplicación al suelo de nitrógeno, potasio y molibdeno así mismo, la aplicación foliar de nitrógeno y potasio tuvieron el mismo efecto. Aplicaciones de potasio -- mas molibdeno redujeron significativamente el contenido de aceite.

En 1980, Karami en Shiraz, Iran estudió el efecto de niveles de nitrógeno y densidad de población llegando a las siguientes conclusiones; la aplicación de 50 kg. de nitrógeno aumentó la altura de plantas, diámetro de capítulo, rendimiento de grano, peso de 100 semillas y redujo al porcentaje de aquenios vanaos, la aplicación de 100 o más kg. de nitrógeno, no dió respuesta adicional significativamente en componentes de rendimiento. El rendimiento de grano se incrementó al abrir los espacios entre plantas y al aumentar las plantas por mata. El tratamiento óptimo se observó al aplicar 50 kg. por ha. de nitrógeno y sembrando en surcos a 0.60 m. con 4 plantas cada 0.30 m.

Chauhan en 1979, evaluando el efecto de diferentes niveles de nitrógeno así como espaciamiento entre surcos con el cultivo del girasol encontró que incrementando el nivel del nitrógeno de 0 a 120 kg. por hectárea, el rendimiento aumenta de 0.66 a 1.26 ton. por hectárea. También encontró que el cultivo sembrado a 0.22 m. en surcos a 0.30, 0.45 y 0.60 m. dieron rendimientos de 0.91, 0.97 y 1.04 Ton. por hectárea respectivamente.

Zubriski y Zimmerman al estudiar el efecto de nitrógeno, fósforo y densidad de población en girasol, en 1974 encontraron que 56 y 112 kg. de nitrógeno incrementaron el rendimiento de semilla en 648 y 850 kg. por unidad de superficie respectivamente, con el fósforo no hubo incremento. Cuando aumentó la densidad de población de 47,835 a 71,750 se incrementó el rendimiento en 372 y 932 kg. respectivamente. Asimismo encontraron que el nitrógeno redujo el porcentaje de aceite en 1.8 y 2.8 con 56 y 112 kg. por ha., el fósforo y la densidad de plantas no tuvieron efecto sobre esta variable. El diámetro del capítulo se incrementó por adiciones de nitrógeno y disminuyó con el aumento de la densidad de población.

Singh et al, citados por León en 1982 trabajaron en girasol con niveles de nitrógeno y fósforo; indicaron que la aplicación de éstos, no afectó significativamente el diámetro de los capítulos ni el peso de 1000 granos de girasol. Aplicaciones de 60 kg. de nitrógeno aumentaron el rendimiento de semilla. El fósforo no afectó significativamente el rendimiento. Por otro lado cuando aumentó el nivel de nitrógeno, disminuyó el contenido de aceite; igualmente sucedió con el fósforo.

Recientemente, aquí en México en 1982, León realizó un estudio de la respuesta del girasol a niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de población en el Valle del Yaqui, Sonora, usando la matriz experimental Plan Puebla I; de esta manera no encontró significancia para rendimiento de grano, por lo

que no pudo llegar a una optimización de los factores estudiados. Para rendimiento de paja concluyó que el factor que más influyó, fué la densidad de población aumentando 22 kg. por cada 1000 plantas agregadas. Observó que el diámetro del capítulo fue menor, conforme se aumentó la densidad de plantas. La altura de plantas aumentó cuando se aumentó el nitrógeno y la densidad de población y disminuyó con las aplicaciones de fósforo.

### III.- OBJETIVOS HIPOTESIS Y SUPUESTOS

#### 3.1. OBJETIVOS

Debido a que se carece de alternativas de rotación que otorguen un retorno económico atractivo para los usuarios, los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

3.1.1.- Recomendar el cultivo del girasol como alternativa en las rotaciones de cultivos regionales.

3.1.2.- Generar Tecnología de producción para el cultivo del girasol en lo referente a fertilización, determinando la dosis óptima económica de fertilización nitrogenada y fosfatada así como la densidad de población evaluando su respuesta en términos de rendimiento de grano.

#### 3.2.- HIPOTESIS

Los estudios sobre fertilización llevados a cabo por muchos investigadores indican que los aumentos más fuertes en los rendimientos están influenciados por una buena fertilidad del suelo.

Basándonos en lo antes expuesto y para alcanzar los objetivos anteriormente señalados se plantean las siguientes hipótesis:

- 3.2.1.- El incremento de la producción de grano está íntimamente influenciados por los niveles de fertilización nitrogenada y fosfatada asociada con la densidad de población.
- 3.2.2.- Es factible que la producción de girasol sea atractiva y reporte buenas tasas de retorno económico optimizando la fertilización nitrogenada y fosfatada y la densidad de población.

### 3.3. - SUPUESTOS

Para probar las hipótesis planteadas se parte de los siguientes supuestos:

- 3.3.1.- De acuerdo a la literatura citada, la dosis óptimo económica se encuentra dentro de los rangos de los factores en estudio.
- 3.3.2.- La metodología empleada es la adecuada por su interpretación gráfica-estadística de la información.
- 3.3.3.- Los suelos donde se estableció el experimento, son representativos de la zona de estudio.

## IV.- EL AREA DE ESTUDIO

### EL AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó dentro del área del Distrito de Riego 93, que cubre una superficie de 33,566.0 hectáreas en su primera unidad; superficie que fué dividida en 7 series' por sus características físicas y químicas.

#### 4.1 .-LOCALIZACION

El área de estudio se localiza al occidente del Estado' de Jalisco, en el Municipio de Tomatlán. Geográficamente se encuentra situada entre los paralelos 19°20' y 20°05' de latitud norte y entre los 105°20' y 105°30' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. La altitud varía de 0 a 70 M.S.N.M. predominando la de 30 m. Abarca parte de los ejidos el Tule,' el Gargantillo y de la Comunidad Indígena de Tomatlán, así como el total de los ejidos Cruz de Loreto, la Gloria y Santiago.

#### 4.2 .-FISIOGRAFIA

Las rocas que de mayor influencia han tenido en la formación de los suelos de la región, son los granitos con diferente grado de alteración, constituyen el principal material parental de los suelos. Por otra parte, existen deposiciones aluviales de las partes altas formadas principalmente por arenas cuarzosas y micas blancas, así como depósitos marinos formados por arenas acarreadas por el viento y el oleaje.

Existen también suelos de aluvión de formación reciente en las riveras de los ríos, éstos son profundos y de color - café grisáceo. Por último, las materias depositadas cerca de la costa, forman suelos profundos y de color rojizo o café - rojizo.

La zona de estudio se localiza en las geoformas llamadas Llanura Costera del Pacífico y una pequeña porción de la Sierra Madre del Sur. La Llanura Costera se caracteriza por tener diferencias de relieve de unos cuantos metros y una ligera pendiente hacia el mar.

Esta zona tiene una topografía irregular, cuyo relieve varía de plano a fuertemente ondulado. Las zonas planas ocupan aproximadamente el 41% del total presentando una pendiente alrededor de 1%; los lomeríos cubren un 48% y sus pendientes van de 5 a 40%; por otra parte, existen cerros aislados con pendientes de mas del 40%, cubriendo el 2% del total del área de estudio.

#### 4.3.- CLIMA

Los datos que a continuación se presentan son producto de 20 años de observación y son los siguientes:

4.3.1.- PRECIPITACION: La media anual es de 664.6 m.m. de los cuales 541.9 m.m. que representan el 82% se distribuyen en un período de 5 meses de Junio a Octubre; el restante 18% equivalente a 122.7 m.m. corresponde a un período seco de 7 meses.

4.3.2.- TEMPERATURA: La temperatura media anual es de 24.6°C, por meses, la media mas baja se presenta en marzo --- (16.9°C), y la media mas alta en abril (32.7), la máxima extrema es de 39°C y la mínima extrema 7°C, en abril y marzo respectivamente.  
Por lo anterior, en esta zona no se presentan heladas.

4.3.3.- VIENTOS: Los vientos dominantes provienen del norte y tienen una intensidad de débil a moderada con velocidades de 7 a 11 Km/hora.

En la época lluviosa, ocasionalmente se presentan vientos huracanados.

