

2
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"

RENDIMIENTO EN GRANO DEL CULTIVO DE
GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) MEDIANTE
FERTILIZACION NPK E INOCULACION
CON Rhizobium spp.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N :
MARTIN BELTRAN LARA
RAYMUNDO GALINDO PEÑA

DIRECTOR DE TESIS:
M. C. EDVINO JOSEFAT VEGA ROJAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	PAGINA
Lista de cuadros, gráficas y figuras.	4
I. INTRODUCCION.	5
II. OBJETIVOS	8
III. HIPOTESIS	8
IV. REVISION DE LITERATURA.	9
4.1 Antecedentes históricos del cultivo de garbanzo	9
4.2 Origen.	9
4.3 Clasificación taxonómica.	10
4.4 Descripción botánica.	10
4.5 Rendimiento y distribución del cultivo.	10
4.6 Variedades.	13
4.7 Características nutricionales del cultivo	14
4.8 Ventajas del cultivo de garbanzo.	14
4.9 Características generales del <u>Rhizobium</u>	14
4.9.1 Antecedentes históricos	14
4.9.2 Morfología de <u>Rhizobium</u>	16
4.9.3 Taxonomía	16
4.9.4 Grupos de inoculación	17
4.9.5 Infección de la raíz.	18
4.10 Mecanismos de fijación de Nitrógeno.	19
4.11 Importancia agrícola de la inoculación	21
4.12 Necesidades de inoculación	21
4.13 Limitaciones de la fijación simbiótica de Nitró- geno	22
4.13.1 Relación Huésped-Patógeno.	22

4.13.2	Nutrientes minerales	22
4.13.3	Agroquímicos y micronutrientes	23
4.13.4	pH del suelo	24
4.13.5	Temperatura del suelo.	25
4.13.6	Humedad.	25
4.14	Nitrógeno.	26
4.15	Fósforo.	26
4.16	Potasio.	29
4.17	Trabajos de investigación sobre fertilización e inoculación en el cultivo de garbanzo.	30
V.	MATERIALES Y METODOS	34
5.1	Localización del terreno experimental	34
5.2	Extensión territorial del municipio	34
5.3	Límites	34
5.4	Clima	34
5.5	Suelo	34
5.6	Materiales.	35
5.6.1	Semilla	35
5.6.2	La parcela experimental	35
5.6.3	El fertilizante	35
5.6.4	El inoculante	36
5.6.5	Muestreo de suelo	36
5.6.6	Utensilios.	36
5.7	Establecimiento y producción de experimento	36
5.7.1	Elección de la parcela experimental.	36
5.7.2	Muestreo del suelo.	37

5.7.7 Analisis del suelo.	38
5.7.4 Diseño experimental	39
5.7.5 Tratamientos.	39
5.7.6 Distribución de los tratamientos en la parcela experimental	40
5.7.7 Preparación del terreno	40
5.7.8 Pruebas de germinación.	41
5.7.9 Inoculación	42
5.7.10 Siembra.	42
5.7.11 Fertilización.	42
5.7.12 Riego.	43
5.7.13 Labores culturales	43
5.7.14 Cosecha.	43
VI. RESULTADOS.	44
VII. ANALISIS DE RESULTADOS.	48
VIII. CONCLUSIONES.	52
IX. BIBLIOGRAFIA.	54
X. APENDICE.	51

LISTA DE CUADROS, GRAFICAS Y FIGURAS.

	PAGINA	
CUADRO No. 1	Producción de garbanzo para consumo humano.	11
CUADRO No. 2	Garbanzo para consumo animal y consumo humano a nivel Nacional	12
CUADRO No. 3	Garbanzo para consumo animal en Guanajuato.	13
CUADRO No. 4	Características nutricionales del garbanzo.	14
GRAFICA No 1	Necesidades de Nitrógeno y producción de semilla por unidad de producto fotosintetizado.	27
CUADRO No 5	Análisis de Suelo	38
CUADRO No 6	Croquis de distribución en la parcela experimental.	40
CUADRO No 7	Pruebas de germinación de la semilla de garbanzo en tres lotes de 100 semillas -- cada uno.	41
CUADRO No 8	Análisis de variancia para rendimiento en grano	46
GRAFICA No 2	Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de grano	47
CUADRO No 9	Prueba de separación de medija.	51
FIGURA No 1	Localización del Municipio de Cuernámaro -- en el Estado de Guanajuato.	62
FIGURA No 4	Límites del Municipio de Cuernámaro.	63
FIGURA No 5	Ubicación del área experimental	64
FIGURA No 6	Localización del Estado de Guanajuato	65
FIGURA No 7	Localización del Municipio de Cuernámaro.	66

1. INTRODUCCION.

Día con día la producción agrícola presenta mayores problemas y por ende menores posibilidades de éxito debido a diversos factores que podemos englobar en tres importantes grupos que son:

Ecológicos, Sociales y técnicos entre los primeros tenemos el desfaseamiento y disminución del régimen pluviométrico, la considerable elevación de las temperaturas y la erosión del suelo entre otras. En los segundos se encuentran los de carácter político, con una notoria falta de interés hacia el campo por parte del sector gubernamental, ya sea por falta de crédito, problemas de organización agraria y comercialización por citar algunos. Finalmente los problemas de orden técnico enfocados esencialmente a la falta de asistencia técnica por un lado, por el otro lado se encuentra la mala adecuación de la tecnología a los diferentes medios en que esta es aplicada.

De lo antes dicho, se desprende la imperiosa necesidad de desarrollar líneas de investigación, con posibilidades de llevarse a la práctica procurando obtener de ahí el mayor beneficio posible en pro de los sectores reprimidos del campo mexicano.

La presente investigación se planteó pensando precisamente en hacer una aportación de orden técnico, lo más práctico posible, de manera que al ser llevada al campo como recomendación, su uso no se limite a un pequeño sector con ciertas posibilidades económicas, sino que se generalice más en los diversos grupos sociales. Así, decidimos elegir el cultivo de garbanzo (Cicer arietinum L.), como objeto de investigación y al Municipio de Cuernámaro Gto. para la realización de la misma, por diversas razones que son

facilmente justificables.

Por principio de cuentas tenemos la gran bondad de esta planta que a lo largo de muchos años se ha cultivado en la región del Bajío con un mínimo de labores culturales y en la mayoría de los casos sin el uso de insumos, no obstante los rendimientos que se obtienen son aceptables, esto representan un buena opción para los agricultores de bajos recursos, como valiosa fuente de proteína de alta calidad, y de un agradable sabor en cualesquiera de las formas que este se consuma.

