

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Respuesta del Frijol a la Aplicación de Molibdeno y
Cobalto en Vertisoles
DE LA REGION CENTRAL DE JALISCO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A

Mario Fernando Robles Dueñas

GUADALAJARA, JALISCO, 1978

AGRADECIMIENTO

ING. y M.C. J. JESUS SEPULVEDA MEJIA

Director de Tesis

ING. y M.C. RAYMUNDO VELAZCO NUÑO

ING. ELENO FELIX FREGOSO

Asesores

CON CARÍÑO

A MIS PADRES

**Por sus sacrificios y esfuerzos
para que lograra ser profesionalista**

A MIS HERMANOS

Por su comprensión y estímulo

A MIS MAESTROS Y COMPAÑEROS

**Por su ayuda para llegar a la meta
aportando sus conocimientos, experiencias y amistad**

I N D I C E

I. INTRODUCCION

- A. Importancia
- B. Objetivo

II. REVISION DE LITERATURA

A. Molibdeno

- 1. Formas en que se encuentra en los suelos
- 2. Toxicidad y/o deficiencias
- 3. Fertilizantes a base de

B. Cobalto

- 1. Formas en que se encuentra en los suelos
- 2. Toxicidad y/o deficiencias
- 3. Fertilizantes a base de

C. Hierro

- 1. Formas en que se encuentra en los suelos
- 2. Toxicidad y/o deficiencias
- 3. Fertilizantes a base de

D. Nodulación

- 1. Proceso de nodulación
- 2. Rhizobium
- 3. Mecanismo de la fijación

E. Inoculación

1. Importancia
2. Procedimiento
3. Inoculación y fertilización nitrogenada

F. Algunas definiciones de vertisoles

1. 7a. Aproximación
2. Fao-Unesco
3. Fao-Unesco 1970 modificado por CETENAL

III. MATERIALES Y METODOS

A. Descripción general de la Región

1. Localización Geográfica
2. Climatología
 - a. Temperatura
 - b. Precipitación pluvial
 - c. Clasificación

B. Descripción del experimento

1. Localización
2. Suelos
 - a. Características físicas
 - b. Características químicas
 - c. Clasificación

C. Diseño experimental utilizado y tratamientos estudiados



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

D. Metodología empleada desde la siembra hasta el análisis estadístico del experimento

1. Preparación del terreno
2. Muestreo del lote experimental
3. Estacado, fertilización y siembra
4. Variedad de semilla
5. Desahije
6. Riegos
7. Observaciones del campo
 - a. Nacencia
 - b. Malas hierbas
 - c. Plagas
8. Respuestas vegetativas
9. Cosecha
10. Análisis estadístico



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

IV. RESULTADOS

V. DISCUSION DE RESULTADOS

VI. CONCLUSIONES

VII. BIBLIOGRAFIA

I.- INTRODUCCION

A.- Importancia.

Tomando en cuenta la importancia que tiene el frijol en México, ya que éste como el maíz son básicos en la dieta alimenticia del mexicano en todas sus clases sociales, por sus distintas razones, tales como el alto valor nutritivo y su fácil distribución en todos los ámbitos, se le tomara a bien dedicar mayor atención a este cultivo a fin de que se cubra satisfactoriamente la demanda -- en tan apreciada leguminosa.

Es sabido que el frijol es nativo del área México- -- Guatemala y se ha venido cultivando en México por más de 4,000 años, dicha versión la afirman los datos de restos arqueológicos encontrados en las cuevas de la región de Ocampo, Tamaulipas y de Puebla.

De acuerdo a los datos estadísticos, el frijol ocupa el segundo lugar en importancia como alimento básico y el sexto lugar por el valor de la producción nacional, sin embargo, el rendimiento promedio es muy bajo. (562 Kgs/ha - 1976) (4).

La escasez debida a los bajos rendimientos es: por -- que el frijol se cultiva principalmente bajo condiciones de tiempo -- ral asociado con otros cultivos, los fertilizantes son de uso limitado o bien de uso rutinario, no se usan variedades mejoradas en la

siembra, mal preparación del suelo, las plagas no son combatidas eficientemente no en el momento adecuado, se permite que las malas hierbas compitan con el frijol en la luz, humedad y nutrientes principalmente.

Muchos de estos problemas se están resolviendo poco a poco, pero está el de mayor importancia; abastecer de nutrientes a la planta que como todo ser vivo necesita de nutrimentos para poder subsistir y producir.

* B.- Objetivo.

Considerando las condiciones adversas que presenta la región Central de Jalisco para el desarrollo de éste cultivo, se están probando tratamientos con elementos menores (Molibdeno y Cobalto) en interacción con inoculante y suelo para obtener un incremento en rendimiento y corregir dichas condiciones.

Todo esto hace pensar que las actividades para obtener el máximo de rendimiento de frijol no solamente es la aplicación de los elementos esenciales N, P y K; sino como ya es sabido y se demuestra en el presente trabajo hay un incremento a la aplicación de elementos menores sino en todas partes en suelos similares a los de la zona de Estudio. *

II. REVISION DE LITERATURA

*A.- Molibdeno

La esencialidad del Molibdeno ha sido recientemente descubierta sin embargo, su importancia en la producción agrícola de muchas zonas ha sido rápidamente reconocida, y en ella se le ha incluido como un componente sustancial de las fórmulas de fertilización. El Molibdeno es absorbido probablemente por las raíces de las plantas en forma de ion MoO_4^{2-} . Se precisa solamente en pequeñas cantidades punto este de considerable importancia, ya que un exceso puede ser tóxico para los animales que pastan en los campos abonados, - las minúsculas cantidades requeridas, y los problemas físicos que se asocian con su aplicación, se ilustran con el hecho de que en Australia se mezclan solamente 670 g. de óxido de Molibdeno por cada tonelada de Superfosfato antes de su aplicación al suelo. El problema de mezclar uniformemente 670 g. en una masa de una tonelada es evidente.

Se han señalado deficiencias de Molibdeno para muchos cultivos, entre los cuales se incluye el trébol, alfalfa, pastos, tomates, patatas, soja, frijol y otras hortalizas (26).

Los síntomas de deficiencia difieren con los diversos cultivos, pero como regla se observan primero como una clorosis internerveal. Las leguminosas generalmente se vuelven amarillo pálido y canjes, síntomas característicos de una deficiencia de Nitrógeno. Esto es en efecto, lo que ocurre, ya que el Molibdeno se requiere -

por las rhizobias para la fijación del Nitrógeno. También se requiere por las plantas no leguminosas para la reducción del nitrato (17).

Buckman y Brady (10) también suponen al Molibdeno -- esencial para los procesos de fijación del Nitrógeno, tanto simbióticos como no. Debe estar presente en las plantas para la metabolización de los nitratos en aminoácidos y proteínas. En cada caso el Molibdeno parece ser parte esencial del respectivo sistema de enzimas que facilita el cambio del nitrógeno. Al Molibdeno se le conoce como específico para la activación de las enzimas de la reductasa del nitrato y de la oxidasa de la xantina.

El Molibdeno, que se halla en la corteza terrestre y en los suelos en cantidades extremadamente reducidas, se requiere -- por las plantas en cantidades muy pequeñas. Ha sido estimado que la litósfera contiene una porción de tan sólo 2,3 ppm; la proporción para los suelos es aproximadamente de 2 ppm. (26)

1.- Formas en que se encuentra en los suelos.

Las reacciones del Molibdeno en los suelos no son -- bien conocidas se ha sugerido que este elemento puede estar presente como: 1) una parte del retículo cristalino de los minerales primarios y secundarios, en cuya forma no es disponible para la planta, 2) como MoO_4^{2-} absorbido, el cual es retenido por los barros y es disponible para las plantas, 3) como una parte de la materia orgánica --

favorecida por una reacción alcalina, y esto sugiere que este mecanismo podría también explicar la disponibilidad aumentada de este elemento en suelos con altos valores de p^H . (26)

Además del p^H del suelo, la presencia en el suelo de óxidos de hierro, de aluminio, y de titanio aumenta también la absorción del Molibdeno. (8)

Una investigación en California ha, de hecho, mostrado que la absorción del MoO_4^2 por óxido férrico hidratado es acompañada por una liberación estequiométrica de los iones OH^- y una molécula de agua. Esta reacción es efectuada en un medio ácido y se forma del compuesto $Fe_2(MoO_4)_3$.

Ha sido demostrado también que aplicaciones fuertes de fertilizante fosfáticos aumentarán el consumo de Molibdeno por las plantas. Por otra parte, aplicaciones fuertes de sulfato tienen un efecto depresor. A causa de que una alta concentración de SO_4^2 puede esperarse que reemplace algo del MoO_4^2 absorbido, esta observación es una parte difícil para ser explicada. Esto podría resultar de una competición iónica en la superficie de la raíz, porque los iones MoO_4^2 y SO_4^2 son de tamaño y cargas similares. (26)

En terrenos que bordean una deficiencia en Molibdeno, la aplicación de excesivas cantidades de fertilizantes que contienen sulfato podría inducir una insuficiencia en Molibdeno en las plantas.

Bajo tales condiciones sería aconsejable la inclusión del Molibdeno en el fertilizante a proporciones recomendadas localmente. (26)

2.- Toxicidad y/o deficiencias

Excesivas cantidades de Molibdeno son tóxicas, especialmente para los animales de pastoreo. Algunos casos de toxicidad por Molibdeno en ganado vacuno u ovejas han sido descritos en la parte Oeste de los Estados Unidos y Australia, donde los suelos son localmente muy altos en su contenido de este elemento.