4.3.4.- EVAPORACION: La evaporación media anual calculada es de 1349.1 m.m. las que sobrepasan con mucho a la precipitación media anual, por lo que el suelo presenta deficiencias hídricas.

En base a lo anterior, el criterio del 2o. sistema de Thornthwaite, el clima se clasifica como DdA'a', interpretándose como seco, con nula demasía de agua; cálido con régimen normal de calor.

4.4.4.- S U E L O S: La información sobre suelos fué arrojada por un estudio agrológico de la zona, permitió la clasificación de éstos en 7 series, los cuales son descritos detalladamente en el mismo documento en 1976.

En general se describen éstos suelos como:

Suelos de origen granítico producto del intemperismo - de las rocas graníticas de la Sierra Madre del Sur, poco profundos, limitados por un estrato arcilloso fuertemente cementado por sílice, aluminio y un poco de fierro.

La textura predominante es media en la superficie y, fina en el subsuelo. El relieve dominante es lomerío suave a fuertemente ondulado y el drenaje interno es deficiente.

Generalmente pobres en M.O., P, N y K, en algunos casos en Ca, y medianamente ricos en Mg, la CIC es baja. Existe superficie afectada por sales.

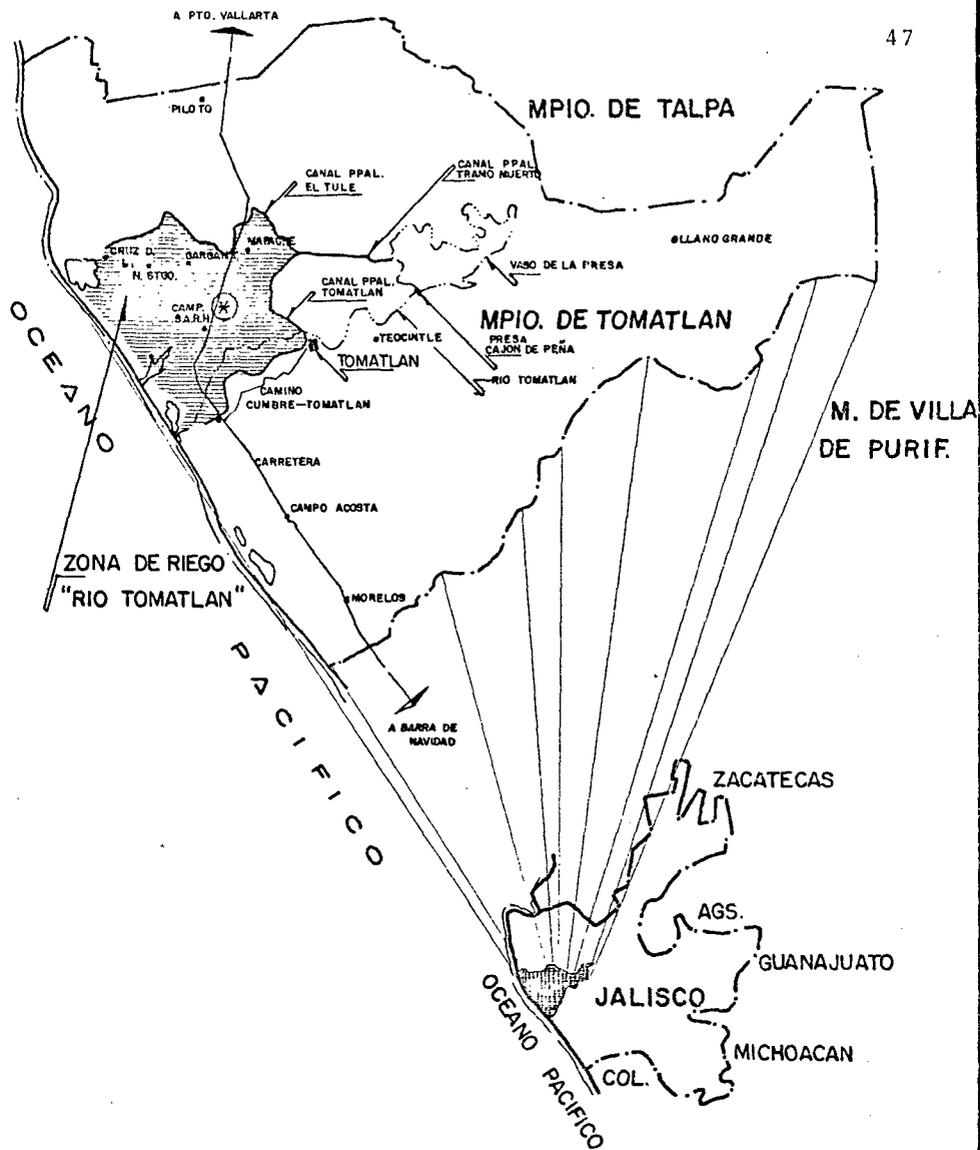


Fig. 1 Localización del área de estudio y ubicación del sitio experimental.\*

## V.- MATERIALES Y METODOS

### 5.1.-LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se desarrolló en terrenos del Campo Agrícola Experimental Auxiliar Tomatlán, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, éste se encuentra a su vez, dentro de terrenos del Distrito de Riego No.93. De acuerdo a la clasificación de suelos ya mencionada, el sitio experimental se encuentra enclavado en la serie Nuevo -- Santiago; las características de esta serie se han anotado - en el tema correspondiente, así como las características climáticas.

### 5.2.-LABORES CULTURALES

La preparación del terreno para la siembra de este trabajo se realizó con equipo mecánico y consistió en un barbecho profundo, un paso de rastra, posteriormente, debido a que la humedad del suelo era muy baja, se trazaron bordos para aplicar un riego de presiembra. Una vez que el terreno se puso "a punto" se le dió un paso de rastra para enseguida surcar; los -- surcos se hicieron a 0.75 mts. La siembra se realizó el día -- 18 de enero de 1982, al igual que la primera aplicación de -- fertilizante; el método seguido fué: Siembra a chorrillo, en -- el fondo del surco empleando 12 kgs. de semilla por hectárea, se realizó en forma manual; el fertilizante se tiró en banda' a una distancia de alrededor de 0.10 mts. con respecto a la -

semilla y se tapó a una profundidad de aproximadamente 0.05 - mts. A los 10 días de nacida la planta, se dió un primer ---- aclareo, dejando 2 plantas por mata a su respectiva distancia, posteriormente, a los 18 días se le dió el segundo aclareo dejando únicamente 1 planta por mata. A los 3 días de efectuado' el tratamiento y se tapó mediante la escarda. Durante el desarrollo del experimento se le dieron 3 riegos, aparte del de -- presiembra.

Las principales plagas fueron: tortuguilla Diabrotica spp., gusano peludo Estigmene acraea, D., falso medidor Trichoplusia - ni,H y mayates Euphoria inda,L., fueron debidamente controladas mediante 2 aplicaciones de Metasistox R-50 + Nuvacrón 90 a razón de 0.750 lts. por Ha. de cada uno. Se detectó la presencia de rata de campo, por lo cual se tiró cebo envenenado preparado con warfarina.

Antes de iniciar la floración se le dió una segunda escarda. Posteriormente se limpió con azadón, razón por la cual el' cultivo estuvo libre de malezas durante su desarrollo hasta la cosecha.

### 5.3.-MATERIALES USADOS

La variedad de girasol empleada fué cernianka ya que hasta la fecha ha mostrado buena estabilidad de rendimiento, fué proporcionada por la Coordinación Nacional de Oleaginosas (INIA)' ubicada en Río Bravo, Tamaulipas.

Los materiales fertilizantes empleados fueron: dada la acidez de la capa arable de estos suelos, se considera que la urea por su reacción alcalina es el material nitrogenado mas recomendable para la región; la concentración de urea empleada fué de 46%. Para fósforo el material usado fué el super fosfato de calcio triple, igualmente con una concentración de 46%.

#### 5.4.-TRATAMIENTOS, DISEÑO EXPERIMENTAL Y TAMAÑO DE PARCELA

Se estudiaron un total de 3 factores con un rango de 60 a 120 kgs. por hectárea para nitrógeno, 30 a 75 kgs. por hectárea para fósforo, y 0.15 a 0.30 para separación entre plantas con los siguientes niveles de cada factor.