El agricultor de mayor solvencia económica, puede aprovechar este cultivo como fuente de ingresos, considerando los altos precios que esta leguminosa alcanza en el mercado, no descartando la posibilidad de destinar la producción hacia los mercados internacionales mediante la exportación.

Por otra parte hemos de recordar que el garbanzo pertenece a la familia de las leguminosas, razón de más para aprovechar su cualidad de fijar el nitrógeno atmosférico gracias a la simbiosis Rhizobium-leguminosa como un medio para mantener o aumentar el contenido de este elemento en el suelo considerando la crisis por lo que atraviesa la producción de fertilizantes químicos en nuestro país, más aún, recordemos que el garbanzo prospera excelentemente en el ciclo Otoño-Invierno es por lo tanto un magnífico elemento de rotación de cultivos.

Los residuos de la cosecha se pueden incorporar al suelo como materia orgánica, o bien, aprovecharse como forraje para el ganado que lo acepta bastante bien, ya sea solo o mezclado con otros forrajes.

Otra ventaja de este cultivo es que requiere de una mínima cantidad de agua para cubrir su ciclo vegetativo; tradicionalmente el garbanzo se cultiva bajo condiciones de humedad residual.

Todo lo antes expuesto es razón de más para la presente investigación preliminar, que tiene como objeto primordial evaluar el rendimiento de grano en el cultivo de garbanzo mediante tratamientos de fertilización e inoculación, así como, la interacción entre ambos.

II. OBJETIVOS.

- Obtener respuestas a tratamientos de fertilización con N P K e inoculación con Rhizobium spp. en incrementos de rendimiento en grano.
- Encontrar la mejor interacción de los tratamiento inoculado + fertilización .

III. HIPOTESIS

- La fertilización con N P K incrementa el rendimiento en grano en el cultivo de garbanzo.
- El máximo rendimiento en grano se obtiene con el tratamiento N P K + inoculación.
- La inoculación sola con Rhizobium spp. incrementa el rendimiento en grano.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL CULTIVO DE GERBAÑO.

Los dos grupos de plantas más importantes en la actualidad, para la agricultura mexicana pertenecen al grupo de las gramíneas y leguminosas.

Whyte, et al (1955), menciona que las leguminosas se cultivan desde hace aproximadamente 8,000 años.

Pertenciente a la familia de las leguminosas, Cicer arietinum L., es una planta conocida desde la más remota antigüedad por los agricultores de la cuenca del Mediterráneo, Sureste de Asia y la India (Laumont y Chevassus, 1956).

Según León (1954), Colón introdujo el garbanzo en América durante su segundo viaje. Los españoles hicieron los primeros cultivos en las Antillas, que no tuvieron éxito debido a condiciones desfavorables; contrariamente, las primeras siembras realizadas en México sí prosperaron, gracias a que muchas regiones reúnen las condiciones ecológicas para un adecuado desarrollo del garbanzo.

4.2 ORIGEN.

De acuerdo con Vavilov (1951), los centros de origen del garbanzo son :

El NW de la India y Afganistán para algunas variedades, y Asia menor para otras.

Las variedades de semilla blanca y grande parecen originarias de la región del Mediterráneo.

4.3 CLASIFICACION TAXONOMICA.

FAMILIA : Leguminosae.
SUBFAMILIA : Papilionidae.
TRIBU : Vicieae.
GENERO : Cicer.
ESPECIE : arietinum L.

(Cronquist 1977)

4.4 DESCRIPCION BOTANICA.

Es una planta de ciclo anual, alcanza una altura de 30 a 70 cm. en su hábito erecto, ya que existen también garbanzos de tipo rastrero; su vellosoidad es variable. Los tallos poseen entre 3 y 10 ramas principales.

La raíz típica, desarrolla nódulos debido a la infección provocada por bacterias de género Rhizobium específico, los cuales son generalmente alargados con meristemo terminal (Dart et al, 1975).

Las hojas son compuestas, de 11 a 15 folíolos, con excepción de las variedades conocidas como garbanza, cuyas hojas son simples.

Las flores, son blancas, violetas, azul celeste o rosadas la corola está formada por cinco pétalos desiguales.

El fruto es una legumbre o vaina, contiene de 1 a 2 semillas. Las semillas son grandes, medianas o pequeñas, su color al igual que el tamaño depende de la variedad, las hay de color blanco, café, amarillo, rojizo o negro, de superficie lisa y de forma globosa o lobulada (Crispin, 1975).

4.5 RENDIMIENTO Y DISTRIBUCION DEL CULTIVO.

El rendimiento medio de garbanzo es bajo en todo el mundo. En Oriente Medio, la producción media de esta leguminosa es de 1,872

Kg/Ha. Aún es más baja la producción en el Lejano Oriente y África. Estos datos contrastan con la producción obtenida a nivel experimental de 2,400 Kg/Ha. en el norte del País, Sonora y Sinaloa específicamente; por otro lado España uno de los países que más consumen garbanzo tiene una media de producción de 612 Kg/Ha. en cultivo de humedad residual y 1,184 Kg/Ha bajo condiciones de riego, estas diferencias en la producción obtenida se puede atribuir en gran parte a un inadecuado manejo agronómico (Cubero, 1983).

A nivel nacional la producción de garbanzo para consumo humano se concentra principalmente en los Estados de Sinaloa, Sonora, Baja California Sur, San Luis Potosí y Oaxaca, (Programa Nacional Agrícola Ciclo Otoño - Invierno 1984-1985), SARH-INIA-CIAB, 1985.

CUADRO No 1. PRODUCCION DE GARBANZO PARA CONSUMO HUMANO EN MEXICO 1985.

ENTIDADES	Has.	Producción en ton.	Rendimiento Kg/Ha.
Sinaloa	25,000	48,000	1,920
Sonora	15,000	27,000	1,800
B.C.S.	10,530	15,750	1,496
S.L.P.	4,115	3,301	790
Oaxaca	2,741	1,296	473

FUENTE: Programa Nacional Agrícola Ciclo Otoño-Invierno 1984-1985. SARH-INIA-CIAB 1985.

Aproximadamente de un 76% del área sembrada bajo condiciones de riego y humedad residual, se cosechan de garbanzo porquero, el restante es garbanzo para consumo humano. Los principales estados productores de garbanzo porquero son en orden de importancia Guanajuato, Michoacán y Jalisco. En Guanajuato las mayores superficies cultivadas con garbanzo se encuentran en la zona Centro-Sur, con la ventaja de que la producción no sale fuera del Bajío, donde se comercializa como alimento para As de un millón de cerdos, de estos, casi el total de la carne se destina para consumo en el D.F. (SARH, INIA, CIAB, 1981).