A causa de la sensibilidad del ganado vacuno y de las ovejas a cantidades excesivas de Molibdeno, debería tenerse cuidado en no exceder las proporciones recomendables en la aplicación del Molibdeno fertilizante. (17,26)

3.- Fertilizante a base de

Diversos compuestos utilizables para suministrar Molibdeno fertilizante incluyen al Molibdeno Amónico y Sódico y el Trióxido de Molibdeno. Estos materiales son mezclados normalmente con los fertilizantes N-P-K y son aplicados a proporciones que van desde 2 onzas (56,69 g) a 2 libras (0,906 kg) por acre. Puede aplicarse también como pulverizaciones foliares. (26,27)

Ha sido demostrado en Australia, Nueva Zelanda y en otros lugares que la aplicación del Molibdeno a los tréboles y a

cualquier otra leguminosa puede causar en algunos casos, aumentos -
en la producción equivalentes a aquéllos obtenidos por el uso de --
varias toneladas de cel. En áreas inaccesibles en los que el trans-
porte y aplicación de grandes tonelajes son difíciles y caros, el -
Molibdeno ha sido de gran valor. De hecho, algunos trabajadores sus-
tralianos hallaron que el empapar la semilla del trébol en una solu-
ción de Molibdeno Sódico antes de plantar las semillas fué tan efi-
cáz como aplicar el Molibdeno en el fertilizante.

En los Estados Unidos una compañía ha desarrollado -
un tratamiento de las semillas que consiste en envolver dichas semi-
llas con Molibdato Sódico y un Agente Adhesivo. (26)

8.- Cobalto

El cobalto es un compuesto de la vitamina B₁₂, cuya necesidad es vital tanto para el hombre como para los animales. Investigaciones recientes han mostrado ser también necesaria una determinada cantidad de Cobalto para el normal crecimiento de los vegetales verdes (17).

1.- Formas en que se encuentra en los suelos

El contenido de cobalto en los suelos es variable, pero generalmente bajo. Algunas cifras para la India indican la oscilación de este elemento como de 4 a 78 partes por millón de cobalto total en los suelos estudiados. Indudablemente hay suelos con cantidades más bajas y más altas que estas cifras. Los niveles del cobalto disponible son más bajos, siendo del orden que va desde algunas centésimas de una parte por millón hasta quizás 2 ó 3 partes por millón. (26)

Diversos factores influyen la disponibilidad del cobalto del suelo.

Trabajos realizados en Rusia (26) han revelado que, aumentando el contenido de humus del suelo de 3,4 a 16,9 por ciento se reduce el contenido de cobalto de la arveja y de la avena, investigadores de la India, sin embargo, no pudieron hallar una relación

entre la materia orgánica del suelo y el cobalto disponible.

Científicos polacos (26) determinaron que la naturaleza del barro tenía una pronunciada influencia sobre la adsorción del cobalto de soluciones. El orden de adsorción fué moscovita > hematita > bentonita > caolín. Experimentos de la Universidad de Cornell obtuvieron resultados similares que mostraron que los barroes con entramados expansivos tienen una capacidad mayor para la adsorción del cobalto de la que tiene la caolinita no expansiva.

Han sido descubiertos aumentos en el p^H del suelo que disminuyen la disponibilidad del cobalto. Investigadores yugoslavos manifestaron recientemente que el contenido en cobalto de diversos céspedes disminuía al aumentar los valores del p^H del suelo. Un trabajo adicional en Escocia ha mostrado esencialmente las mismas relaciones, lo que se ilustra por los datos en el cuadro siguiente. - - (18, 26).

Cuadro No. 1 efecto de abonado con caliza sobre el contenido de cobalto de varias plantas desarrolladas en un suelo Granítico.

Suelo Granítico.		
A. Pastos mixtos		
tratamiento del suelo	cobalto (p.p.m.)	p ^H del suelo
Sin tratamiento con caliza	0,28	5,4
115 cwt. CaCO ₃ /A	0,19	6,1
216 cwt. CaCO ₃ /A	0,15	6,4
B. Trébol Rojo		
Tratamiento del suelo		
Sin tratamiento con caliza	0,22	5,4
115 cwt. CaCO ₂ /A	8,18	6,1
216 cwt. CaCO ₃ /A	0,12	6,4
C. Rye Grass		
tratamiento del suelo		
Sin tratamiento con caliza	0,35	5,4
115 cwt. CaCO ₃ /A	0,20	6,1
216 cwt. CaCO ₂ /A	0,12	6,4

Fuente Tisdale y Nelson (1962) (26)

2.- Toxicidad y/o deficiencias

Como ya se mencionó previamente, se ha hallado que el cobalto es deficiente en algunos suelos. Esta deficiencia es más pronunciada en suelos arenosos gruesos y bajo condiciones de fuerte régimen de lluvias. (8, 26)

3.- Fertilizante a base de

El cobalto no se añade actualmente a los fertilizantes, es requerido en tan pequeñas cantidades por las plantas que su aplicación como fertilizante es difícil a causa de las pequeñas cantidades del transportador de este elemento que hay que aplicar. Con los avances en la tecnología de la producción de fertilizantes, sin embargo, puede ser posible introducir este elemento en los fertilizantes del futuro. (26, 27)

C.- Fierro

1.- Formas en que se encuentra en los suelos

El hierro es uno de los elementos metálicos más comunes en la corteza terrestre. Su contenido total en los suelos, sin embargo, es variable, oscila desde un valor tan bajo como de 200 ppm hasta más del 10 por ciento.

Se halla en los suelos como óxidos, hidróxidos, y fosfatos, así como en las estructuras reticulares de los silicatos primarios y en los barros minerales.

Bajo distintas condiciones del suelo pequeñas cantidades de hierro, son liberadas durante la alteración debida a los agentes atmosféricos de los minerales primarios y secundarios, y parte es absorbida por las plantas, el contenido en hierro total no tiene valor en el diagnóstico de las deficiencias en hierro, de hecho ninguna prueba adecuada ha sido desarrollada para este propósito. (8,10,26)

2.- Toxicidad y/o deficiencias

Las deficiencias en hierro son producidas en algunos suelos calcáreos, y, en algunos casos, un alto nivel de fósforo del suelo ha sido relacionado a la clorosis férrica. (26)

La deficiencia en hierro, o clorosis, se cree que es causada por un desequilibrio de iones metálicos, tales como el cobre y el manganeso, excesivas cantidades de fósforo en los suelos, una combinación de alto p^H , alta proporción de cal, elevada humedad del suelo, temperaturas frías, y altos niveles de HCO_3 en el medio que rodea a las raíces.

El efecto de un desequilibrio de iones tales como el cobre, y el manganeso, existe para el hierro. Se ha sugerido que la deficiencia en hierro observada en muchos suelos de Florida resulta probablemente de una acumulación de cobre en estos suelos tras largos años de aplicación del mismo en pulverizaciones y en fertilizantes.

Un trabajo realizado recientemente por científicos en el departamento de agricultura de los Estados Unidos ha mostrado que las deficiencias de hierro en soya creciendo en dos suelos ocurrió a causa de una proporción baja en las plantas de la relación $Fe: (Ca+Mn)$. Efectos del bicarbonato, fósforo y calcio. Hace ya varios años se observó que la clorosis férrica en huertos era inducida por el bicarbonato del agua de irrigación. Esta observación condujo a la suposición de que la fijación del dióxido de carbono por las raíces de las plantas era responsable de la clorosis férrica -- por inactivación del hierro en la planta. La clorosis férrica es muy común en muchos cultivos y plantas ornamentales que crecen en suelos alcalinos y calcáreos. (26)

En general, puede decirse acerca del hierro que las deficiencias en las plantas de este elemento ocurrirán más fácilmente en suelos con un pH alto y/o carbonatos. Una excesiva fertilización a base de fosfato también inducirá una clorosis férrica, especialmente sobre plantas y arbustos ornamentales. (8,26)

Las distintas especies de plantas difieren en su capacidad para disolver y trasladar el hierro, característica que se piensa es ocasionada por la diferencia en los mecanismos internos de quelación. El hierro en suelos encharcados es reducido al estado férrico, y esto es apresurado por la presencia de materia orgánica en el suelo. (26)

3.- Fertilizantes a base de

Las deficiencias en hierro de los cultivos pueden corregirse mediante la aplicación de ciertos compuestos de hierro al suelo, o directamente al follaje, en pulverizaciones acuosas. En general aplicaciones al suelo de sales ferrosas ionizables, tales como el sulfato ferroso, han probado ser ineficaces a causa de su oxidación más bien rápida a hierro férrico. Cuando estas sales son aplicadas como pulverizaciones foliares, sin embargo, su eficacia aumenta grandemente. Inyecciones de sales de hierro secas directamente en los troncos y ramas de diversas especies de árboles frutales han sido muy eficaces en el control de la clorosis férrica.

El sulfato de hierro ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) es la sal inorgánica más comúnmente utilizada en pulverizaciones para controlar la clorosis férrica. Soluciones conteniendo del 4 al 6 por ciento de sulfato de hierro se aplica a proporciones de 30 a 50 galones (113,55 a 189,25 l) por acre dependiendo del cultivo.

El hierro vitrificado puede también utilizarse en suelos ácidos, aunque los derretidos no son en general adecuados para utilización en suelos alcalinos o calcareos. Aunque actualmente no se produce en forma comercial, el fosfato férrico amónico puede ser eficaz como pulverización o en aplicación al suelo. (27)

Con la excepción del sulfato ferroso, quizá los compuestos de hierro más ampliamente utilizados sean los quelatos. Estos compuestos contienen generalmente del 6 al 12 por ciento de hierro. Diversos quelatos, todos los cuales son hidrosolubles, pueden ser aplicados al suelo o al follaje. (26)

D.- Nodulación

1.- Proceso de nodulación.

La relación entre la formación de nódulos y la asimilación de N_2 fué demostrado por primera vez en 1882 por Hellriegel y Wilforth, pero más de medio siglo transcurrió antes que estudios - usando N_{15} - N_2 proporcionaran pruebas inequívocas de que los nódulos son la base de la reacción de la fijación. La localización del N_2 en enzimas metabolizantes en el tejido de la raíz modificada sugiere que la nodulación y los procesos bioquímicos asociados son de importancia prima para el bienestar de la cosecha de leguminosas.