NITROGENO	(N)	60, 80, 100 y 120 kgs/Ha.
FOSFORO	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	30, 45, 60 y 75 kgs/Ha.
DISTANCIA ENTRE PLANTAS	(D.P.)	0.15, 0.20, 0.25 y 0.30 mts.

El diseño experimental empleado fué bloques al azar con arreglo de tratamientos según la matriz Plan Puebla I para 3 factores, con cuatro repeticiones.

La matriz experimental selecciona 14 tratamientos los cuales se muestran en el siguiente cuadro:

## CUADRO 3.

RELACION DE TRATAMIENTOS SELECCIONADOS POR LA MATRIZ PLAN PUEBLA I PARA 3 FACTORES.- TOMATLAN, JAL. 1982.-

No.	(kg/Ha.)		D*
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
1	80	45	20
2	80	45	25
3	80	60	20
4	80	60	25
5	100	45	20
6	100	45	25
7	100	60	20
8	100	60	25
9	60	45	20
10	120	60	25
11	80	30	20
12	100	75	25
13	80	45	15
14	100	60	30
25 a	0	0	25

## NOTA:

a.- Testigo sin fertilizar

1).- El nitrógeno fué fraccionado de la siguiente manera:

el 50% a la siembra y el resto a la primera escarda.

2.- El fósforo se aplicó el 100% al momento de sembrar.

\*.- Distancia entre plantas.

La parcela experimental constó de  $36 \text{ m}^2$  (8m. de largo y 4.5. m. de ancho) con 6 surcos distanciados a 0.75 m. entre sí. Para efectos de evaluación de cosecha de grano y paja se tomaron datos correspondientes a los 2 surcos centrales eliminando 1 m. de cada cabecera para tener un largo de 6 m. lo que nos dió una superficie útil de  $9 \text{ m}^2$ .

## 5.5.-TOMA DE DATOS DE CAMPO

### 5.5.1.-DIAS A NACENCIA

El criterio para determinar este parámetro fué contar - los días a partir de la siembra hasta cuando el 50% de las plantas emergiera.

### 5.5.2.-DIAS A FLORACION

Se anotó a partir de la siembra hasta cuando el 50% - de las plantas mostraron diferenciación floral, o sea cuando el botón floral mostrara los pétalos bien desarrollados.

### 5.5.3.-DIAMETRO DEL CAPITULO

Se anotó el promedio de 10 lecturas; éstas se llevaron a cabo con reglas rígidas, se tomó el dato cuando la planta' mostraba los primeros síntomas de madurez fisiológica. Se -- contó a partir de la base de los pétalos pasando por el centro del capítulo hasta la base de los pétalos del lado con-- trario.

### 5.5.4.-ALTURA DE PLANTA

Fué el promedio de 10 lecturas tomando como punto de -- partida el nivel del suelo al pié de la planta hasta la base del capítulo, enderezando la planta, ya que por el peso del' capítulo tiende a encorvarse.

#### 5.5.5.- DIAS A MADUREZ

Se contó a partir de la siembra hasta que el 50% de --- las plantas tomó un color amarillo verdoso y las florecillas desprendieron la parte superior con facilidad.

#### 5.5.6.-NUMERO DE ENTRENUDOS

Este dato se tomó cuando la planta se encontraba en madurez fisiológica y fué el promedio de diez lecturas contando a partir del primer nudo hasta 1 antes del peciolo de la inflorecencia o base del capítulo.

#### 5.5.7. PESO DE MATERIA VERDE

Se cortó manualmente con machete a una altura aproximada de 0.05 m. del nivel del suelo cuando la planta se encontraba en madurez fisiológica y se pesó inmediatamente en la misma parcela con una báscula de resorte tipo reloj.

#### 5.5.8. PESO DE MATERIA SECA

Una vez cortada la planta en verde, se procedió a cortar los capítulos y se puso al sol, el resto de la planta se pesó -- cuando se observó totalmente seca, agregando los capítulos ya -- desgranados.

#### 5.5.9.-PESO DE GRANO

Después de cortado el capítulo, se expuso al sol por 8 días para que llegara a una humedad de 13%, se desgranó manualmente y se peso en una báscula marca Ohaus de tres barras.

## VI.- RESULTADOS Y DISCUSION

A las variables estudiadas se les practicó un análisis de varianza, con el fin de observar la significancia o falta de ella de los tratamientos estudiados.

Exceptuando el rendimiento de grano, las demás variables se consideran como componentes de rendimiento.

De acuerdo con el objetivo del presente trabajo el cual básicamente es determinar la dosis óptimo económica para la variable rendimiento, se uso, para conseguir este fin el método gráfico estadístico que es una modificación del gráfico original, pero considera otros aspectos no contemplados en el anterior como son: la introducción de una prueba de hipótesis sobre la respuesta de cada uno de los factores; el criterio de selección de función específica sobre la que se localiza la dosis óptimo-económica para capital ilimitado (DOECI) y la adición de una dosificación óptimo económica para capital limitado (DOECL).

### 6.1.-DIAMETRO DE CAPITULO

El mayor diámetro de capítulo observado correspondió al tratamiento de fertilización 100-60-30 y éste fué de 0.185 m.- el mas bajo observado fué el del testigo sin fertilizar y con una distancia entre plantas de 0.25 m. con 0.143 m. (cuadro 4) por lo que la oscilación se tomó con estos valores.

COMPONENTES FISIOLÓGICOS DE RENDIMIENTO Y SUS DATOS ESTADÍSTICOS EN EL CULTIVO DEL GIRASOL.-  
TOMATLAN, JAL. 1982.-

No.	TRATAMIENTOS			ALTURA DE PLANTA CM.	DIAMETRO DE CAPITULO CM.	ENTRENUDOS	MATERIA VERDE TON/HA.	MATERIA SECA TON/HA.
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	DP					
1	80	45	20	134	16.2	22	19.31	3.31
2	80	45	25	134	17.9	22	16.35	2.42
3	80	60	20	141	16.4	22	17.76	2.79
4	80	60	25	142	17.5	23	19.31	2.81
5	100	45	20	129	18.6	21	14.07	2.8
6	100	45	25	137	18.7	23	16.61	2.47
7	100	60	20	128	15.4	22	13.27	2.67
8	100	60	25	127	18.3	22	15.64	2.51
9	60	45	20	120	15.5	21	12.47	2.56
10	120	60	25	119	15.8	22	13.94	2.57
11	80	30	20	140	16.1	23	19.14	3.03
12	100	75	25	134	17.7	23	14.93	2.42
13	80	45	15	139	18.5	23	20.49	3.17
14	100	60	30	125	18.9	22	18.05	2.56
15	0	0	25	120	14.3	21	12.21	2.01

Media general

134

17.7

22.28

18.7

3.02

F. Calculada de trat.

0.78

1.22

.63

1.05

.536

C.V.

14.19

13.57

8.12

26.81

28.2

D.M.S.

La media general fué de 0.177 m. se observó, en general que los tratamientos con 100 kgs. de nitrógeno/ha. obtuvieron los diámetros mayores.

Se calculó el efecto mínimo significativo mediante el método automático de Yates (cuadro 9) el cual resultó de 13.97 al 10% de probabilidades. Se encontró significancia para el factor distancia entre plantas (-14.75) lo que nos dice que con respecto al tratamiento medio, cuando se aumenta la distancia de .20 a .25 m. hay un efecto positivo en el diámetro del capítulo de 0.0147 m.

Los factores nitrógeno y fósforo así como las interacciones no reportaron significancia.

#### 6.1.1.1. -ANÁLISIS DE VARIANZA

Con las observaciones de cada unidad experimental para diámetro de capítulo se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de conocer la significancia de los tratamientos y los bloques.

En el cuadro No. 5 se muestran los resultados del análisis mencionado. El valor de la F calculada fué de .927 por bloques y de 1.227 para tratamientos, los cuales, ambos no obtuvieron significancia estadística al 5% ni al 1%.

El coeficiente de variación fué de 13.58%, el cual puede considerarse aceptable.