Para el año de 1981 la cantidad de hectáreas sembradas de garbanzo para consumo animal y consumo humano tendió a equilibrarse como se observa en los cuadros 2 y 3.

CUADRO No 2. GARBANZO: CONSUMO ANIMAL Y CONSUMO HUMANO A NIVEL NACIONAL EN MEXICO, 1981.

	Sup. Sembrada en Ha.	Sup. Cosechada en Ha.	Rendimiento Kg/Ha.
Garbanzo consumo animal	72,384	72,030	1,217
Garbanzo consumo humano	64,057	62,554	1,360
TOTAL	137,441	134,584	2,570

Fuente: SARH, INIA, CIAB, 1981. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el Estado de Guanajuato, México.

CUADRO No 3. GARBANZO: CONSUMO ANIMAL. EN GUANAJUATO, MEXICO, 1981

		Hectáreas	Rendimiento Kg/Ha.
Garbanzo consumo animal	Riego	1,986	678
Garbanzo consumo humano	Temporal	24,954	

Fuente: SARH, INIA, CIAB, 1981. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el Estado de Guanajuato, México.

4.6 VARIETADES.

La investigación de garbanzo en Guanajuato la inicia SARH en 1961 con estudios sobre prácticas culturales, así como, la colección de algunas variedades de garbanzo; a raíz de dicha investigación, los rendimientos tienden a elevarse de 800 kg/Ha a 1,000 Kg/Ha. respecto al garbanzo porquero de riego, la superficie cultivada es de apenas 13,000 Has. en todo el Estado, con rendimientos que se han incrementado considerablemente a tal grado que para 1979 se cosechan lotes de hasta 3,000 Kg/Ha, esto gracias al mejoramiento genético y la liberación de variedades altamente rendidoras entregadas a PRONASE entre 1961 y 1980, conocidas como "Cal Grande" con un rendimiento promedio de 2,600 kg/Ha; "Grande 12" con rendimiento promedio de 2,500 Kg/Ha; "Carreta 145" con un rendimiento de 2,700 - 4,000 kg/ha y "Carreta 129" que rinde entre 2,900-3,000 Kg/Ha. todas estas variedades son de garbanzo porquero (SARH, INIA, CIAB, 1981).

Se ha observado que algunas variedades de garbanzo blanco de Sinaloa tienen buena adaptación en el Bajío, entre los más reco-

mandados locales: "Cultivo del Garbanzo", "Sinaloa y Unión".

4.7 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL GARBANZO.

Agua	Proteínas	Grasas	Carbohidratos	Fibras	Cenizas
98%	17.1 %	5.3%	61.2%	3.9%	2.7%

FUENTE: SARH-IPIN. Ciclos de cultivo 1982.

4.8 VENTAJAS DEL CULTIVO DEL CULTIVO DE GARBANZO.

AGRONOMICA: Ayuda a mantener la fertilidad del suelo por medio de la fijación simbiótica de nitrógeno.

NUTRITIVA: Es un alimento de agradable sabor, así como, de fácil digestión para el ser humano.

FORRAJERA: Proporciona valioso forraje en la época de invierno, cuando los forrajes verdes son escasos.

ECONOMICAS: Puede generar divisas si su producción se destina para la exportación. (Anónimo, 1963).

4.9 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL Rhizobium

4.9.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Muchos siglos antes de que fuera descubierta la existencia de la bacteria en los nódulos de las raíces de las leguminosas, y que esta vive en simbiosis con las raíces de las plantas, enriqueciendo el suelo con nitrógeno, se consideraba que la práctica agrícola del crecimiento de leguminosas para incorporarla al suelo, equivalía a la estercoladura o la fertilización del suelo.

para la obtención de mejores cosechas (Selman, 1962).

Bussingault agrónomo y químico francés fue quien primero desarrolló sistemáticamente la idea de la nutrición nitrogenada de las leguminosas. El experimento consistió en una rotación de cultivos (trébol y trigo), al final Bussingault estableció que cuando el trébol es incorporado al suelo hay una considerable ganancia de nitrógeno, contrariamente en el trigo no se presentó ganancia de nitrógeno. El supirió que las leguminosas asimilan nitrógeno de la atmósfera, mientras que los cereales no lo hacían (Selman, 1962).

El químico germano Liebig no podía aceptar la idea de que el Nitrógeno atmosférico podía ser asimilado por algunas plantas. Los efectos benéficos de las leguminosas se explican por el hecho de que las plantas forman una gran superficie foliar, en consecuencia se tiene una gran área de absorción de amoníaco de la atmósfera (Selman, 1962).

Para aprobar o desaprobar las ideas de Liebig, Laves, Gilbert y Pagh, en la estación experimental de Rothamsted inician en 1857 una serie de experimentos importantes, mediante un cuidadoso manejo del suelo destruyendo los organismos fijadores de nitrógeno en simbiosis con las leguminosas, así ellos iniciaron los primeros descubrimientos del proceso de fijación simbiótica. En ausencia de la bacteria, la leguminosa se comporta como cereal, en cuanto a su requerimiento de nitrógeno (Selman, 1962).

Lachman en 1858, observó por primera vez la bacteria causante de la fijación simbiótica. En 1866 Woronin encontró que los nódulos

formados en las raíces de las leguminosas contenían una bacteria y consideró que su crecimiento era patológico.

Atwater y Woods en 1924, reconocieron la posibilidad de que la planta y la bacteria, fueran responsables del proceso de fijación de nitrógeno atmosférico (Selman, 1962).

Más tarde, Hellriegel y Wilfarth en Alemania demostraron que los nódulos de las raíces de la leguminosa son debidos a la infección bacteriana y que esto es un proceso benéfico ya que puede fijar nitrógeno atmosférico.

El organismo causal responsable de la fijación de nitrógeno atmosférico fue aislado por primera vez en el año de 1883 por Beijerinck quien lo llamó Bacillus radicicola (Selman, 1962).

4.9.2 MORFOLOGIA DE Rhizobium.

Es una Bacteria gram negativa, de forma bacilar, sus dimensiones medias son de $1 - 2 \times 0.5 - 1$ micra, y móviles por la presencia de flagelos, su metabolismo es heterótrofo y aerobio (Cubero, 1983).