En el desarrollo de la estructura nódular, el paso inicial aparece para requerir la liberación dentro de la zona de raíz, de los productos de excreción de la planta estimuladora a la bacteria de la raíz nódulante. El origen químico de las excreciones aún es desconocido, pero las sustancias pueden ser factores de crecimiento o sustrato de energía necesarios para la iniciación de la infección. Las excreciones son sin duda la causa del número incrementado de rhizobias en la proximidad inmediata a la raíz leguminosa; además, los productos liberados por las raíces parecen estimular selectivamente solo la bacteria del grupo contrario de inoculación específica. En la mayoría de las legumbres, la invasión primaria ocurre a través del filamento de la raíz, que en la presencia de bacterias apropiadas, padece una deformación u ondulación bajo la influen

cia de algún producto microbial, presumiblemente ácido indolacético. La evidencia para el ácido indolacético como la substancia estimuladora está lejos de ser completa, a pesar de la síntesis admitida - del compuesto invitro por *Rhizobium* spp, el hecho es que la substancia causa dilatación en la raíz, muchos otros microorganismos producen ácido indolacético y aún fracasan al inducir la generación de nodulación. Por eso, el ácido indolacético esta posiblemente vinculado en el proceso, pero esto es meramente uno de varios factores.

Solo una porción pequeña del filamento de la raíz invade desarrollo nódulos, usualmente menos del 5 por ciento de la infección resulta en nódulos. Siguiendo la penetración microbial dentro del filamento de la raíz, se le forma una infección de tipo alargado. En el estrecho tubo de infección, típicamente circundando por una pared de celulosa sintetizada por el huésped, la población de -- bacterias nunca es tupida, pero los microorganismos pueden ser vis - tos fácilmente bajo un microscopio. Finalmente el hilo se ramifica - hacia las porciones centrales del nódulo en desarrollo y las bacterias finalmente son liberadas dentro de su citoplasma simbiótico. -- Después de la liberación, un período de división celular rápida toma lugar en las células huésped. La estructura final consiste en un núcleo central conteniendo la rhizobia y una área circunvecina cortical en la cual se encuentra el sistema vascular de la planta. Un - rasgo curioso de las células de la planta en la porción central del nódulo es su posesión de el doble de su número cromosómico con características del huésped. (2)

No todas las rhizobias son capaces de invadir las plantas leguminosas para la infección, la habilidad de un rasgo -- para nodular un huésped dado, es de importancia económica considerable. Dentro de los rasgos de infección, además la capacidad de la bacteria de nódulo para llevar a cabo la fijación de N_2 en conjunto con la planta varía grandemente. La capacidad relativa del sistema simbiótico, ya establecido, para asimilar nitrógeno molecular es conocido como su efectividad, muchos rhizobium spp son altamente efectivos mientras que otros son grandemente inefectivos.-- Por otra parte. un solo rasgo microbial puede ser inefectivo o parcialmente efectivo en el huésped aún siéndolo asociado con la fijación de N_2 en otra variedad de leguminosas o especie.

La nodulación generalmente toma lugar en una temperatura de suelo tolerada por la planta libre y viviente, pero la abundancia de nódulos es reducida en los extremos más fríos o cálidos, la duración del día y la intensidad de luz también afecta el número de nódulos. Los del frijol soya por ejemplo, son más pesados y más abundantes en plantas que han crecido en días largos que en días cortos. La sombra tiende a deprimir el peso de los nódulos mientras que una intensidad alta pero no excesiva de luz y un alto nivel de CO_2 incrementa el número de nódulos. Un efecto contrario se ha notado siguiendo una adición de nitrógeno; esto es, el número de nódulos y su peso son reducidos. La influencia de la duración del día, la intensidad de luz, el nitrógeno y el abastecimien

to de CO_2 pueden ser interpretados en términos de la concentración interna de carbohidratos; luz abundante y CO_2 , que incrementan el alojamiento de los carbohidratos de la planta, favorece la producción de nódulos mientras que el nitrógeno deprime el abastecimiento interno de carbohidrato y tiene al mismo tiempo una influencia de retraso en la nodulación. (2)

2.- Rhizobium.

Rhizobium es un tipo de bacteria perteneciente a la familia Rhizobiaceae, son bacilos gram negativos, aerobios, unicelulares y microscópicos. Habitan en el terreno y con frecuencia lo hacen en las plantas leguminosas.

Tienen la propiedad los Rhizobium de asociarse con plantas de la familia de las leguminosas proporcionándoles beneficios.

Los Rhizobium invaden las raíces de dichas plantas y viven en ellas dando lugar a la formación de nódulos, que son protuberancias provocadas por una irritación de la planta, apreciables a simple vista. Dentro de dichos nódulos las bacterias toman el nitrógeno atmosférico que se encuentra bajo la tierra el cual es transformado en nitrógeno asimilable para la planta dentro de las células de las bacterias, la planta aprovecha este nitrógeno -

para la síntesis principal de proteínas. La planta a su vez da a la bacteria substancias nutritivas a través de la savia, de esta manera ambas reciben beneficios por su acción simbiótica. (10,12,23)

3.- Mecanismos de la fijación.

Los organismos de las leguminosas viven en los nódulos radicales toman libremente el nitrógeno del aire y lo sintetizan en formas complejas.

No es bien conocido el procedimiento por lo cual la planta absorbe este nitrógeno después de que ha sido fijado, tampoco se conoce exactamente de que forma es fijado a pesar de que aparecen muy pronto formas amidas y aminas. Parece que algunos compuestos producidos dentro de la célula bacteriana se difunden a través de la pared celular y son absorbidos por la planta huésped.

La entrada de los organismos a la planta lo hacen por los pelos radicales y en las células de la corteza de las raicillas, cuando crece el nódulo se verifica la fijación del nitrógeno (10, 23,26)

Esta ocurre en las etapas primarias del crecimiento de la planta. Según Viertane (22) el procedimiento de fijación del nitrógeno lo esquematiza de la siguiente manera.

	COOH	N ₂	COOH	COOH
	1	1	1	1
C ₆ H ₁₂ O ₆	CO	11	1	1
Hidrato	I	NH	CH ₂	CH ₂
de	CH ₂			
Carbono	1	1	1	1
	COOH	+ NH ₂ OH	COOH	COOH

(Acido oxalacetico) (Hidroxilamina) (Acido oximinosuccinico) (Acido - aspértico).

Viertanen (22) supone que las leguminosas proporcionan ácido oxalacético a las bacterias y estas proporcionan ácido aspértico de los nódulos (22).

E.- Inoculación.

1.- Importancia.

Puede decirse que un buen inoculante es un fertilizante biológico, que no es más que una mezcla de bacterias vivas del género *Rhizobium* con ingredientes inertes que proporcionan nitrógeno asimilable a plantas de la familia de las leguminosas.

Para entender mejor el concepto hay que revisar mejor primero los requerimientos nutricionales de los seres vivos.

Podemos decir que todos los seres vivos están formados por glúcidos, azúcares, lípidos, grasas y proteínas, sin embargo hay diferencias con respecto a la forma de nutrirse de los animales y -- plantas.

Los animales toman los azúcares, las grasas y proteínas ya elaboradas en sus alimentos y solamente los transforman en -- azúcares, grasas y proteínas propias.

Los vegetales son capaces de tomar del suelo los elementos que se encuentran en forma asimilable y convertirlos en azúcares, grasas y proteínas propias. Sin embargo, no son capaces de -- transformar estos elementos si no están en forma asimilables.

Los elementos entonces deben estar en forma asimilable para que puedan ser aprovechables para la planta.

El nitrógeno asimilable se encuentra en los compuestos orgánicos nitrogenados, el nitrógeno no asimilable es el del aire -- constituye un 78% del aire atmosférico, es nitrógeno molecular y tiene la particularidad que es propiamente inerte, es una molécula que -- aún por métodos químicos fuertes no reacciona fácilmente para dar -- compuestos asimilables. (5, 10, 12)

2.- Procedimiento.

La práctica de la inoculación es un camino sencillo y económico de seguir siempre y cuando se tomen las debidas precauciones y recomendaciones para cada cultivo en particular.

En nuestro caso mencionaremos los cuidados y pasos a seguir para tener éxito en esta operación.

Una inoculación eficiente tiene las siguientes características:

1.- Debe el inoculante de ser específico para cada cultivo, en nuestro caso fué Rhizobium Phaseoli.

2.- Debe usarse de acuerdo a la región recomendada.

- 3.- Debe de usarse de 115 a 250 gramos por cada 100 Kg de semilla.
- 4.- Debe inocularse según las especificaciones marcadas en el envase.
- 5.- Nunca debe de inocularse más semilla de la que se puede sembrar en un día.
- 6.- La semilla inoculada o el inoculante no debe de exponerse al sol.
- 7.- No debe usarse después de la fecha de caducidad.
- 8.- El producto debe conservarse a bajas temperaturas - antes de usarse.
- 9.- Las bolsas no deben de estar rotas o deterioradas.

Los procedimientos generales para una beneficiosa inoculación son los siguientes:

En semillas secas.- Se agrega una cantidad doble de inoculante según el peso de la semilla procurando distribuir uniformemen-
te el inoculante en la semilla y efectúe la siembra lo más pronto posi-
ble.

En semillas húmedas.- La cantidad de inoculante a usar será la cantidad neta que especifique el envase haciéndose de la siguiente manera:

Deposite la semilla en un recipiente, o forme con ello un monton sobre el suelo limpio y rocíe ligeramente con agua. Agregue el inoculante, agite hasta que el producto quede repartido uniformemente sobre toda la semilla y proceda a sembrar lo más pronto posible.

La mayoría de los desinfectantes para la semilla son tóxicos para las bacterias por tanto, si se adquiere semilla ya desinfectada hay que inocularla y sembrarla de inmediato. También es aconsejable que el agua que se rocíe en la semilla contenga almidón o melaza o azúcar en pequeñas proporciones; esto es con el objeto de que el inoculante no quede en contacto directo con la semilla (tegumento).

En la actualidad se han desarrollado (parasiticidas) inofensivas para las bacterias como el (Nitrasen).

Es conveniente al sembrar una leguminosa que la semilla sea tratada con el inoculante correspondiente, porque aunque una cosecha de leguminosas hubiera estado bien prevista de nódulos durante la siembra anterior, no indica claramente que la que se siembre al año siguiente sin ser inoculada produzca la misma nodulación y que esta sea efectiva para la fijación del nitrógeno del aire. De cualquier modo, la inoculación es un método demasiado barato para prevenir cualquier fracaso (17, 23).