CUADRO 5

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIAMETRO DE CAPITULO.-TOMATLAN, JAL. 1982.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Cal.	F <sub>T</sub>	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	1531.07	510.357	0.927	2.86	4.33
TRATAMIENTOS	13	8787.50	675.961	1.227	1.97	2.61
ERROR	39	21461.92	550.305			
T O T A L	55	31780.50				

C.V. = 13.57%

## 6.2.-ALTURA DE PLANTAS

La oscilación de alturas fué de 1.19 a 1.42 m. observándose las mayores alturas en los tratamientos 80-60-25, 80-60-20 y 80-50-20 con 1.42, 1.41 y 1.40 m. respectivamente (cuadro 4) Las alturas mas bajas correspondieron al nivel mas alto de nitrógeno así como al testigo sin fertilizar y al nivel de 60 kg. de nitrógeno con 1.19, 1.20 m. respectivamente. La media general fué de 1.34, la cual es muy aceptable para cosecha mecánica.

El método automático de Yates no reporta efecto factorial significativo al 10% de probabilidades. Cuadro 9.

### 6.2.1.-ANALISIS DE VARIANZA

Una vez que se obtuvieron las observaciones de altura de planta, se procedió a efectuarle su análisis de varianza.

Las F calculadas, en ambos casos, bloque y tratamiento resultaron no significativos con valores de 1.94 para bloques y .778 para tratamientos. El coeficiente de variación fué de 14.198% el cual se considera como aceptable (cuadro 6)

## 6.3.-NUMERO DE ENTRENUDOS

Esta variable demostró una oscilación de 3 unidades solamente siendo estos valores medios de 21, 22 y 23 entrenudos, por lo que se consideró que es una variable estable, la cual -

CUADRO 6

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA. - TOMATLAN, JAL. 1982.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Cal.	FT	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	1696.767	565.589	1.941 N.S.	2.85	4.33
TRATAMIENTO	13	2947.303	226.715	.778 N.S.	1.98	2.63
ERROR	39	11361.482	291.320			
T O T A L	55	16005.553				

C.V. = 14.20%

no demuestra respuesta a dosis de fertilización ni a densidad de plantas. (cuadro 4).

Debido a lo anterior se consideró innecesario seguir lo analizado estadísticamente.

#### 6.4.1.-MATERIA VERDE

Como se puede apreciar en el cuadro No. 4, la oscilación de rendimiento de materia verde va de 12.21 a 20.49 Ton/Ha.; correspondiendo el rendimiento mas bajo al testigo sin fertilizar y el mas alto al tratamiento 80-45-15. En general, los rendimientos mas altos se observaron con los tratamientos -- con 80 kg. de nitrógeno/ha. No se nota una tendencia clara -- con la adicción de fósforo. La distancia entre planta muestra una tendencia algo errática en su efecto sobre el rendimiento.

En el cuadro No. 9 se muestra el efecto mínimo significativo de los factores al 10% de probabilidad. Este reporta significancia para el factor nitrógeno, el cual nos dice que por la adición de 20 kg. de nitrógeno con respecto al tratamiento medio nos produce un decremento de 3.284 kg. de materia verde/ha.

#### 6.4.1.-ANALISIS DE VARIANZA

Con las observaciones parcelarias se procedió a estimar el'

CUADRO 7

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO VERDE (CORREGIDA).- TOMATLAN, JAL. 1982.-

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F cal.	FT	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	477.5574625	159.1858208	7.81589413 **	2.87	4.35
TRAT.	13	278.1339648	21.39492037	1.050473162 N.S	1.99	2.64
ERROR	38	773.9435937	20.36693668			
T O T A L	55	1529.635021				

C.V. = 26.81662292%

rendimiento por ha. debido a que la observación del tratamiento No. 9 al cual corresponde la formulación 60-45-20 no era confiable se procedió a calcularla como parcela perdida usando la fórmula de Iowa y restando un grado de libertad - al error.

Con los datos completos se procedió a efectuar un análisis de varianza (cuadro 7 ). Para esta variable, éste no reporta significancia para tratamientos, lo que nos conduce a pensar que la mayor variación se debió al bloqueo. La media general fué de 16.829 Ton/ha. El coeficiente de variación se considera un poco alto ya que resultó de 26.81%.

#### 6.5.-MATERIA SECA

En el cuadro No. 4 se observa que los tratamientos que registraron mas producción de materia seca, correspondieron a los tratamientos con 80 kg. de nitrógeno/ha. lo cual coincide con la producción de materia verde. Nuevamente, el tratamiento testigo registró la mas baja producción con 2.01 -- Ton/ha. El mas alto correspondió al tratamiento 80-45-15, -- con 3.17 ton/ha., este tratamiento tiene como característica poseer la mayor cantidad de plantas/ha. produciendo poco' menos que el espaciamiento a 20 cm. con la misma fórmula de fertilización (80-45-20)

CUADRO 8  
 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO SECO.- TOMATLAN, JAL., 1982.-

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	FT	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	6.197299986	2.065766662	4.49037138 **	2.85	4.35
TRATAMIENTOS	13	4.1268857	0.3174527462	0.536355162 N.S.	1.98	2.63
ERROR	39	23.08350014	0.5918589779			
T O T A L	55	33.4666857				

C.V. = 28.25



El cuadro relativo al efecto mínimo factorial (Yates) - no nos muestra significancia de los factores ni sus interacciones, sin embargo, se observa que el factor que mostró - mas influencia en esta variable fué la distancia entre plantas (cuadro 9 ) pero como ya se mencionó sin llegar a una - significancia al 10% de probabilidades.

#### 6.5.1.-ANALISIS DE VARIANZA

Se efectuó un análisis de varianza para esta variable' y se encontraron los siguientes resultados: La F calculada' para bloques fué altamente significativa al .05 y al .01%, ' para tratamientos no se observó significancia. La media general fué de 2.72 ton/ha. de materia seca, y el coeficiente' de variación es alto por lo que se deben tomar con reserva' estos resultados (cuadro 8 ).

#### 6.6.-RENDIMIENTO DE GRANO

En general podemos observar en el cuadro que la mayoría de los tratamientos mostraron un buen rendimiento, esto' lo podemos precisar mas objetivamente con la media general - que fué de 1,755 kg/ha. De igual forma podemos decir que el' girasol respondió positivamente a la fertilización nitrogenada y fosfórica y evidenció efecto en el rendimiento por la - variación en la distancia entre plantas, lo anterior se basa

en los rendimientos del testigo sin fertilizar y la respuesta mas baja a dichos tratamientos siendo éstos de 963 y --- 1,322 kg/ha. respectivamente lo que nos da una diferencia - de 359 kg; llegando ésta, hasta 1,044 kg. con el tratamiento mas sobresaliente.

Los tratamientos que reportaron los mejores rendimientos fueron el 100-60-30, 80-45-15 y 80-45-20 con 2,007, - - 1,980 y 1,963 kg/ha. respectivamente; los más bajos se obtuvieron con el testigo sin fertilizar y con el tratamiento más alto de nitrógeno (120-60-25) cada uno con 963 y 1322 - kg/ha respectivamente. Con lo anterior podemos observar que con dosis de nitrógeno mayores a 100 kgs. tenemos rendimientos decrecientes; igualmente cuando disminuimos la dosis de nitrógeno a menos de 80 kg/ha., los rendimientos se abaten. Con esto podemos pensar que la mayor respuesta de girasol a nitrógeno se encuentra en el rango de 80 a 100 kg. de nitrógeno por hectárea.

Por otra parte, en el caso del fósforo, los mejores -- rendimientos se dieron a partir de los niveles 45 y 60 kg. por hectárea de  $P_2O_5$ , pero, se nota que al nivel 30, no disminuye la producción significativamente. Ahora bien, cuando se emplearon 75 kg/ha. de  $P_2O_5$  se observa que hubo detrimento en el rendimiento.