4.9.3 TAXONOMIA

El género Rhizobium se incluye junto con los de Agrobacterium y Chromobacterium, en la Familia Rhizobiaceae, del orden Eubacteriales.

La clasificación del género Rhizobium se ha hecho en base a la distinta capacidad para nodular a las diversas especies de leguminosas. Desde el momento en que se comienza a aislar la bacteria a partir de los nódulos se observa que existe una relación espe-

cífica entre la bacteria y la leguminosa. Es entonces que se establecen los grupos de inoculación cruzada (Cubero, 1983), esto es, las especies de leguminosas capaces de ser noduladas por rizobios de una misma especie.

Sin embargo pronto se vio que esta clasificación era muy general, ya que no consideraba la alta especificidad de algunas leguminosas hacia cierto tipo de bacterias.

4.9.4 GRUPOS DE INOCULACION.

<u>Rhizobium meliloti</u> _____	Infecta a la alfalfa
<u>Rhizobium trifoli</u> _____	Infecta al trébol
<u>Rhizobium leguminosarum</u> _____	Infecta al chícharo
<u>Rhizobium phaseoli</u> _____	Infecta al Frijol
<u>Rhizobium lupini</u> _____	Infecta al grupo altramuz
<u>Rhizobium japonicum</u> _____	Infecta a la soya

Estos grupos engloban a un gran número de especies de leguminosas, sin embargo muchas otras especies de importancia agrícola no forman nódulos al ser infectados por bacterias de los grupos mencionado. El Rhizobium del garbanzo siempre se ubicó en el grupo del chícharo Rhizobium leguminosarum Frank, sin embargo Vander Maesen (1972) revela por medio de un pie de página que el Rhizobium del garbanzo no se ha elevado a la categoría de especie, el mismo autor cita que en el año de 1948 una publicación lo menciona como Rhizobium cicerii.

La clasificación de Bergey (1983), aunque se basa en los seis grupos ya conocidos, es un tanto más explícita y agrega cinco tí-

pos de Rhizobium no incluidos en la clasificación tradicional que son las siguientes:

Rhizobium spp. (tipo caupi) _____ Infecta al cacahuete y garbanzo
entre otros.

Rhizobium spp. (tipo lotus) _____ Infecta al lotus.

Rhizobium spp. (Tipo coronilla) _____ Infecta a diversos generos.

Rhizobium spp. (tipo Astragalus) _____ Infecta al genero Astragalus.

Según se observa a la fecha no hay modificación a esta clasificación, siendo la que incluye el mayor número de leguminosas con importancia agrícola e incluso algunas silvestres, de aquí, que para fines de esta investigación decidimos, utilizar la clasificación de Rhizobium spp. como la más apropiada para el garbanzo.

4.9.5 INFECCION DE LA RAIZ.

Las plantas ejercen un proceso quimiotáctico sobre la bacteria, la que se congrega alrededor de las raíces de las leguminosas; la bacteria en cuestión secreta una auxina, la que causa el enchimamiento de los pelos radiculares. Durante los estados tempranos de crecimiento de la planta, la bacteria actúa como parásito y penetra al huésped, a través de los pelos radicales por las células apidérmicas (Selman, 1962).

Al penetrar en la raíz, la bacteria se multiplica, formando una cadena de infección la cual se ramifica dentro de las células parenquimatosas de la raíz (Selman, 1962).

La bacteria, secreta ciertas sustancias estimulantes que causan un alargamiento celular. Al penetrar al interior de las células de la raíz, la bacteria favorece la multiplicación de las células

circundantes, esto conduce a la formación de un joven nódulo. Cuando los nódulos son viables presentan una coloración que va de rosa intenso a rojo. La pigmentación roja (leghemoglobina) se asocia con fijación de nitrógeno activo. Sin embargo los nódulos activos en haba (Sitroplasmatis luvola), y cacahí (Vigna unguiculata), son generalmente de color negro ya que contienen además, melanina, a la cual deben dicha coloración.

4.10 MECANISMOS DE FIJACION DE NITROGENO.

Según Buckman y Brandy (1970), los mecanismos de fijación de nitrógeno son cuatro:

- a) Fijación simbiótica (Rhizobium)
- b) Fijación no simbiótica (Azotobacter, Clostridium, Beirinkia y algas verde azules)
- c) Aporte por precipitaciones (descargas eléctricas)
- d) Fijación Industrial (Aplicación de fertilizantes)

De estos cuatro mecanismos ocupa un papel muy importante la fijación simbiótica como fuente de nitrógeno, fácil de obtener y en cantidades considerables.

De esta manera las plantas leguminosas pueden obtener la mayor parte de nitrógeno que necesitan tomándolo de la gran disponibilidad existente en el aire.

El aire tiene de un 76% - 80 % de nitrógeno; en promedio se calcula que hay alrededor de 6,400 Kg de nitrógeno sobre cada hectárea de tierra y agua (Niftal, 1985).

Las leguminosas dejan también nitrógeno disponible en el suelo, que puede ser utilizado por cultivos posteriores, (Niftal, 1985).

Se estima que en todo el mundo las plantas leguminosas fijan 80 millones de toneladas de nitrógeno. Las leguminosas de grano fijan aproximadamente 35 millones, otras leguminosas y bósques alrededor de 40 millones de toneladas. En contraste con las fábricas de fertilizantes que producen a altos costos solamente de 50 a 60 millones de toneladas de nitrógeno al año. La cantidad de nitrógeno fijada por algunas asociaciones leguminosa - Rhizobium se muestran a continuación (Nifal, 1985).

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	N Fijado Kg/Ha/año
LEGUMINOSA DE GRANO		
Haba	<u>Vicia faba</u>	45 - 562
Soya	<u>Glycine max</u>	60 - 168
<u>Garbanzo</u>	<u>Cicer arietinum</u>	103
Cacahuete	<u>Arachis hypogaea</u>	72 - 124
Chicharo	<u>Pisum sativum</u>	52 - 77
Frijol	<u>Phaseolus vulgaris</u>	40 - 70
LEGUMINOSAS FORRAJERAS		
Alfalfa	<u>Medicago sativa</u>	229 - 290
Leucaena	<u>Leucaena leucocephala</u>	74 - 584
Trébol subterráneo	<u>Trifolium subterraneum</u>	207
Trébol rojo	<u>Trifolium repens</u>	127
Trébol blanco	<u>Trifolium repens</u>	128
Stylo	<u>Stylosanthes spp.</u>	34 - 220

La cantidad de nitrógeno fijado por las diferentes leguminosas varía ampliamente con el genotipo del huésped, la eficiencia del Rhizobium, las condiciones del suelo y el clima, y por supuesto la metodología utilizada en la medición (La Rue y Patterson,

1981).