3.- Inoculación y fertilización nitrogenada.

Aparentemente algunos autores reportan que existe un posible antagonismo entre el nitrógeno aplicado al suelo y la cantidad fijada de nitrógeno por Rhizobium, ver fig. 1,2. (16,24,25).

Reportan algunos autores que han tratado de sustituir nódulos por nitrógeno, esto si es posible siempre y cuando la proporción de nitrógeno tendría que sobrepasar los 225 Kg de N/ha (24).

Algunos autores sin embargo, afirman que las leguminosas mediante la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico pueden satisfacer sus necesidades de este elemento casi en su totalidad, solo recomiendan la adición de una cantidad pequeña para su establecimiento (16,20,24,26).

La cantidad fijada de nitrógeno por Rhizobium dependen de muchos factores como: la condición del suelo, aereación, drenaje, temperaturas, humedad, cantidad de calcio activo y Molibdeno-etc. (10).

Puede decirse que la cantidad de nitrógeno fijada por las bacterias varía según la adición de hidratos de carbono y de nitrógeno asimilable en el suelo. Si la cantidad de hidrato de -

Figura 1. Antagonismo entre nitrógeno aplicado y nodulos

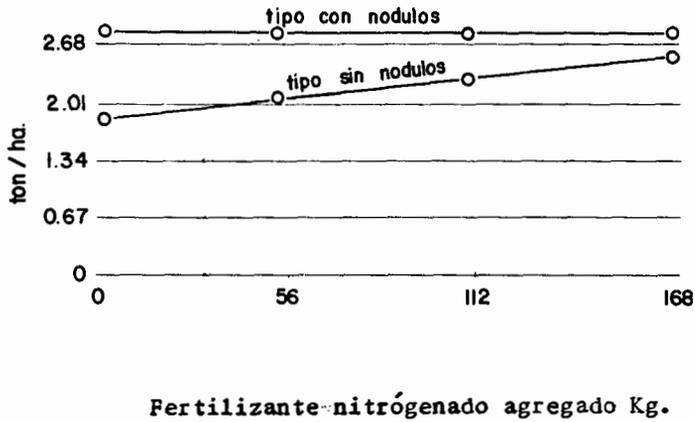
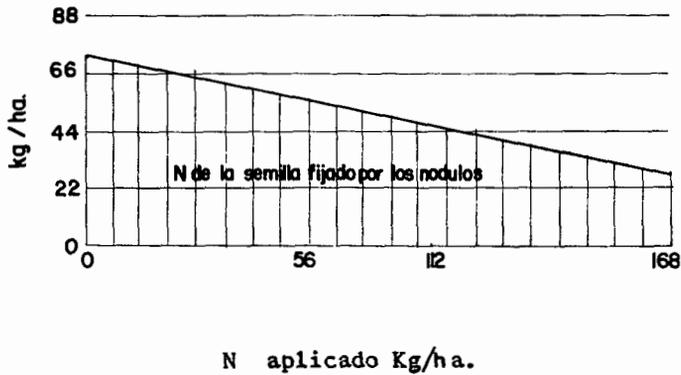


Figura 2. El nitrógeno paraliza la acción de las bacterias de los nódulos.



carbono es grande y el nitrógeno asimilable en el suelo es poco, la fijación tendrá mejores resultados que si hubiera deficiencia de hidratos de carbono y abundancia de nitrógeno en el suelo (25).

Hopkins citado por Thompson (25) indica que una leguminosa contendrá dos tercios de su nitrógeno total en la parte superior de la planta y en el sistema radicular el tercio restante.

Así mismo menciona que como promedio, las leguminosas inoculadas absorben cerca de un tercio del fertilizante del suelo y dos tercios del nitrógeno del aire. De acuerdo con esta estimación el nitrógeno de la parte superior es aproximadamente igual al que absorberá la planta del aire (25).

La formación de nódulos empieza aproximadamente una semana después de la germinación de la semilla y hasta las dos semanas es cuando empieza la fijación del nitrógeno (24). Sin embargo el mayor volumen de fijación ocurre en la etapa que se inicia con la floración (15). El efecto más importante del Molibdeno es en el proceso de fijación del nitrógeno por las bacterias de los nódulos radicales convirtiéndolo el nitrato NO_3 a proteína NH_2 (24).

PAVR(21) afirma que adiciones de nitrógeno solo o combinado con fósforo aumenta el rendimiento del frijol bajo condiciones de riego hasta un 20%, recomendando que esta aplicación se efectúe al momento de la siembra o dos semanas antes de la floración.

Harston (14) recomendada para maximizar rendimientos se utilicen de 80 a 120 Kg de nitrógeno disponible en el suelo.

Weaver y Frederick (15) afirman que cuando el suelo es pobre en nitrógeno el número de nódulos es bajo. El *Rhizobium* depende del nivel de nitrógeno que se encuentra en el suelo la aplicación de nitrógeno de 0 a 2 semanas después de la emergencia, resultó ser más significativa que la aplicación de 4 a 6 semanas en cuanto al número de nódulos (15).

El contenido máximo de N, Ca, Mg, en vainas, hojas y raíces resultaron del tratamiento de 180 Lb/ha de nitrógeno.

El contenido máximo de P, K, y Cu con 120 Lb/ha de nitrógeno.

El P y K aplicados incrementaron el N, P, Ca, K, Fe y Mn pero redujeron la absorción de Mg y Zn (5).

En un experimento que se hizo en frijol con aspersiones foliares resultó ser el mejor tratamiento el de 300 p.p.M., con aplicaciones de 200, 400, y 300 p.p. M. inhibieron la nódulación hasta el florecimiento, con estas dosis de nitrógeno la nódulación fué intensa hasta la etapa de vaina verde (9).

Variedades y líneas de leguminosas varían en cuanto a formación de nódulos por las bacterias (11).

F.- Algunas definiciones de Vertisoles

1.- 7a. Aproximación.

El sistema de clasificación de Suelos Soil Conservation Service, es muy conocido como la Séptima Aproximación. Por su amplia comprensión de los suelos, por la integración de muchas características, por la precisión de las definiciones y por su previsión de clases a varios convenientes niveles de clasificación, puede ser una herramienta poderosa y útil para el inventario de los recursos de suelo, la transferencia geográfica de información sobre los suelos y la ordenación del conocimiento de los suelos.

Este sistema de clasificación define los Vertisoles como: Suelos con grietas verticales cerradas menos de 60 días consecutivos cuando la temperatura a la profundidad de 50 cm es continuamente mayor de 8°C (cuando no se riega y en la mayoría de los años). (18).

El mismo autor F. Maldonado (18) menciona también que estas grietas que se abren y cierran una vez por año, quedan abiertas por lo menos 60 días consecutivos entre el solsticio de verano y el equinoccio siguiente y quedan cerradas por lo menos 60 días consecutivos entre el solsticio de invierno y el equinoccio siguiente.

2.- Fao - Unesco.

R. Dual (13) menciona que las unidades de suelos tratadas en esta clasificación en base a la experiencia geográfica y -- cartográfica de suelos y para una mayor representabilidad de los vertisoles los define como: Suelos de textura pesada en los que se forman grietas profundas durante algún período en la mayor parte del -- tiempo (a menos que estén sujetos a riego); también una intensidad de color en húmedo de menos de 1.5 a través de los primeros 30 cm de suelo y presentan un micro relieve gilgai o, entre los 25 y 100 cm - de profundidad, interseccionan superficies de deslizamiento o de formacua o agregados estructurales paralelepípedos.

Algunas características de estos suelos son como se - mencionó anteriormente que después de los primeros 20 cm que han sido mezclados, se tiene un 30% o más de arcilla a una profundidad de cuando menos 50 cm; las grietas características son por lo menos de 1 cm de ancho hasta una profundidad de 50 cm. los suelos en los que las grietas son menos profundas o se interrumpen al encontrar roca - dura o un horizonte petrocálcico en los primeros 50 cm, se incluyen en los cambisoles vérticos. Si es necesario, otros grupos vérticos - podrían ser diferenciados.

Los vertisoles pueden ser salinos, siempre y cuando - la conductividad eléctrica del extracto de saturación a 25°C sea menor de 16 mmhos/cm dentro de los primeros 75 cm de profundidad (13).

3.- Fao - Unesco 1970 modificado por CETENAL.

Con la finalidad de hacer más accesible la información técnica que contiene la carta edafológica de CETENAL, se ha elaborado la publicación de esta clasificación modificada que describe, en el lenguaje común y en forma simplificada, las principales características de los horizontes de diagnóstico, las unidades de suelo, la clase textural y las fases físicas y químicas, consideradas en el sistema de clasificación de suelos Fao - Unesco 1970 modificado por CETENAL.

Así mismo esta clasificación define los vertisoles como suelos con características de textura arcillosa y pesada que se agrietan notablemente cuando se secan. Tienen dificultades en su labranza, pero son adecuadas para una gran variedad de cultivos, siempre y cuando se controle la cantidad de agua para que no se inunden o sequen. Si el agua es de mala calidad, pueden salinizarse o alcalinizarse. (3)

III.- MATERIALES Y METODOS

A.- Descripción General de la Región.

La literatura disponible, señala que oficialmente el Estado de Jalisco se halla dividido en cinco regiones, atendiendo a la homogeneidad de sus problemas, recursos y pobladores.

Estas regiones son: Norte, Sur, Los Altos, La Costa y Central.

- 1.- La Región Norte comprende la cuenca del Río Bolaños.
- 2.- La Región Sur comprende la depresión de Sayula y las cuencas de los Ríos Ayuquila, Tuxcacuesco, Armería Tuxpan y San Jerónimo.
- 3.- La Región de los Altos abarca la extensa cuenca del Río Verde y sus afluentes.
- 4.- La Región de la Costa se extiende desde la Sierra Madre hasta las playas del Océano Pacífico. Esta se divide a su vez en dos porciones: a) El Valle del Río Ameca y b) la porción de los declives.
- 5.- La Región Central queda comprendida entre las cuatro anteriormente mencionadas y en esta también se encuentra el municipio de la zona de Estudio. (28)

La División de la Región Central, abarca 37 municipios con una población de dos millones de habitantes aproximadamente.