CUADRO 10  
 RENDIMIENTOS OBTENIDOS Y SEPARACION DE MEDIAS SEGUN D.M.S.  
 TOMATLAN, JAL. 1982.-

No. DE TRAT.	TRATAMIENTOS			RENDIMIENTO KG/HA.	CALIFICACION D.M.S.
14	100	60	30	2007	a
13	80	45	15	1980	a
1	80	45	20	1963	a
5	100	45	20	1899	b
11	80	30	20	1891	b
7	100	60	20	1876	c
6	100	45	25	1836	d
4	80	60	25	1783	a
3	80	60	20	1686	b
12	100	75	25	1645	c
8	100	60	25	1603	d
2	80	45	25	1540	e
9	60	45	20	1536	e
10	120	60	25	1322	f
15	0	0	25	963	f
					g

$$\bar{x} = 1755$$

$$D.M.S. = 235.45$$

CUADRO 11

ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO DE GIRASOL EN EL EXPERIMENTO DE FERTILIZACION EN TOMATLAN, JAL. 1982.-

F.V.	G.L	S.C	C.M	F. Cal.	FT	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	402,459.01	134,153.00	3.706 *	2.84	4.33
TRATAMIENTOS	13	2'162,518.05	166,347.54	4.595 **	1.98	2.63
ERROR	39	1'411,607.73	36,195.07			
T O T A L	55	3'976,584.80				

C.V. = 10.84%

La D.M.S. (Diferencia mínima significativa) resultante fué de 235.45 kg/ha. de grano.

#### 6.6.1.-ANALISIS DE VARIANZA

Después que se obtuvieron los rendimientos por unidad experimental se procedió a transformar el rendimiento a -- kg/ha. con estos datos, se efectuó un análisis de varianza' con el fin de precisar la significancia estadística para -- tratamientos y bloques.

En el cuadro 11 podemos observar que el mayor cuadrado medio correspondió a tratamientos, enseguida a bloques y -- por último a error con valores señalados en el cuadro. Los' valores de F calculada demostraron diferencia altamente sig nificativa para tratamientos y significativa para bloques - con 4.5 y 3.7 respectivamente. Esto nos explica que la ma-- yor variación se debió a efectos de los tratamientos, aun-- que también la hubo por efecto de bloques, lo que nos indi ca que el diseño experimental fué adecuado. El coeficiente' de variación resultó de 10.84%, el cual permite darle con-- fiabilidad a la información.

#### 6.7.-DOSIS OPTIMO-ECONOMICA

Para determinar el óptimo económico se siguieron dos' métodos: El gráfico v el estadístico. Para llevar a cabo lo anterior se tomaron los costos de cada uno de los factores'

CUADRO 12  
 COSTOS DE LOS INSUMOS Y PRECIO DEL GIRASOL QUE SE CONSIDERARON PARA  
 OBTENER LA DOSIS OPTIMO-ECONOMICA.

C O N C E P T O	C O S T O
1.- Costo por kg. de nitrógeno en forma de Urea ( 46%N )	
1 Ton. de Urea.....	\$ 6,535.00
Transporte (Incluye carga y descarga).....	" 350.00
Aplicación de fertilizante.....	" 1,143.00
Total.....	" 8,028.00
1 Kg. de Urea...(\$8,028.00/1000 kg.).....	" 8.028
1 Kg. de Nitrógeno...(\$8.028 X 100/46).....	" 17.45
2.- Costo por kg. de fósforo	
1 Ton. de Super fosfato de calcio triple.....	\$ 7,681.00
Transporte (Incluye carga y descarga).....	" 350.00
Aplicación de fertilizante.....	" 457.00
Total.....	" 8,488.00
1 Kg. de super fosfato de calcio triple.....	" 8.488
1 Kg. de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....(\$8.488 X 100/46).....	" 18.45
3.- Costo por kg. de semilla de girasol	
1 kg. de semilla de girasol.....	\$ 130.00
Transporte (Incluye carga y descarga).....	" 0.35
Costo de siembra.....	" 100.00
Total.....	" 230.35
4.- Precio por kg. de semilla de girasol a la venta	
Precio de Garantía de 1 Ton. de girasol.	\$ 22,000.00
1 Kg. de girasol a la venta.....	\$ 22.00

considerados en el cálculo económico, según se indican en el cuadro 12 .

#### 6.7.1.-METODO ESTADISTICO

En el cuadro 13 se observa el método automático de Yates para calcular el efecto factorial medio (columnas 2 a las 8).

El resultado de la notación de Yates es la columna 7 que presenta la lista de efectos factoriales a nivel de media, la columna 8 nos presenta el concepto que nos produce tal efecto. De esta forma el cuadro nos muestra que el rendimiento medio de los 8 primeros tratamientos ( $2^3$ ) fué de 1.773 kg/ha. La columna 7 nos indica, en base a un valor de efecto mínimo significativo (EMS) de 113.35 que los factores que presentaron un efecto sobre el rendimiento, fueron la distancia entre plantas así como la interacción de los tres factores (NPD); esto nos explica que cuando se aumentó la distancia entre plantas de 20 a 25 cm. nos produjo un efecto positivo de 165.75 kg/ha. Como los incrementos en distancia son inversamente proporcionales al número de plantas por unidad experimental, se considera que cuando se redujo la población de plantas (al pasar de 20 a 25 cm.) de 67,000 a 53,000 plantas/ha, los rendimientos decrecieron en 165.75 kg/ha.

La significancia de la triple interacción (NPD) nos indica que cuando al aumentar la dosis de nitrógeno de 80 a -

100 kg/ha conjuntamente con la de fósforo de 45 a 60 kg/ha. de  $P_2O_5$  y reducimos la densidad de plantas de 67,000 a 53,000, se produce un efecto positivo de 189.37 kg/ha de grano.

Las columnas de la 9 a la 14 del mismo cuadro corresponden al análisis económico. Dicho análisis nos demuestra que el mayor incremento al ingreso neto (AIN) correspondió al tratamiento 100-60-30 que reportó \$19,503.12. El más bajo se obtuvo con la aplicación de la dosis 120-60-25 con \$4,020.14 En general se confirma la respuesta positiva del girasol a los tratamientos estudiados ya que todos fueron positivos.

La tasa de retorno al capital variable (TRCV), la cual se calcula dividiendo el incremento al ingreso neto entre los costos variables, está contenida en la columna 14 del cuadro 13.

Se aprecia que la mayor TRCV la dió el tratamiento 80-45-20, esta fué de 6.022 y la más baja correspondió al tratamiento 120-60-25 con 1.04 lo que nos indica que cuando se usa el primer tratamiento, por cada peso invertido en insumos (urea, superfosfato y semilla) reportará una ganancia de \$ 6.002 .

#### DOSIS OPTIMO ECONOMICA PARA CAPITAL ILIMITADO.

De acuerdo al criterio que se sigue para determinar la DOECI y volviendo a la columna 13 del cuadro 14 se observa que el mayor incremento al ingreso neto se reporta con el trata--

## CUADRO 13.-

METODO AUTOMATICO DE YATES PARA RENDIMIENTO DE GRANO.-TOMATLAN, JAL.  
1982.-

1				2	3	4	5	6	7		
T R A T A M I E N T O S				NOT.	REND.	METODO AUTO.DE YATES.				EFFECTO	
NUM.	N	P	D	YATES	TOTALES					FACTORIAL	
											MEDIO
1	80	45	20	[ 1 ]	7853	+ 14013	+ 14013	+56758	1773.6875		
2	80	45	25	[ d ]	6160	+ 13880	+ 28865	+ 2652	165.75 *		
3	80	60	20	[ p ]	6747	+ 14945	+ 1307	+ 1158	72.37		
4	80	60	25	[ pd ]	7133	+ 13920	+ 1345	+ 1240	77.5		
5	100	45	20	[ n ]	7599	+ 1693	+ 133	- 972	- 60.75		
6	100	45	25	[ nd ]	7346	- 386	+ 1025	- 38	- 2.375		
7	100	60	20	[ np ]	7506	+ 253	+ 2079	- 892	- 55.75		
8	100	60	25	[ npd ]	6414	+ 1092	- 839	+2918	182.37 *		
9	60	45	20		6145						
10	120	60	25		5289						
11	80	30	20		7565						
12	100	75	25		6582						
13	80	45	15		7923						
14	100	60	30		8029						
15	0	0	25		3853						