4.11 IMPORTANCIA AGRICOLA DE LA INOCULACION

La fijación de nitrógeno en las leguminosas tiene un gran interés agronómico, por que es un medio económico de mantener o aumentar el contenido de nitrógeno del suelo.

Este fenómeno tan particular ocurre en las raíces de las leguminosas gracias a la simbiosis con las bacterias del género Rhizobium, la fijación de nitrógeno solo ocurre en presencia de las cepas efectivas, que pueden infectar a la raíz y formar nódulos. (Cubero, 1983).

Si estas cepas no existen será necesario introducir las al suelo, la forma más sencilla es inocular la semilla con un cultivo efectivo de Rhizobium mejor conocido como inoculante (Niffal, 1985).

Es tal la importancia que se le confiere a la inoculación, que algunos investigadores han optado por llamar a los inoculantes fertilizantes Biológicos (Burtado, 1988), no por que en realidad lo son, sino que sus propiedades son tales que merece dicho calificativo.

4.12 NECESIDADES DE INOCULACION.

Para que las leguminosas crezcan normalmente y fijen nitrógeno atmosférico, y de esta manera, mejoren el suelo es necesario que se encuentre en este, la clase más eficaz de bacteria. No existe ningún análisis sencillo para determinar si el suelo tiene la cantidad suficiente de bacterias eficaces para producir el mayor beneficio a las plantas (AIG, 1967).

Cuando en el suelo, las bacterias no están en condiciones adecuadas ya sea en cantidad o calidad, es necesario inocular la semilla o el suelo con cultivos de Rhizobium altamente efectivos

(Niftal, 1985). La mejor bacteria para la inoculación es aquella que compite con las bacterias nativas por el espacio dentro de los nódulos (AID, 1967). En los campos previamente dedicados a la misma legumbre se supone que no hay necesidad de inocular. Sin embargo esto no deja de ser un punto de discusión (AID, 1967).

4.13 LIMITACIONES DE LA FIJACION SIMBIOTICA DE NITROGENO.

4.13.1 RELACION HUESPED - PATAGENO.

Algunas variedades de legumbres, especialmente la soya, los chícharos y el garbanzo, entre otras, tiene predilección por una bacteria determinada. Una especie de bacteria que produce excelentes resultados en una variedad de leguminosas puede resultar ineficaz para fijar el nitrógeno en otra (AID, 1967).

Existe también variación en la eficacia entre especies de bacterias, aisladas de las mismas legumbres y de diferentes legumbres dentro del mismo grupo. Este tipo de variación de cepa entre las variedades de leguminosas es muy significativa desde un punto de vista práctico (AID, 1967).

Lo antes expuesto prueba que de ninguna manera, la especificidad de la relación huésped - patógeno ocurre solamente entre especies sino también a nivel de variedades, de aquí la necesidad de enfocar líneas de investigación, a selección de cepas altamente efectivas y destinadas a variedades específicas.

4.13.2 NUTRIMIENTOS MINERALES.

Las leguminosas en plena fijación simbiótica de nitrógeno incrementan sus requerimientos de Mo, S, Cu (Bergersen, 1970), y el fósforo, elemento del cual Palacios (1989) dice, son altamente

dependientes, más aún, cuando el suministro de Nitrógeno es nulo, y todos sus requerimientos dependen de la fijación simbiótica (Bergersen, 1970).

Las deficiencias de fósforo, potasio y azufre se manifiestan principalmente en reducción del crecimiento de la leguminosa, lo cual a su vez reduce la fijación total de nitrógeno, aunque también puede afectar a la formación de nódulos.

La presencia de Nitrógeno mineral en el suelo afecta a la fijación, en parte por causar rápida senescencia en el nódulo, parece que la inhibición de la fijación se debe a la planta y no al Rhizobium, que posiblemente deje de fijar nitrógeno por no recibir compuestos carbonados de la planta. Algunas formas de nitrógeno, como los nitratos, son más inhibidores que otras (Cubero, 1983).

La fijación de nitrógeno en el nódulo guarda una estrecha relación con la actividad fotosintética de la planta, ya que se necesita de los productos de la fotosíntesis para el mantenimiento y desarrollo del nódulo, en muchas leguminosas se observa una reducción de la fijación en el periodo nocturno (Cubero, 1983).

En algunas leguminosas ocurre que en ciertas fases hay una competencia por productos de la fotosíntesis entre los frutos y los nódulos, lo que trae como consecuencia una senescencia prematura de las hojas, antes que termine el llenado de grano, lo cual hace decaer la fijación de nitrógeno en un periodo crítico, al disminuir la fotosíntesis (Cubero, 1983).

4.13.3 AGROQUÍMICOS Y MICRONUTRIENTES.

Las semillas de leguminosas se tratan a menudo con insecticidas y fungicidas para protección contra insectos y microorganismos del

suelo, durante la germinación y el crecimiento temprano de la plántula.

En algunos casos se agregan además por conveniencia micronutrientes tales como, Molibdeno, Cobalto o Hierro de los que se requieren mínimas cantidades (Niftal, 1985).

Cuando se inocula las semillas tratadas químicamente, los rizobios pueden ser afectados adversamente por los productos aplicados. Como se requieren altas concentraciones de rizobios para inducir a una nodulación efectiva, la compatibilidad o supervivencia de los rizobios en la semilla inoculada es de gran importancia. Los agentes químicos constituidos por metales pesados como Mercurio, Plomo, Cobre o Zinc, son tóxicos para el rizobio y no compatibles con la inoculación, en tal caso se sugiere inocular al suelo, y no a la semilla.

La siguiente lista de agentes químicos orgánicos utilizados como fungicidas en semillas leguminosas son tóxicos para el rizobio.

Captán

Carboxín

Chloranil

PCNB

Thiabendazole

Tiram

Otros materiales tóxicos a las bacterias son los herbicidas (Holland et al, 1969)

4.13.4 pH DEL SUELO.

Frecuentemente se ha estudiado el efecto de los diferentes nive-

les de pH sobre la nodulación e infección, observándose que un bajo pH involucra efectos altamente tóxicos debido a la absorción de cantidades excesivas de Fe y Al. En contraste un pH elevado induce a la deficiencia de elementos menores como el Zn (Bergensen, 1970). Al parecer el Rhizobium se desarrolla con más éxito, cuando el pH del suelo gira alrededor de 6.4 - 7.2 (Herrero, 1981).