Para su Estudio se divide en tres zonas: Oriental -
(zona donde se realizó el experimento), Media y Occidental.

0. 0. 0. 0. 0.

La Zona Oriental comprende el Bajo Valle del Río Lerma y las tierras que rodean al Lago de Chapala. En ella se encuentran los siguientes Municipios:

Ixtlahuacán de los Membrillos	Jamay
La Barca	Ocotlán
Tototlán	Jocotepec
Zapotlán del Rey	Chapala
Poncitlán	Tuzcueca
Zapotlanejo	Tizapán
Juanacatlán	

Los Ríos Lerma Y Santiago y el Lago de Chapala han convertido las tierras de esta zona en las más fértiles del Estado, producen trigo, maíz, frijol, garbanzo, verduras, camote, sandías y melón. (28)

La Ganadería se desarrollo en gran escala.

El Lago proporciona abundante pesca que es fuente de riqueza para los pobladores de la ribera, cuenta con industrias de productos lácteos y artesanía en Ocotlán; esta zona es la más favorecida por las vías de comunicación, ya que cuenta con servicios ferroviarios, carreteras pavimentadas, telégrafos y teléfonos. (28)

1.- Localización Geográfica.

El Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos donde se realizó el presente trabajo, se localiza entre los meridianos 20° y 21° y entre los paralelos 103° y 104° siendo delimitado por los municipios de Chapala, Tlajomulco, El Salto y Juanacatlán como se puede ver en la fig. No. 5 (28).

2.- Climatología.

a Temperatura.- Por su situación cartográfica y su altitud (1521 mts. sobre el nivel del mar). El área de estudio presenta en general un régimen térmico caracterizado por ser de ambiente tibio con temperatura anual media de 20°C , con poca variación en el año.

b Precipitación Pluvial.- Predominan en la zona precitacionea de 800 mm. al año con poca variación anual.

c Clasificación.- El sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García en 1964 para adaptarlo a las condiciones particulares de la República define su situación climática como sigue:

El Rodeo: (A) C(Wo) (W)a (e)g

(A) C.- Semicálido, el más cálido de los templados C,- con temperatura anual media 18°C , y la del mes más frío -18°C .

C(Wb).- El más seco de los templados sub-húmedo con lluvias en el verano, con un cociente P/t -43-2.

W.- Con un porcentaje de lluvia invernal -5 de la anual.

a.- Verano cálido, temperatura media del mes más caliente -22°C.

(e).- Extremoso, oscilación entre 7° y 14° C.

g.- El símbolo "g" para indicar marcha de temperatura tipo Ganges se añade después de los símbolos anteriores si el mes más caliente del año es antes de junio. (19)

B .- Descripción del Experimento.

1.- Localización.

El experimento se localizó en la parcela escolar del Ejido El Rodeo municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos Jalisco a escasos 10 kilómetros de Atequiza, también municipio de Ixtlahuacán donde se considera como una zona de las más importantes como productora de frijol (Ver fig. No. 7).

2.- Suelos.

a).- Características Físicas.

Se realizó la práctica de un perfil cultural de donde se obtuvieron los siguientes datos:

Horizonte	A
Profundidad	0 - 1.50 + mts.
Color en húmedo	10 Y R 4/1
Textura	Arcillosa
Estructura	Tipo Columnar
	Grado Moderado
Consistencia	Firme
Rescisión al HCL	Nula

Observaciones:

No se encontraron horizontes diagnosticables, se observaron grietas profundas, raíces a 1.20 mts. de profundidad y un alto contenido de arcilla.

b).- Características Químicas.

Según los análisis químicos reportados por el Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío (CIAB), donde se mandaron analizar las muestras tomadas del lote experimental reportan lo siguiente:

ph	7.0
% de M.O	2.18
% de N Total	0.119
P ppm	96.5
K ppm	189
Cl ppm	2332
Mg ppm	235
% de saturación	54
P ^h de saturación	8.1
C. E. mmhos/cm	0.28

c).- Clasificación

Debido a que son suelos con textura arcillosa y pesada que se agrietan notablemente cuando se secan. Teniendo dificultades

des en su labranza, pero siendo adecuados para una gran variedad de cultivos, siempre y cuando se controle la cantidad de agua para que no se inunden o sequen. Las unidades de suelo del sistema Fao/Unesco modificado por CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional), corresponden estos suelos a un vertisol pelico (suelos de color negro o gris oscuro). (3)

C .- Diseño Experimental Utilizado y Tratamientos Estudiados.

Se utilizó un diseño experimental simple con distribución en bloques al azar con cuatro repeticiones para cada uno de los tratamientos. La parcela total constó de 6 surcos de 61 cm. de distancia entre cada uno y 10 mts. de longitud; con una distancia entre planta y planta de 10 cm. la parcela útil fué de 3 surcos de 8 mts.- de longitud tomando los del centro para evitar efectos de orilla.

Los tratamientos Estudiados son los siguientes:

- A.- Moly-co-fix + 40-80-20
- B.- Moly-co-fix + Nitragin + 40-80-20
- C.- Nitragin + 40-80-20
- D.- Testigo + 40-80-20

Elementos estudiados

<u>Elemento</u>	<u>Fuente</u>	<u>Concentración</u>
Nitrógeno	Sulfato de Amonio	20.5%
Fósforo	Neutro Fox	44.2%
Potasio	Cloruro de potasio	60 %
Molibdeno	Moly-co-fix	10.63%
Cobalto	Moly-co-fix	1.22%
Hierro	Moly-co-fix	0.20%

D.- Metodología empleada desde la siembra hasta el análisis estadístico del experimento.

1.- Preparación del terreno.

La preparación del terreno se llevó a cabo de acuerdo al sistema que el agricultor de la zona del estudio utiliza para sus siembras comerciales y que consiste en un barbecho de 20 a 30 cm. de profundidad, seguido de un rastreo para eliminar los terrones, después una nivelación para evitar encharcamientos y derroche de agua.

2.- Muestreo del lote experimental.

Antes de efectuarse la siembra se procedió a muestrear el terreno correspondiente en dos puntos a la profundidad de 30 cm, tomándose las muestras de hoyos recién hechos y no de cortes de zanjas vertiendo la muestra en una bolsa de plástico con su etiqueta de identificación para hacer las determinaciones físicas y químicas correspondientes al análisis físico químico del suelo.

3.- Estacado, fertilización y siembra.

Después de elegir el terreno más uniforme dentro de la parcela y de realizar las labores culturales se procedió a trazar las parcelas experimentales mediante un estacado delimitándose las repeticiones y parcelas con hilos como se muestra en la fig. 3 procediéndose luego a la distribución de bolsas de fertilizante con el

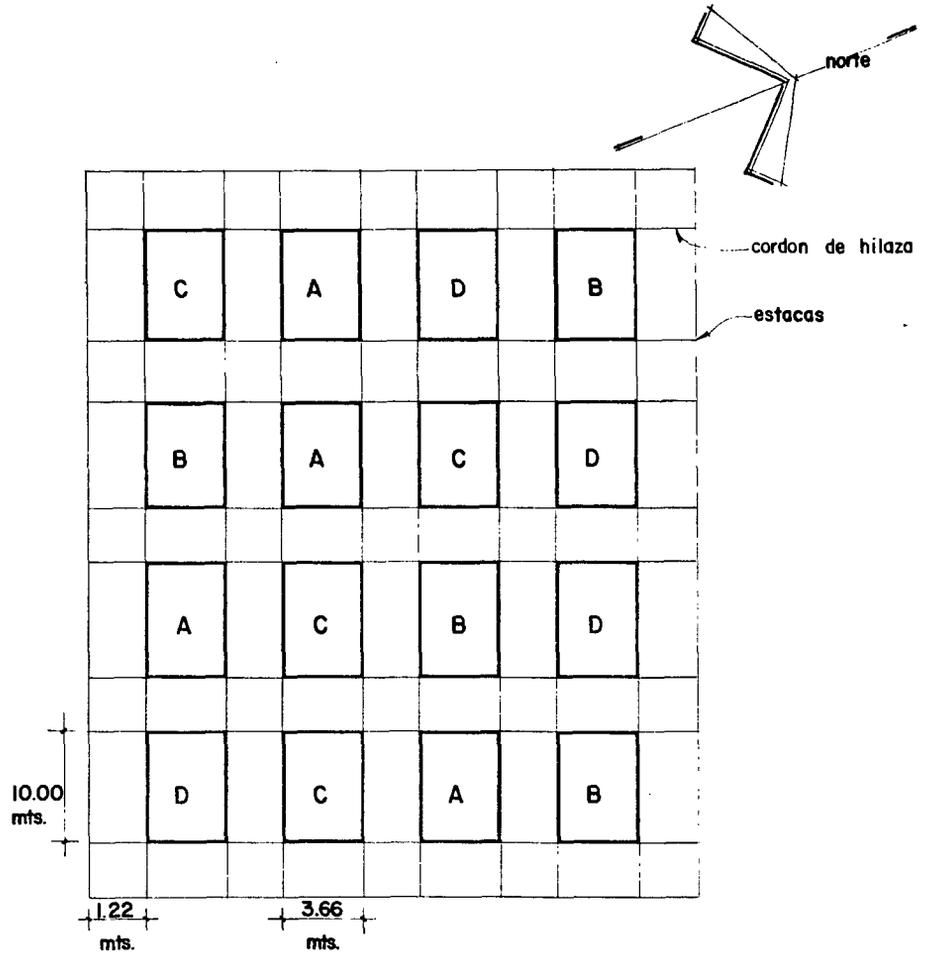
insecticida para las plagas del suelo (Heptacloro 2%), y bolsas de semilla, así también como las dosis de inoculante; y Molibdeno, Cobalto y Hierro (Moli-co-fix) correspondientes a cada uno de los tratamientos para su distribución.