E.M.S. = 113.35

D.M.S. = 272.12

ADRO 14.  
ANALISIS ECONOMICO PARA RENDIMIENTO DE GRANO.-TOMATLAN, JAL. 1982.-

8	9	10	11	12	13
RENDIMIENTO MEDIOS \$/HA.	COSTOS VARIABLES <sup>a</sup> \$ CV/HA.	INGRESO NETO MAS COSTOS FIJOS \$/HA.	INCREMENTO RENDIMIENTO A Y TON/HA.	INCREMENTO INGRESO NETO A IN \$/TON.	TRCV <sup>c</sup> AIN/CV
96325	3132.91	40058.59	1.000	18867.00	6.022197**
54000	2948.11	30931.89	0.57675	9740.39	3.303944
88675	3409.66	33698.84	0.7235	12507.34	3.668207
78325	3224.86	36006.64	0.82	14815.14	4.594041
99975	3481.91	38312.59	0.9365	17121.09	4.917155
33650	3297.11	37105.89	0.87325	15914.39	4.826770
37650	3758.66	37524.34	0.91325	16332.84	4.345389
60350	3573.86	31703.14	0.64025	10511.64	2.941257
53625	2783.90	31013.60	0.573	9822.10	3.52818
2225	3877.86	25211.64	0.359	4020.14	1.036690
9125	2855.66	38751.84	0.928	16560.34	5.799129
4550	3850.61	32350.39	0.68225	11158.89	2.897954
8075	5438.38	40138.12	1.0175	18946.62	5.510333
0725	3464.88	40694.62	1.044	19503.12*	5.628801
6325	721.86	20469.64	0.00	0.00	0.00

miento 100-60-30, por lo que se determina que el mencionado tratamiento corresponde a la DOECI.

#### DOSIS OPTIMO-ECONOMICA PARA CAPITAL LIMITADO

En este caso el criterio a seguir para la determinación de la DOECL es seleccionar el tratamiento que indica la mayor tasa de retorno al capital variable (TRCV). En la columna 14 del cuadro, se indica el tratamiento 80-45-20 con una tasa de 6.02.

#### 6.7.2.-METODO GRAFICO

El método gráfico se basó, como su nombre lo indica, en la representación gráfica de los rendimientos medios de los diferentes factores con sus funciones señaladas y llevando a tangencia con las curvas, la hipotenusa del triángulo en su intersección con la curva representa la DOE y ésta es producto de la relación del precio por unidad del factor sobre el precio por unidad de rendimiento.

El criterio para seleccionar la función sobre lo que se proyectó la hipotenusa para determinar la DOECI fué el de escoger la arista del cubo del factorial formado por los primeros ocho tratamientos ( $2^3$ ) mas cercana a la curva de rendimiento.

De esta manera, para nitrógeno se seleccionó la función N-45-20 que nos representa la curva con mas altos rendimientos medios. La pendiente resultante para la hipotenusa fué - de 0.0317, la que al hacer tangencia con la mencionada función dió una proyección hacia el eje de las x, de 88 kg. de nitrógeno, figura 2 .

Para fósforo, siguiendo el mismo procedimiento se seleccionó la función 80-P-20, el producto de la relación P/y - - (fósforo/rend.) fué la pendiente de la hipotenusa con valor' de 0.8386 la que al hacer con la curva de la función seleccionada proyectó para el eje de las x, 44 kg. de  $P_2O_5$ . figura 3 .

Para el factor distancia entre plantas se seleccionó la función 80-45-D, la pendiente de la hipotenusa resultó de -- 0.0137, ésta hizo tangencia en la curva y proyectó en el eje de las x un valor correspondiente a 17 cm.

La figura 4 relativo a distancia entre plantas se modificó al ponerse las distancias de mayor a menor por la razón ya antes expuesta que se refería al incremento en el número' de plantas inversamente proporcional al incremento de la distancia. Esta modificación no varió el resultado.

Los resultados anteriores indican que según el método = gráfico la DOECI es la 88-44-17.