4.13.5 TEMPERATURA DEL SUELO.

La temperatura afecta en la raíz los niveles de infección y desarrollo del nódulo, así como, su longevidad y el nivel de fijación de nitrógeno de los nódulos (Bergensen, 1970) en el cultivo de garbanzo se hace muy notorio el daño (Dart et al, 1975).

La temperatura óptima es entre 20 ° C y 27 ° C y 30 ° C en leguminosas tropicales, por debajo de los 7 ° C o arriba de los 36 ° C se presentan fuertes daños (Vincent, 1972).

En experimentos con garbanzo haciendo crecer raíces a temperaturas de 15 ° C, 20 ° C, y 30 ° C e inoculadas. Se presentaron nódulos activos a las tres semanas a 20 ° C y 25 ° C y en cuatro semanas 15 ° C pero no fueron activos hasta las siete semanas a 30 ° C. No hubo formación de nódulos a 35 ° C, y las plantas se marchitaron (Dart et al, 1975).

4.13.6 HUMEDAD

Las condiciones de humedad del suelo afectan el movimiento de los rhizobios en el mismo, los niveles de infección de los pelos radiculares, el crecimiento y actividad del nódulo. La deficiencia de agua causa daños irreversibles al nódulo. El exceso de humedad

del suelo puede limitar la aereación, restringiendo el suministro de oxígeno para los nódulos (Bergensen, 1970).

Para una adecuada fijación simbiótica, la capacidad de retención de agua por el suelo, es entre un 60% y 70%. (Alexander, 1980).

4.14 NITROGENO.

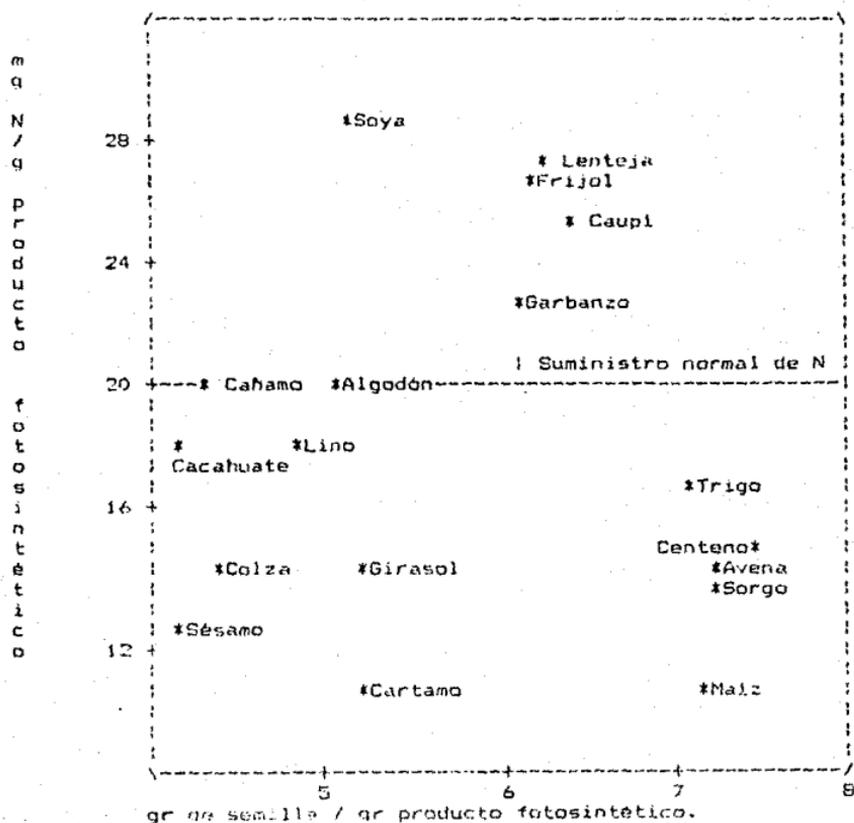
El nitrógeno es un gas inerte que constituye el 78% de la atmósfera. En los suelos agrícolas la fuente principal es la materia orgánica. Todo el nitrógeno del suelo proviene de la atmósfera a través de los procesos de fijación que producen las combinaciones con el H y O₂ (Thompson, 1962).

El nitrógeno es el elemento que con mayor frecuencia limita la producción de cultivos. La mayoría de las plantas absorben nitrógeno del suelo en sus formas NH₄⁺ y NO₃⁻; pueden tomar también pequeñas cantidades de la Urea, aminoácidos solubles en agua y ácidos nucleicos (Tisdale y Nelson, 1970; Jacob y Uexkull, 1964).

Es constituyente esencial de la materia viviente, y parte integral de la molécula de clorofila, vitaminas, alcaloides, hormonas, etc. Un suministro adecuado a las plantas se asocia con un crecimiento vegetativo vigoroso e intenso color verde (Tisdale y Nelson, 1970, Jacob y Uexkull, 1964).

El nitrógeno es uno de los principales nutrientes para las leguminosas como se muestra en la grafica No 1, en la que se presentan las necesidades de nitrógeno y la producción de semilla por unidad de producto fotosintetizado.

GRAFICA No 1. NECESIDADES DE NITROGENO Y PRODUCCION DE GRANO POR UNIDAD DE PRODUCTO FOTOSINTETIZADO.



La línea de trazos corresponde a la toma máxima de N de muchos cultivos 5 kg/Ha y la producción normal de productos fotosintetizados 250 Kg/Ha día.

Los cultivos por arriba de los 20 mg de N/g de producto fotosintetizado exigen una cantidad de nitrógeno superior a la que pueden extraer del suelo (Cubero, 1983); de la anterior gráfica se puede inducir que la fijación simbiótica del nitrógeno no es suficiente para satisfacer las necesidades de las leguminosas, e incluso del garbanzo. Parece pues, que una pequeña dosis de nitrógeno en las etapas de desarrollo inicial de las leguminosas puede ser útil para la producción de cosechas (Niftal, 1985; Cubero, 1983 y Vega, 1986).

Las plantas que crecen en un medio con deficiencias de nitrógeno se desarrollan lentamente, son raquíticas y de color amarillo pálido; la fructificación y la floración son prematuras y defectuosas (Tisdale y Nelson 1970; Jacob y Uexkull, 1964).