La fertilización se efectuó por parcela habiendo utilizado la fórmula 40-80-20 con las fuentes de fertilización del Sulfato de Amonio, Neutrofox y Cloruro de Potasio; aplicando la cantidad de 1.617 Kg de la fórmula por parcela en banda y luego se procedió a taparlo con una capa más o menos de 10 cm. de suelo para depositar posteriormente la semilla correspondiente a cada parcela.

Al terminar de efectuar la fertilización se pasó a la siembra en la cual se siguieron las recomendaciones de las casas comerciales de los productos estudiados tirando la semilla inmediatamente después de tratada y tpándola con una capa de suelo aproximadamente de 12 cm; tanto la siembra como la fertilización se efectuaron por tratamiento, es decir, se fertilizaba y se sembraba en un mismo tratamiento en las 4 repeticiones y solo hasta que se terminaba de tapar la semilla se pasaba al siguiente. Esta práctica evita que los productos usados sufran algún cambio. Dichas actividades se efectuaron el día 8 de Marzo de 1977.

Al terminar de efectuar la fertilización y siembra de cada tratamiento, se tenía el cuidado de que el personal se lavara perfectamente las manos, ya que debido a que las cantidades empleadas

Fig. 3. Distribución de parcelas y tratamientos del lote experimental y áreas correspondientes.



de los diversos elementos eran muy pequeños y cualquier traza de ellos en las manos podría influenciar el desarrollo de las plantas.

En la figura 3 se muestra la distribución de parcelas y tratamientos del lote experimental; así como también las áreas correspondientes.

4.- Variedad de semilla.

La variedad usada fué canario 101, mata, tolerante al mosaico; de 100 a 110 días a la madurez

5.- Desahije.

La práctica del aclareo se efectuó a los 20 días después de la siembra, dejando una planta a cada 10 cm. cabe mencionar que fueron pocos arranques puesto que la densidad de población fué favorable.

6.- Riegos.

La aplicación del agua en el lote experimental se efectuó de acuerdo a las necesidades de la planta. El número de riegos durante el ciclo vegetativo del cultivo fué de 4, aplicados los días 9 de Marzo (primer riego), 5 de Abril (segundo riego), 1 de Mayo (tercer riego) y el día 14 de Mayo (último riego).

No fué posible cuantificar láminas por problemas de -
manejo del suelo-agua.

7.- Observaciones del campo.

El lote experimental fué periódicamente inspeccionado y en el se hicieron observaciones de campo que fueron de gran utilidad en la interpretación de los resultados de rendimiento que se obtuvieron.

A continuación se presentan algunas de estas observaciones.

a .- Nacencia.

El día 21 de Marzo se hizo la prueba de germinación - en la cual se observó que todas las repeticiones contaban con una -- buena población de plantas siéndo esta del 95% aproximadamente.

b .- Malas hierbas.

No existió problema en cuanto a infestación de male - zas, las pocas que surgieron durante la época crítica del cultivo, - fueron eliminadas en el aproque continuándose con su control para -- que su presencia no afectara los resultados.

c .- Plagas.

Se presentaron ligeros ataques de conchuela (Epilachna

varivestis Mulsant), Chicharrita (Empoasca fabae Harris) y Mosquita Blanca (Trialeurodes Sp) en mayor cantidad con respecto a las anteriores.

Fueron combatidos dichos ataques con paratión metilico al 2% para el combate de conchuela y chicharritas el día 21 de Abril, con una dosis de 25 Kg. por hectáreas.

El día 5 de Mayo se utilizó Malatión 1000 E para el combate de la mosquita blanca con una dosis de 1 litro por hectárea.

B.- Respuestas vegetativas.

a .- Se observó diferencia en Vigor, tamaño y coloración de las plantas entre los tratamientos A, B y D, estas diferencias no se manifestaron al comparar los tratamientos B, C y D, de la tercera repetición.

b .- Se observó que todas las parcelas del lote experimental que fueron tratadas con Moly-co-fix en comparación con las demás tardaron menos en llegar a la floración ya que estas flores - ron 2 y 3 días antes que las otras plantas.

c .- En las parcelas que se aplicó el inoculante + 1 moly-co-fix se presentaron problemas con la floración y después de esta se caían los botones.

d.- La nodulación fué mayor y de mayor diámetro de -
nódulos en las parcelas tratadas con moly-co-fix.

9.- Cosecha.

La cosecha se realizó el día 20 de Junio, el producto de cada parcela fué encostalado bajo previa identificación con etiquetas, para posteriormente trasladarse a un lugar donde se pudiera exponer al sol. Debido a que contaba todavía con alto porcentaje de humedad, se asoleo durante algunos días procediéndose luego a su trilla - utilizando para ello dos palos de escoba. A continuación y por cada - parcela se tomó una muestra para determinar el porcentaje de humedad - y poder estandarizar al 12% de humedad. Una vez logrado lo anterior, - se realizaron las pesadas anotándose en el cuadro de rendimientos - - (cuadro No. 2).

10.- Análisis Estadístico.

Los datos correspondientes al rendimiento de grano fue ron analizados y calculados como se observa en los cuadros siguientes (cuadros 2,3,4 y 5).

Cuadro No. 2. Rendimiento de grano por hectárea de cada una de las parcelas.

C 833.33 Kg/ha	A 1140.71 Kg/ha	D 1024.59 Kg/ha	B 450.82 Kg/ha
B 901.64 Kg/ha	A 1236.33 Kg/ha	C 908.47 Kg/ha	D 853.82 Kg/ha
A 1482.24 Kg/ha	C 922.13 Kg/ha	B 1318.30 Kg/ha	D 1243.17 Kg/ha
D 1024.59 Kg/ha	C 1072.40 Kg/ha	A 1721.31 Kg/ha	B 915.30 Kg/ha

Cuadro No.3.- Cuadro de doble entrada repeticiones/ trata
 mientos y medias respectivas de columnas e -
 hileras.

		REPETICIONES				TOTAL	\bar{x}
		I	II	III	IV		
TRATAMIENTOS	A	1.67	1.81	2.17	2.52	8.17	2.0425
	B	0.66	1.32	1.93	1.34	5.25	1.3125
	C	1.22	1.33	1.35	1.57	5.47	1.3675
	D	1.50	1.25	1.82	1.50	6.07	1.5175
TOTAL		5.05	5.71	7.27	6.93	24.96	
\bar{x}		1.2625	1.4275	1.8175	1.7325		$Mx = 1.56$

Cuadro No. 4.- Cuadro de análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F	F de tablas	
					0.05%	0.01%
÷ TRATAMIENTOS	1.3312	3	0.4437	6.004	3.88 — 6.90	*
÷ BLOQUES	0.8080	3	0.2693	3.644	3.88 — 6.90	
ERROR EXPERIMENTAL	0.6656	9	0.0739			
TOTAL GENERAL	2.8048	15				

Cuadro No.5.- Número de promedios y valores de la tabla de Duncan al 0.05% y al 0.01%.

No. DE PROMEDIOS	2	3	4
VALORES DE LA TABLA PARA 9 g.l.	3.20	3.34	3.41
AL 0.05 y 0.01%	4.60	4.86	4.99
LIMITES DE SIGNIFICACION DE LA DIFERENCIA	0.434	0.453	0.463
ENTRE DOS PROMEDIOS AL 0.05 y 0.01%	0.625	0.660	0.678

Comparaciones al 0.05% de los promedios.

A - B = 2.0425 - 1.3125 = 0.730 mayor a 0.463 significativo.

A - C = 2.0425 - 1.3675 = 0.675 mayor a 0.453 significativo.

A - D = 2.0425 - 1.5175 = 0.525 mayor a 0.434 significativo.

D - B = 1.5175 - 1.3125 = 0.205 menor a 0.453 no significativo.

D - C = 1.5175 - 1.3675 = 0.150 menor a 0.434 no significativo.

C - B = 1.3675 - 1.3125 = 0.055 menor a 0.434 no significativo.

Comparaciones al 0.01% de los promedios.

A - B = 2.0425 - 1.3125 = 0.730 mayor a 0.678 significativo.

A - C = 2.0425 - 1.3675 = 0.675 mayor a 0.660 significativo.

A - D = 2.0425 - 1.5175 = 0.525 menor a 0.625 no significativo.

D - B = 1.5175 - 1.3125 = 0.205 menor a 0.660 no significativo.

D - C = 1.5175 - 1.3675 = 0.150 menor a 0.625 no significativo.

C - B = 1.3675 - 1.3125 = 0.055 menor a 0.625 no significativo

IV.- RESULTADOS

1.- Como se puede apreciar en el cuadro No. 2 , los rendimientos varían de 450.8 Kg/ha. a 1731.3 Kg/ha.

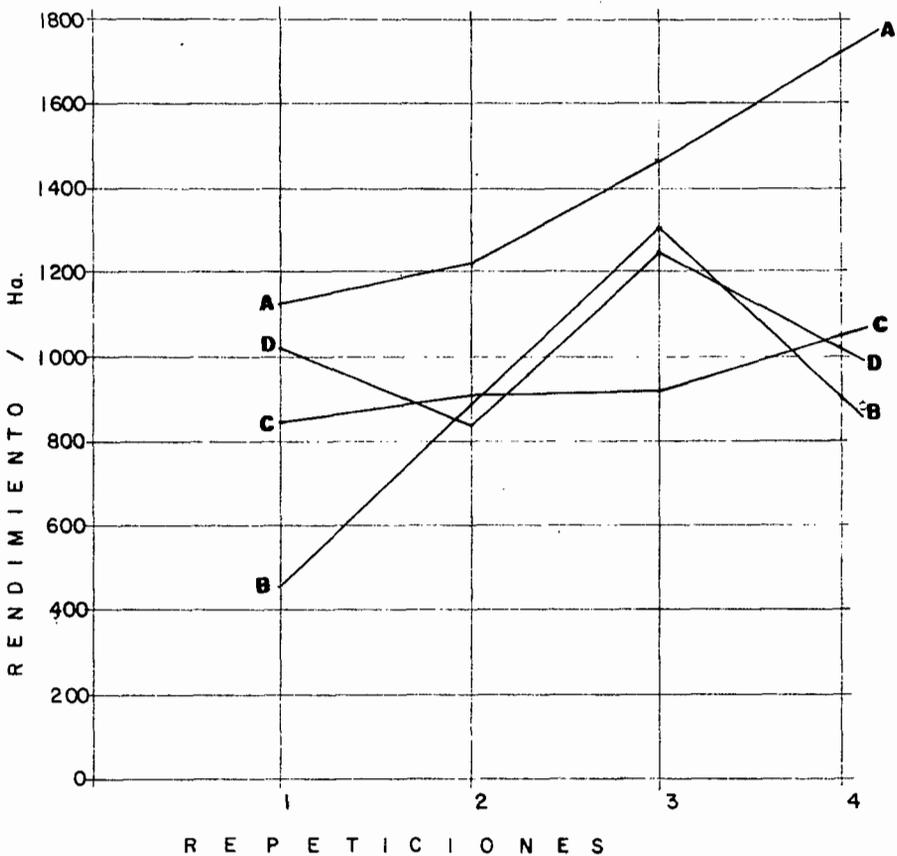
2.- El mejor tratamiento que se obtuvo fué el molicofix solo.