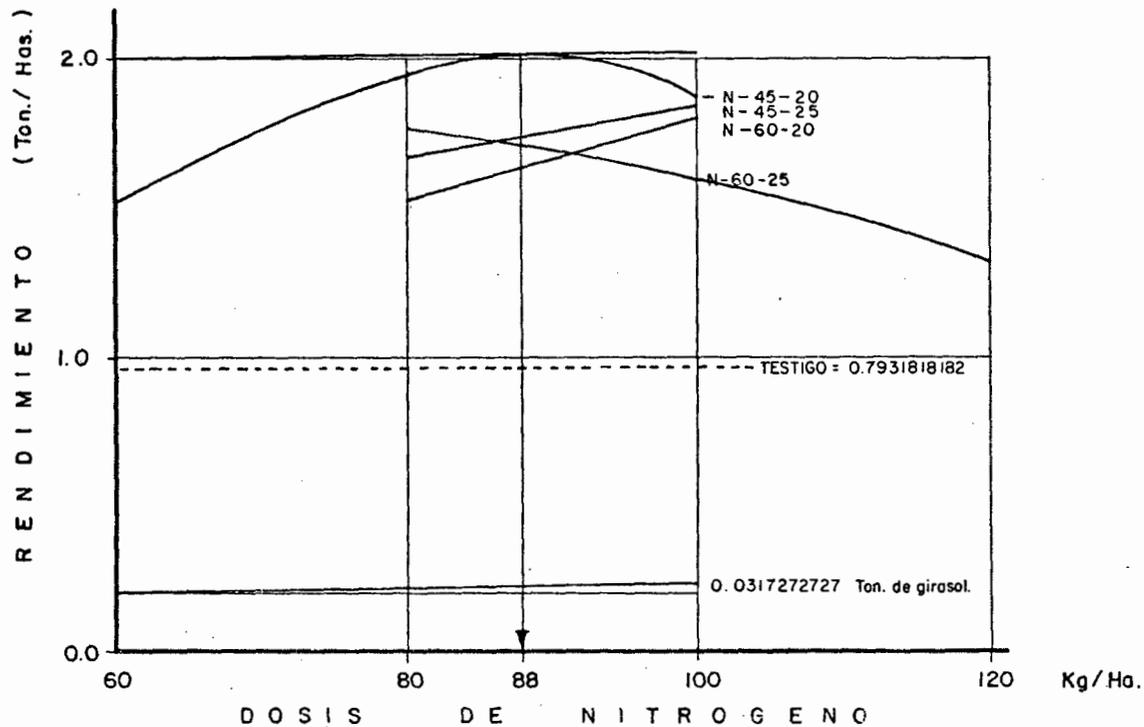


Fig. 2 Respuesta del girasol a la aplicación de nitrógeno en Tomatlán, Jal. 1982

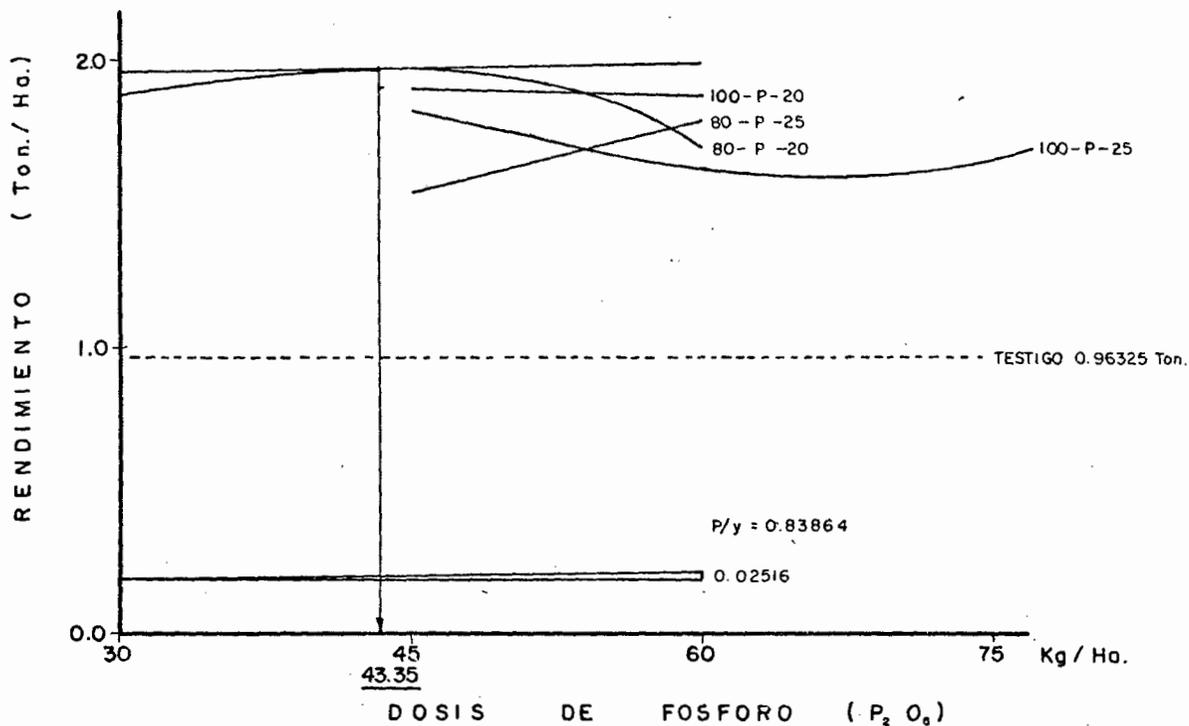


Fig. 3 Respuesta del girasol a la aplicación de fósforo, en Tomatlán Jal. 1982

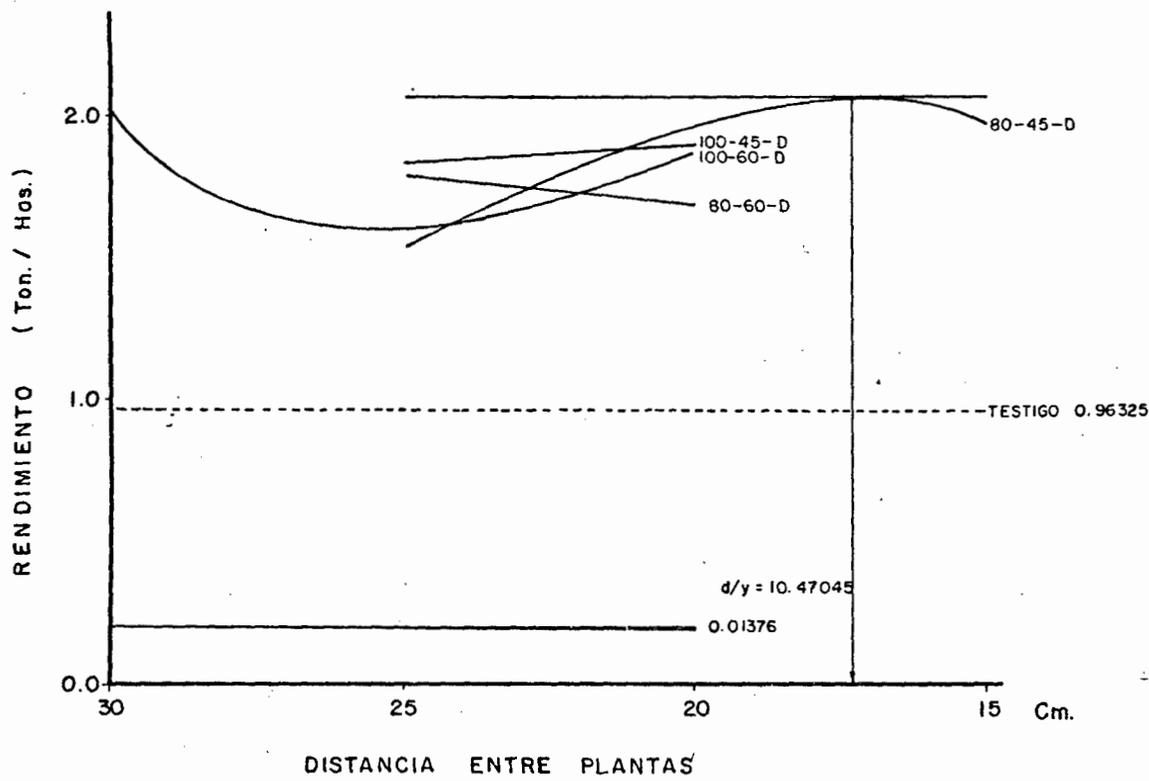


Fig. 4 Respuesta del girasol al espaciamiento entre plantas, Tomatlán Jal. 1982

Si analizamos paralelamente las DOE obtenidas por el método gráfico y por el estadístico nos damos cuenta que son muy compatibles éstos resultados, así mismo se observa que el método gráfico ofrece una mayor precisión ya que siendo la respuesta a los factores una variable continua, la DOE puede quedar en cualquier parte de la curva, lo cual es una limitante para el método estadístico ya que se consideran solamente los niveles de dichos factores.

## VII.- CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y a la discusión que de ellos se hace, se concluye lo siguiente:

1).- De acuerdo a los rendimientos obtenidos (cuadro 10) así como a las tasas de retorno se considera factible al cultivo de girasol como alternativa en rotaciones regionales.

Se tiene una primera aproximación para la generación de tecnología de producción para el cultivo del girasol - en lo referente a fertilización ya que se llegó a una optimización de los factores estudiados. Por el método estadístico resultó una DOECI de 100-60-30 el cual corresponde un ingreso neto de \$ 19,503.12; la DOECL resultó con la formulación 80-45-20 a la que corresponde una TRCV de 6.022 (cuadro 14). Por el método gráfico se tuvo una mayor precisión en la determinación de la DOE ya que se localizó con la fórmula 88-44-17. (Figs. 2, 3 y 4).

a).- Sobre la hipótesis, la producción se vió incrementada con todos los tratamientos con respecto al testigo en cuando menos 359 kg/ha. con el mas bajo, llegando - inclusive a 1044 kg/ha. con el mejor tratamiento; por lo que la primera hipótesis: "El incremento de la producción

de grano está íntimamente influenciada por los niveles de fertilización nitrogenada y fosfatada asociada con la densidad de población" se acepta. (cuadro 10)

Los rendimientos obtenidos con las DOE encontrados fueron de 2007 y 1963 kg/ha. para la DOECI y DOECL respectivamente, - los cuales superan el rendimiento promedio nacional. Al optimizar los factores se llegó a una tasa de retorno al capital variable (TRCV) de 6.02, ésta en un lapso de 4 meses lo que se considera atractivo. (cuadro 14)

Tomando en cuenta los anteriores razonamientos la segunda hipótesis propuesta en el sentido de que factible que la producción de girasol sea atractiva y reporte buenas tasas de retorno económico optimizando la fertilización nitrogenada y fosfatada y la densidad de población; se acepta.

## VIII.- RESUMEN

El cultivo de girasol, a nivel nacional presenta serias restricciones en su manejo que limitan la obtención de altos rendimientos; aún cuando se cultiva en zonas con deficiencias hídricas, ésto no llega a ser la principal limitante debido a que el cultivo requiere poca humedad. Uno de los principales problemas es la deficiente tecnología de fertilización que se aplica en las zonas productoras.

En el área del Distrito de Riego 93, en Tomatlán, Jal., se tiene proyectado la introducción del cultivo de girasol como alternativa para rotaciones con arroz. En la actualidad se carece de un paquete tecnológico de producción específico para la zona. Se considera que la fertilización es el punto básico para la obtención de buenos rendimientos.

Para conocer la respuesta del girasol a la fertilización nitrogenada y fosfórica así como al espaciamiento entre plantas, se implementó el presente trabajo en terrenos del Campo Agrícola Experimental Auxiliar Tomatlán, dependiente de INIA y enclavado en la zona representativa del Distrito de Riego 93.

Para llevar a efecto lo anterior, se estableció un experimento bajo un diseño de bloques al azar con 4 repeti--ciones haciendo la distribución de tratamientos deacuerdo a la matriz experimental Plan Puebla I para 3 factores.

Los rangos de los factores estudiados fueron los si---guientes: Nitrógeno de 60 a 120 kg/ha., fósforo ( $P_2O_5$ ) de -30 a 75 kg/ha. y distancia entre plantas de 0.15 a 0.30 m.' como fuente de nitrógeno se uso urea, de fósforo, super fosfato de calcio triple, la variedad empleada fué cernianka.