Por el contrario un exceso de nitrógeno prolonga el crecimiento vegetativo, la madurez de frutos y semillas, produce tejidos esponjosos débiles y de color verde oscuro, el sistema radicular crece poco y es inefectivo (Jacob y Uexkull, 1964).

También se asocia con plantas susceptibles al ataque de insectos y enfermedades (Tisdale y Nelson, 1970).

4.15. FOSFORO.

Las fuentes principales del fósforo son la roca fosforada, los gusanos de aver marinos, la hidroxiapatita y la fluorapatita.

El fósforo es también un nutriente esencial para el crecimiento

y desarrollo de las plantas. Ocupa el segundo lugar en importancia después del nitrógeno, por la frecuencia con que limita la producción de cultivos, por lo que se debe de suministrar como fertilizante en cualesquiera de sus formas (Mendoza, 1976).

El fósforo es constituyente de muchos compuestos esenciales como ácidos nucleicos, fitina, fosfolípidos y azúcares fosforilados.

El abastecimiento de fósforo debe ser en el período de desarrollo inicial de las plantas; es indispensable en la formación de las partes reproductivas, estimula el desarrollo radicular, ayudando así, en el establecimiento rápido de las plantas; ayuda a la madurez temprana de los cultivos, especialmente de los cereales, aumenta la relación grano - paja (Vega, 1986).

El Fósforo aplicado a las leguminosas activa al Rhizobium y ayuda a la formación de los nódulos, favoreciendo así, a la fijación simbiótica de nitrógeno, en este caso el efecto es más sobre la bacteria, que sobre la propia planta; cuando no existe compatibilidad en la simbiosis su efecto es contrario (Freire, 1976).

El mismo autor menciona que se observa una marcada respuesta a la aplicación de fósforo en las leguminosas, lo que concuerda con lo mencionado por Ortega (1976) y Palacios (1978) respecto al efecto estimulador del fósforo en la simbiosis.

Las deficiencias de fósforo se presentan en las hojas donde se observa una coloración púrpura, gris azulosa y un bronceado que se torna color oscuro en cuanto más se acentúa la deficiencia (Vega, 1986).

4.16. POTASIO.

Las fuentes principales del Potasio como tal, son dos minerales

micaseos. La muscovita y la biotita y dos feldespatos: La ortoclasa y la microclina (Vega, 1986).

Este elemento es extraído en cada cosecha en una proporción muy alta; no es un constituyente esencial de los tejidos vegetales.

El Potasio es considerado como una sal inorgánica, pero tiene funciones básicas como: impartir vigor a las plantas y ayudar a la resistencia contra enfermedades, produce rigidez en gramíneas, coadyuva en la producción de proteínas de las plantas, aumentar el tamaño de granos, colabora en la formación y transporte de almidones, azúcares y aceites, mejora la calidad de los frutos y ayuda a la formación de tubérculos (N.P.F.I., 1975).

En las leguminosas la deficiencia de Potasio se manifiesta principalmente en reducción del crecimiento, lo cual se traduce en la fijación total de nitrógeno, aunque también puede afectar la formación de los nódulos.

4.17. TRABAJOS DE INVESTIGACION SOBRE FERTILIZACION E INOCULACION EN EL CULTIVO DE GARBANZO.

Diversos trabajos de investigación en inoculación y fertilización han demostrado resultados satisfactorios en el cultivo de garbanzo (Cicer arietinum L.), en lo que se refiere a la obtención de incremento en el rendimiento de grano, dichos resultados han sido obtenidos en México y otros países como la India, siendo este último quien ha realizado más experimentos en este importante cultivo.

A continuación se presentan algunos de los trabajos más sobresalientes.

Herrero (1981), en Sonora encontró que al aplicar 120 kg. de N/Ha se obtenían los mejores rendimientos en garbanzo con calidad de

exportación, así mismo, encontró que al inocular la semilla, sin haber fertilizado, el rendimiento era equiparable a la aplicación de 50 Kg. de N/Ha; parece extraordinariamente elevada la dosis de 120 Kg. de N/Ha, ya que en tales condiciones puede ocurrir una inhibición de las bacterias simbióticas, y así, perder la cualidad de fijar el nitrógeno atmosférico.

CIAB (1979), al probar en dos comunidades de Jalisco, varias dosis de fertilización con Nitrógeno, encontró que en La Barca y en La Capilla los máximos rendimientos se obtuvieron con las dosis 40 y 80 kg/Ha respectivamente para cada comunidad e igualmente ocurrió con la aplicación de fósforo 40 y 80 Kg/Ha.

La guía de asistencia técnica agrícola 1978 - 1979 del Valle de Colliacán (CIAPAN), recomienda inocular la semilla cuando se siembre y aplicar además 40 Kg de N/Ha, después de un cultivo agotador como sorgo (CIAPAN, 1979).

En la Costa de Herolesillo, además de inocular la semilla se recomienda aplicar 40 a 50 Kg. de N/Ha cuando se siembre garbanzo después de trigo. Cuando se trata la semilla con altas dosis de captan o PCNB, se recomienda usar 135 Kg. de N/Ha (Armenta, 1983).

La guía para cultivar garbanzo porquero de riego en Guanajuato recomienda no inocular la semilla ni fertilizar, dado que al parecer no se ha encontrado respuesta a dichos tratamientos (Andrade, 1981).

Shaktwat (1987) en la India, después de probar varias dosis de fertilización en garbanzo, encontró que 32 kg. de fósforo/Ha producía los más altos rendimientos; fertilizaciones mayores no pro-

dujeron respuesta.

Khandkar (1986), encontró buena respuesta a la adición de 10 - 60 - 00 al trabajar en la India en un suelo de tipo Vertisol durante la época invernal.

Rawal, (1986), encontró respuesta satisfactoria en rendimiento al aplicar N P y K en dosis de 40 - 60 - 20; esta coincide con una que nosotros manejamos en el experimento.

En Pakistán, Nazir (1984) obtuvo altos rendimientos en grano con la dosis 75 - 125 - 00.

En Hyderabad, India el garbanzo sembrado después de arroz, obtuvo respuesta a la inoculación, con un incremento en la nodulación, fijación de nitrógeno y rendimiento de grano. Las plantas sin inocular no formaron nódulos. El rendimiento en inoculados resultó el mismo que cuando se aplicó 150 Kg de N/Ha, indicando que la fijación en plantas noduladas fué adecuada (Armenta, 1983).

En algunas áreas de la India e Israel el garbanzo responde significativamente a la inoculación, mientras que en otras áreas no hay respuesta. La presencia de cepas efectivas en el suelo puede ser la justificación.