3.- En las comparaciones de promedios se obtuvo significancia al 5% y al 1% entre molicofix y nitragin, de igual forma molicofix y nitragin + molicofix.

4.- Así mismo hubo significancia entre molicofix y el - testigo al 5% y no hubo significancia al 1% entre estos mismos trata - mientos.

5.- Estadísticamente fueron iguales los tratamientos -- C - D, B - C, y D - B.

Gráfica de rendimiento por hectarea en cuatro repeticiones para cada uno de los tratamientos.



V.- DISCUSION DE RESULTADOS

Se encontró que el único tratamiento diferente fué el de molicofix solo ya que estadísticamente todos los demás fueron iguales entre sí.

Se considera que no hubo diferencias entre testigo, Nitragin y Molicofix + Nitragin porque las bacterias que se adicionaron al suelo a través del inoculante no fueron lo suficientemente activas para que se obtuvieran diferencias.

La baja actividad de las bacterias se pudo deber a diferentes causas como:

- a).- Cepas no adecuadas para la zona
- b).- Competencia entre cepas introducidas y nativas.
- c).- Mal manejo de cepas (exposición a la luz, falta de humedad, temperatura inadecuada o fuera de viabilidad).

Aparentemente hubo antagonismo entre Molicofix y Nitragin ya que los tratamientos de Molicofix + Nitragin fueron menores que Nitragin solo y Molicofix solo.

VI.- CONCLUSIONES

1º.- De acuerdo con resultados obtenidos se recomienda aplicar Molicofix en suelos similares a los descritos.

2º.- No se considera necesario análisis de suelos previos para la adición del producto.

3º.- No solo se requiere aplicar Molicofix sino que -- también es necesario un eficiente manejo del suelo-agua y prácticas - culturales adecuadas para obtener resultados satisfactorios.

4º.- Aunque no se obtuvo respuesta a la aplicación de Inoculante se recomienda usarlo para introducir nuevas cepas al suelo en caso de que no existan nativas en número y/o características adecuadas.

FIG. No. 4 REGIONES DE JALISCO

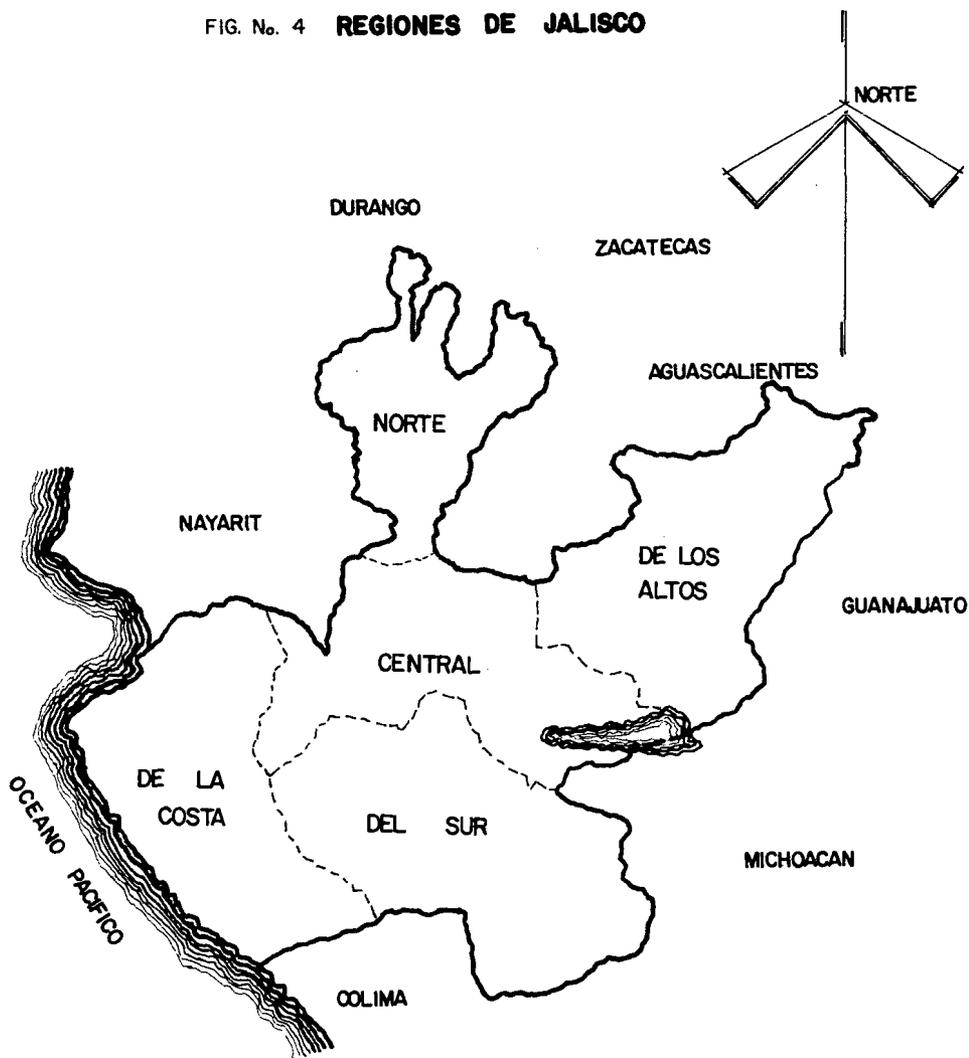
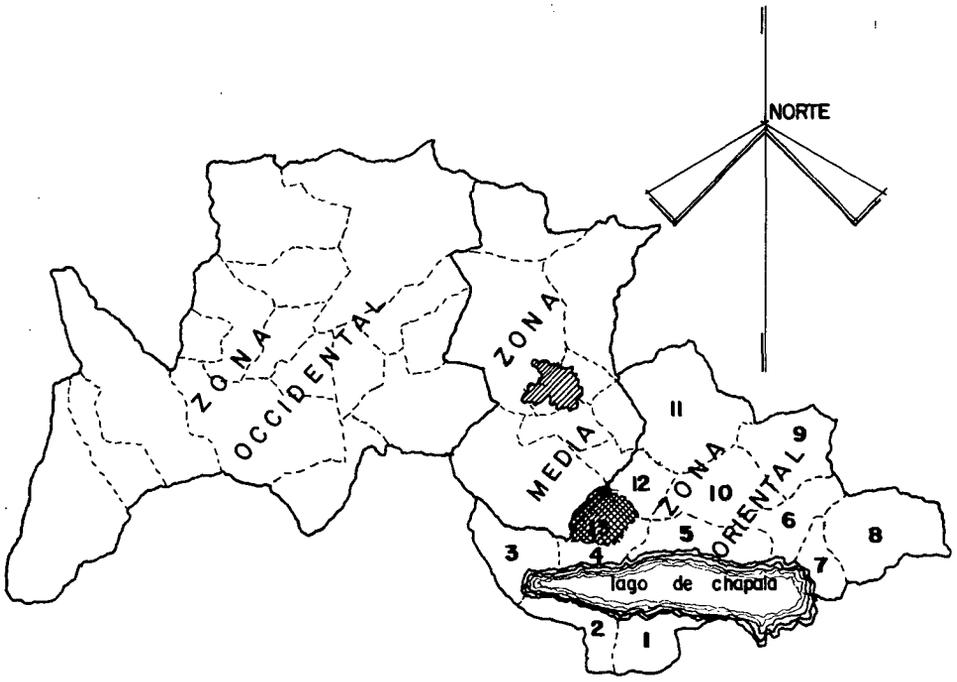


FIG. No. 5 **DIVISION DE LA REGION CENTRAL Y DELIMITACION GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE IXTLAHUACAN DE LOS MEMBRILLOS**



 CD. DE GUADALAJARA

 ZONA DE ESTUDIO

- 1 TIZAPAN
- 2 TUXCUECA
- 3 JOCOTEPEC
- 4 CHAPALA
- 5 PONCITLAN
- 6 OCOTLAN
- 7 JAMAY
- 8 LA BARCA
- 9 TOTOTLAN
- 10 ZAPOTLAN DEL REY
- 11 ZAPOTLANEJO
- 12 JUANACATLAN
- 13 IXTLAHUACAN DE LOS MEMBRILLOS