La siembra se efectuó cuando el suelo presentó condiciones fosfóricas de humedad después de un riego de presiembra, se realizó manualmente a chorrillo en surcos de 0.75 m. para después desahijar a la distancia según tratamiento.

Los rendimientos oscilaron de 963 a 2-07 kg/ha. la me--dia general fué de 1755 kg/ha. El rendimiento mas bajo correspondió al testigo sin fertilizar teniendo diferencias de 359' kg/ha. con el tratamiento que evidenció la mas baja respuesta a la fertilización y de 1044 con el tratamiento sobresaliente.

La mayor respuesta del girasol a nitrógeno se encuentra en el rango de 80 a 100 kg. de nitrógeno por ha. En el caso del fósforo, los mejores rendimientos se dieron entre 45 a 60 kg. de  $P_2O_5$  por hectárea.

Se pudo llegar a una optimización de los factores estudiados siendo ~~para el método estadístico~~ la formulación' 100-60-30 como DOECI y la 80-45-20 como DOECL; por el método gráfico, la dosis óptimo económico resultó de 88-43-17.

Analizados paralelamente las dosis óptimas obtenidas' por ambos métodos se observa que los resultados son muy -- compatibles, así mismo se observa que el método gráfico -- ofrece una mayor precisión.

## IX.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALCALDE B.,S. 1978. Notas del curso de nutrición vegetal I. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 2.- ALCALDE B.,S. 1980. Notas del curso de nutrición vegetal II. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 3.- VALDEZ D.,L.1980. Informes de prácticas del curso de - nutrición vegetal I. Colegio de Postgraduados, - Chapingo, México.
- 4.- AGUILAR F.,P. Formulación de recomendaciones para el cultivo de asociación maíz-frijol en el área del -- Plan Puebla. Tesis Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, México.
- 5.- ALVARADO M.,J. 1976. Dinámica de la extracción de N P y' K y de algunos parámetros fisiológicos en asociaciones de Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers. y -- Amaramtus spp, en dos densidades de población -- con frijol (Phaseolus vulgaris L.) Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, México.
- 6.- ANGELES E.,A. et al.1978. Girasol su cultivo en el Estado de Tlaxcala. Circular CIAMEC No. 108. INIA-SARH, ' México.
- 7.- BEAR, F.,E. 1963. Suelos y fertilizantes. Ediciones Omega. Barcelona, España. 448 p.
- 8.- CIAGON. 1980. Cultivos para tardío Norte de Tamps. Circu- lar No. 1/80 INIA-SARH. México pp. 12-14.

- 9.- CIAS. 1974. Recomendaciones para los cultivos del Estado' de Sinaloa. Valle de Culiacán. Circular CIAS No.' 53. INIA-SARH. México. 120 p.
- 10.- CHAUHAN, H.,B. 1979.Effect of nitrogen levels and spacing' On yield of sunflower. Indian Journal Agronomy 24 (4) 439.
- 11.- DZANAGOV, S. KH. Gizoeb, V.,S. 1980. Effect of the aplica- tion of fertilizers to a croprotation on the yield and quality of crops. Agrokimiya 3 60-65. URSS.
- 12.- EDMON, J.,B. Senn T.L., Andrews F.,S. 1967. Principios de - Horticultura. Compañía Editorial Continental, --- S.A. México-España. 575 p.
- 13.- FAO. 1970. Los fertilizantes y su empleo. FAO, Italia,60 p.
- 14.- GALLEGOS, B.,C. Velazco E.T. 1970. El cultivo del girasol - en la Mesa Central. Circular CIB No. 30. INIA- -- SARH, México. 14 p.
- 15.- GARCIA H.,J. Gallegos, B.C. 1970. El cultivo del girasol en las regiones semiáridas de Jalisco. Circular --- CIAB No. 29. INIA-SARH. México.
- 16.- INIA. 1982. Diagnóstico de la Investigación realizada por - el INIA en 1981. INIA-SARH. México. 268 p.

- 17.- KARAMI, E. 1980. Effect of nitrogen rate and the density plant population on yield and yield components of sunflowers. *Indian Agricultural Sciences* 50 (9) 666-670.
- 18.- LEES, P. 1982. El brillante girasol. *Agricultura de Las Américas*, Mayo 1982. pp 6-48.
- 19.- LEON, V.,G. 1963. Determinación del N Potencial del suelo por el método de incubación en algunos suelos de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, Méx.
- 20.- LEON, F.,J. Moreno, R.O. 1982. Respuesta del girasol (*Helianthus annuus L.*) a nitrógeno, fósforo y Densidad de población en el Valle del Yaqui, Son. *Agricultura Técnica en México*. INIA-SARH, México. 8 (1) pp 49-63.
- 21.- NPFI. 1980. Manual de fertilizantes. Editorial Limusa, México.
- 22.- PINEDA, M.,J. 1980. La dinámica del nitrógeno en el suelo y el Balanceo nitrogenado suelo-planta, bajo cultivo de maíz (*Zea mays*). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. ENA, Chapingo, México.

- 23.- RADOV, A.S. Popov, I.I.; Popova, A.I. 1980. Productivity' of sunflower grown on chernozem soil as affected by fertilizers. Soils and fertilizers. -- CAB. 44 (2) 1663.
24. RAY, P.M. 1979. La planta viviente, compañía Editorial -- Continental, S.A. México, 272 p.
- 25.- REYES, C.,P. 1980. Diseños de Experimentos aplicados. -- Editorial Trillas. México. 344 p.
- 26.- RINCON, C.,J. 1981. Guía para cultivar girasol de Temporal en los Valles Altos. Folleto para productores No. 7 CIAMEC INIA-SARH. México pp. 3-5.
- 27.- ROBLES, S.,R. 1980. Producción de Oleaginosas y textiles Editorial Limusa, México. pp. 431-498.
- 28.- RODRIGUEZ, G.,H. et al. 1980.El cultivo del girasol de punta de riego y temporal en el Estado de Guanajuato y Regiones similares. Desplegable --- CAEB No. 7 INIA-SARH. México.
- 29.- SAMJI, R.C. Bhattacharyya, P. 1980. Effect of soil and foliar application of nitrogen, potassium and chemical composition of sunflower. Journal of the society of soil Science. 28 (2) -- 193-198.

- 30.- SAUNDERS, W.M.H. 1959. Effect of phosphate top dressing on a soil form andesitic volcanic ash. II. Effect on distribution of phosphorus and related chemical properties. New Zealand Journal Agric. Res. 2: 445-462.
- 31.- SCARBROOK, C., E. 1965. Nitrogen Availability. In: Soil Nitrogen Madison. Wisconsin, A.S.A.
- 32.- SCHOFIELD, J., L. 1945. A comparison of soil nitrate nitrogen values under base fallow and after ploughing in various perennial typical legumes and cowpeas. -- The Queensland J. Agric. Sci. 2: 170-169.
- 33.- SING, R. Etal. 1977. Effect of levels of nitrogen and phosphorus on yield, oil content and moisture use pattern on rainfed winter sunflower. Indian J. -- Indian J. Agric. Sci. 47 (2) 96-99.
- 34.- SOUZA, E.A., Cerniati, N.C., Baumgartner, J.G. Santiago, G.' 1979. Efeitos do calcário dolomítico, do superfosfato simples e do cloreto de potássio na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) Científica 7 -- (2) 199-203. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. UNESP. Brasil.

- 35.- TURRENT, A.,F. 1978. El método gráfico estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I. C.P. Chapingo, México, p. 14.
- 36.- TURRENT, A.F., Laird, R.I., Estrella, CH. N. 1969. Estudios sobre la oportunidad de aplicación de nitrógeno como fertilizante al maíz de temporal en parte del Valle de Puebla. Memorias del IV Congreso Nacional de la Ciencia del suelo. Res. 2: 445-462.
- 37.- ZUBRISKI, J. Zimmerman, D. 1974. Effects of nitrogen, Phosphorus, and plant density on sunflower. Agronomic journal. 66 (6) 788-801.
- 38.- SARH. 1976. Estudio Agrológico detallado de la primera Unidad del Proyecto de riego Río Tomatlán, Jal. Subsecretaría de Planeación Dirección General de Estudios.-Dirección de Agrología.- Serie de Estudios' No. 9. México, D.F.