FIG. No. 6 VIAS DE ACCESO PRINCIPALES AL LOTE EXPERIMENTAL

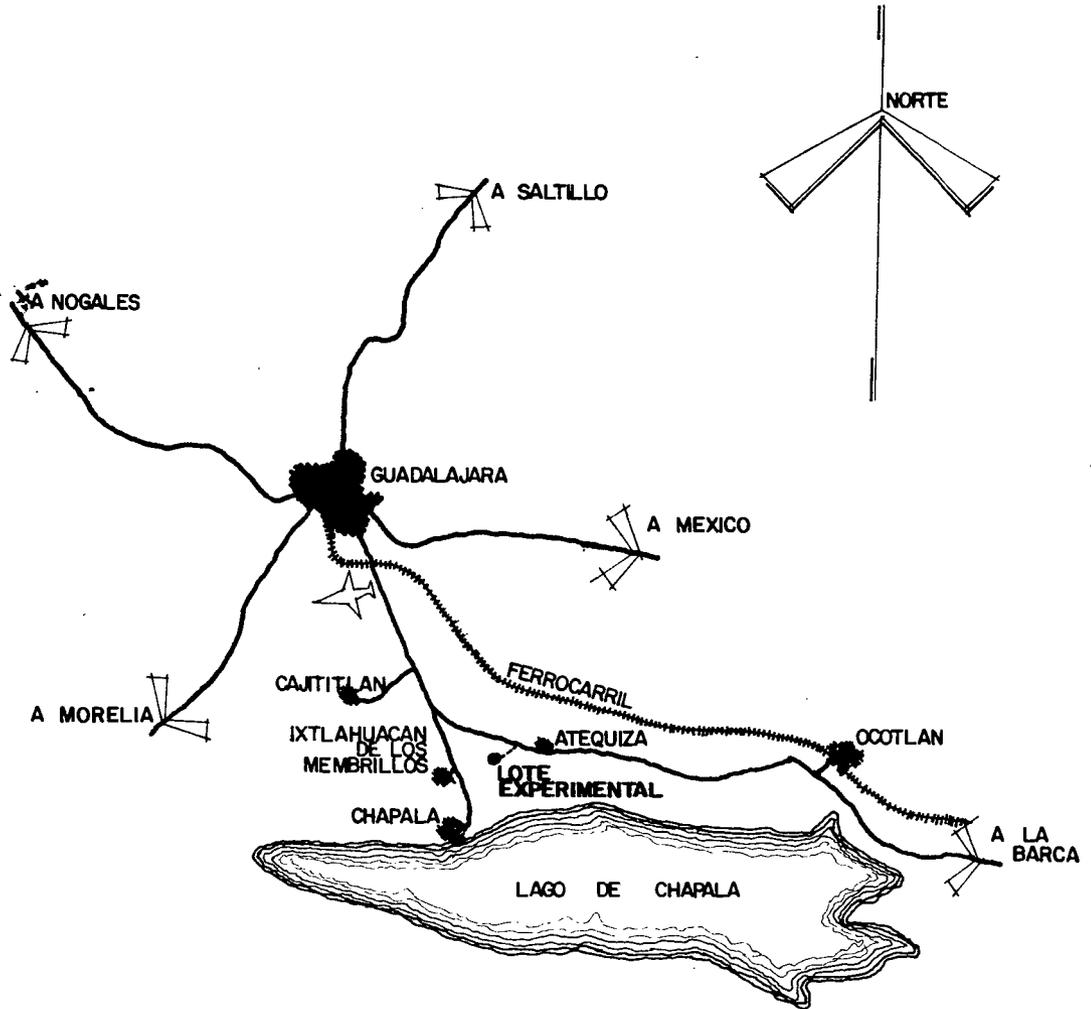
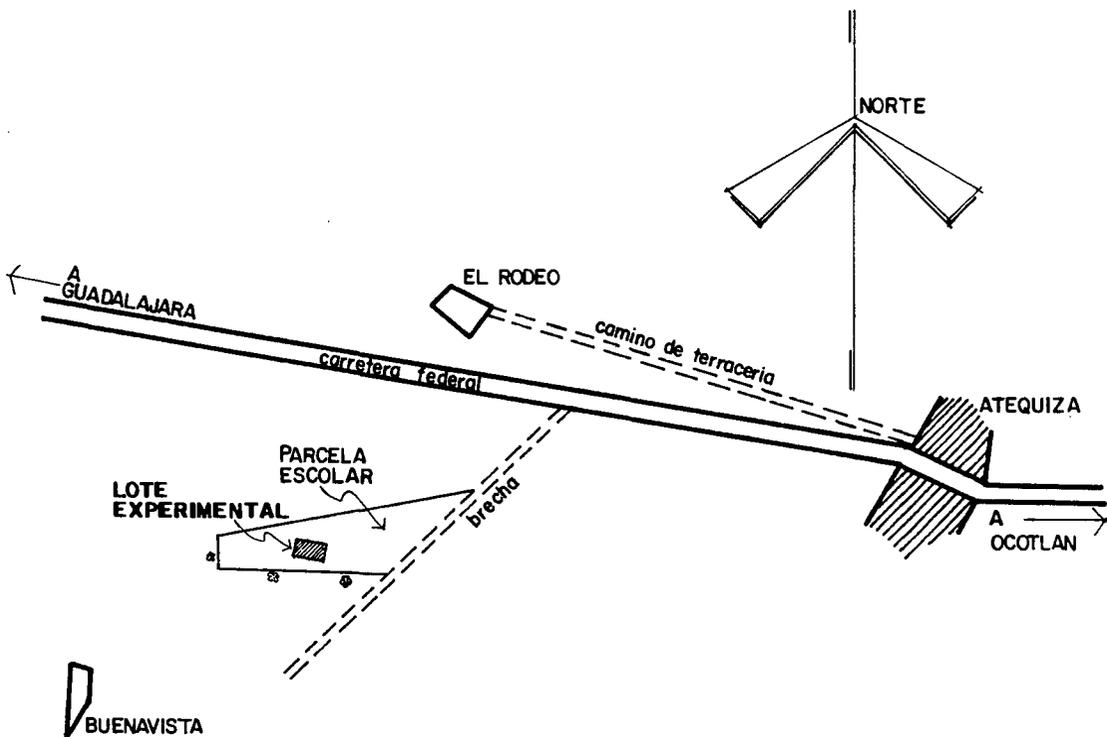


FIG. No. 7 CROQUIS DE LOCALIZACION DEL LOTE EXPERIMENTAL



VII. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Alexander, M. Introduction to Soil Microbiology, 1961, p. 331-334
- 2.- Alvarez, L.E. y Richardson, R.W. Folleto de Divulgación. 16, México: S.A.G. 1957, p. 8, 15, 16, 19, 20, 23, 27, 32, 34, 41.
- 3.- Anónimo. Clasificación de suelos. Fao-Unesco, modificado por CETENAL, 1970. p. 17.
- 4.- Anónimo. Econotécnica agrícola. México D.F. : S.A.R.H. Volumen V, 1976, p. 41.
- 5.- Anónimo. Effect of N, P y K fertility levels on yield and nutrient content of beans, (*Phaseolus Vulgaris*), Field Crop Abstracts, 1973, 26 (12) p. 79.
- 6.- Anónimo. Inoculantes: su utilidad y aplicación. Tercer Suplemento de Progreso Rural, Anderson Clayton Co., S.A., 1975.
- 7.- Anónimo. Semana del agricultor 1974 CIANO. México: S.A.G. 1974, (Abril), p. 31-33.
- 8.- Black, C.A. Relación suelo planta agua. Editorial Hemisferio Sur, Primera Edición, 1975. p. 371-372.

- 9.- Rubes, L. The effect of nitrogen and molibdenum on nodulation in beans (*Phaseolus Vulgaris*), Field Crop Abstracts, 1973, 26 (12)-p. 686.
- 10.- Buckman, H.C. y Brady, N.C. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona, España: Montaner y Simon, S.A. Primera Edición p. 21-24, 426-428, 437-443, 476, 492, 496, 499-504, 508.
- 11.- Caldwell, B.E. Inicial competition of root-nodule bacteria on soybeans in field environment. Agronomy Journal 61 (5), p. 813-815.
- 12.- Carpenter, L.P. Microbiología. Editorial Interamericana, S.A. 1967, p. 287-290.
- 13.- Dual, R. Unidades de clasificación de suelos Fao-Unesco. S.A.R.H. p. 23, 63.
- 14.- Haraton, C.B. Test With beans. Ext. Circular, 248 Washington: 1953.
- 15.- Hatfield, J.L., Egli, D.B., Leagett, L.E. y Peaslci, D.E. Effect of applied nitrogen on the nodulation and early growth of soybeans. (*Glicine max. L.*), Agronomy Journal 60 (1) p.112-113.
- 16.- Hughes, H.D. Maurice, I.H. y Darrell, S.M. Forrajes. Editorial Continental, 1966, Segunda Edición. p. 143-150.

- 17.- Jacob, A. y Uexkull, V.H. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Editorial Furam, 1973, p. 61-64.
- 18.- Maldonado, F.P. La adaptación al castellano de los nombres usados en la 7a. aproximación.
- 19.- Orozco, V., Allende, R. Manual para la aplicación de las cartas edafológicas 1976.
- 20.- Patterson, J.B.G. Fertilizantes agrícolas. Manual de Técnicas Agropecuarias. España: Editorial Acribia, 1967, p. 8-10, 12-15, 17, 41, 45.
- 21.- Paur, S.G. Pinto beans in New México. Bulletin 378 Agriculture Experiment Station New México. Coll. of Agr.
- 22.- Priamshnikor, N.D. El nitrógeno en la vida de las plantas. México, : Editorial Unión de Ingenieros Agrónomos al Servicio de la Industria de Fertilizantes, 1954, p. 413, 505-507, 545-555.
- 23.- Sainz, I.F. El cultivo de la soya en México. México: Editorial Gaceta Médica, 1974. p. 74-86, 123-139, 148-158.
- 24.- Scott, D.W. y Samuel, R.A. Producción moderna de la soya. Editorial Hemisferio Sur, 1975, p. 67, 71.

- 25.- Thompson, L.M. El suelo y su fertilidad. Barcelona: Editorial Reverte, A.A. 1965, p. 190-223.
- 26.- Tisdale, S.L. y Nelson, W. L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. España: Editorial Montaner y Simon, S.A., 1970 p. 80-92, 104-105, 109-112, 145-147, 173-177, 182-185, 197, 214-217, 220-221, 223-224, 238-240, 342-343, 349-354, 361-363.
- 27.- Vincent, S. Técnicas y Tecnología de los fertilizantes. 1966.
- 28.- Zepeda, T. Geografía de Jalisco. Editorial Progreso 1975. p. 36, 40, 46.