La respuesta a aplicaciones de fertilizantes fosfatado en garbanzo ha sido notable en campo. En suelos de aluvión de Bihar, Punjab, Haryana, Uttar Pradesh, Oeste de Bengala y Rajasthan el incremento de la producción en el cultivo ha sido del 20% al 30%, con la fertilización fosfatada en dosis de 54 a 67 Kg de P₂O₅/ha. En un experimento efectuado en la India, se encontró las aplicaciones de 50 a 75 Kg P₂O₅/Ha fueron los mejores tratamientos para el rendimiento de grano en todos los ensayos (Saxena y Yadav,

V. MATERIALES Y METODOS.

5.1 LOCALIZACION DE TERRENO EXPERIMENTAL.

La fase experimental del presente estudio se realizó durante el ciclo Otoño - Invierno de 1989; en el municipio de Cuernavaca, Gto.

Dicho Municipio, se encuentra al Suroeste del Estado de Guanajuato; ubicado entre los paralelos 20o 31' y 20o 27' Lat. Norte y los meridianos 101o 41' Long. Oeste; con una altitud de 1265 m.s.n.m. (Canchola, 1969); una precipitación de 600 - 800 mm anuales y temperatura media anual mayor de 18o C.

5.2 EXTENSION TERRITORIAL.

El municipio de Cuernavaca posee una extensión territorial de 337 Km² (Canchola, 1969).

5.3 LIMITES.

Lo circundan y limitan: al norte los Municipios de Cd. Manuel Doblado y Romita, limitados por la banda derecha del Rio Turbio; al Oriente el mismo Rio Turbio y el municipio de Abasolo al sur y oeste, el Municipio de Cd. Manuel Doblado (Canchola, 1969).

5.4 CLIMA.

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1973), el clima de esta localidad es semicálido subhúmedo (menor humedad). Con lluvias en verano, el menos húmedo con porcentaje de lluvia invernal menor de 5mm (A)C(Wo)(w)a(i)g.

5.5 SUELO.

Por su origen los suelos predominantes en la región son de dos tipos:

Los de origen de aluvial y los desarrollados a partir de la roca o material que los sustenta.

De acuerdo a la clasificación de los diferentes unidades de suelo FAO/UNESCO (1968), encontramos que el suelo es de Tipo Vertisol, de textura arcillosa y pesada que se agrieta notablemente cuando se seca.

5.6 MATERIALES.

5.6.1 SEMILLA.

La semilla utilizada en el experimento es la variedad "Cal Grande", esta corresponde al grupo de garbanzo comúnmente conocido como porquero. La semilla no fue certificada, ya que provino de la cosecha anterior.

5.6.2 LA PARCELA EXPERIMENTAL.

La parcela experimental la conforma un terreno de 30 m x 32 m, es decir, de 960 m², las unidades experimentales son de 6.0 m x 3.20 m., siendo 19.20m²/unidades; la distancia entre surcos de 0.80 m y 0.10 m = 0.15m entre plantas.

5.6.3 EL FERTILIZANTE.

En el caso de Nitrogeno se eligió la fuente en base a los estudios realizados para no afectar la actividad de Rhizobium, y esta fué la Urea, ya que las formas nítricas producen la rápida senescencia del nódulo, y de Fósforo el superfosfato de Calcio Simple y para el Potasio el Cloruro de Potasio.

Fuentes	Concentración
UREA	46% de Nitrógeno
SPDS	18% de Fósforo
ECI	60% de Potasio

5.6.4 EL INOCULANTE.

El inoculante utilizado fue Rhizobiel, producido por la empresa Hiramex S.A. de C.V. de Durango, Dgo.

El inoculante después de ser adquirido, se trasladó para su mejor conservación en recipientes térmicos que lo mantuvieran a temperaturas bajas, hasta el momento de su uso.

5.6.5 MUESTREO DE SUELO.

Para los análisis que nos dieron las condiciones edáficas que presentaba el suelo antes del experimento.

5.6.6 UTENSILIOS.

Tractor, desvaradora, rastra de disco, arado de rejas, picos, palas, azadón, bolsas de plástico, costales, malla de alambre, tijeras para cortar alambre, báscula, bomba de 2" para riego, maniguera de lona, libreta de campo, cinta métrica.

5.7 ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.

5.7.1 ELECCION DE LA PARCELA EXPERIMENTAL.

La primera parte de este trabajo de investigación consistió en una adecuada elección de la parcela experimental, la que debía cumplir ciertos requisitos, para así poder obtener resultados más satisfactorios.

Antes que nada el Área de trabajo debía cumplir con requisitos de tipo climático para el buen desarrollo del cultivo. Era indispensable también que el terreno no hubiera sido cultivado con gan-

banzo por lo menos 10 años atrás, para evitar la competencia de las cepas de Rhizobium nativas con las adicionadas mediante el inoculante, y así, obtener los mejores resultados. La parcela no ha sido cultivada con garbanzo desde hace 20 años, los cultivos que antecedieron fueron gramíneas como sorgo, trigo y maíz.

El tipo de suelo, según lo reporta en la bibliografía es adecuado para nuestro cultivo, que tiene cierta predilección por los de origen aluvial profundos.

5.7.2 MUESTREO DE SUELO.

Para conocer algunas características edáficas de la parcela experimental se realizaron análisis de suelo, para lo cual se eligieron las metodologías adecuadas para las diversas determinaciones al igual que el muestreo.

El Muestreo se realizó mediante el método sugerido por Rega, conocido como Muestreo Sistemático en dos dimensiones, por la particularidad de ser utilizada en suelos homogéneos, además es un método bastante práctico.

Durante el muestreo se cubaron 9 pozos, que se muestrearon a tres profundidades: de 0-20 cm., 20-40 cm., y 40-60 cm.; se mezclaron las muestras de cada profundidad y se obtuvo una muestra compuesta.

Para efectuar un muestreo, no hay criterio perfectamente establecido que defina el número de sitios a muestrear, Toyar (1984) dice que la cantidad de sitios a muestrear está en función del elemento que se vaya a evaluar.

S.7.3 CUADRO No.(5) ANALISIS DEL SUELO A 3 DIFERENTES
 PROFUNDIDADES (0-20, 20-40, y 40-60 cm.)

DETERMINACION		PROFUNDIDAD			Clasifi- cacion	METODOLOGIA UTILIZADA
		0-20	20-40	40-60		
N	%	0.08	0.07	0.06	muy pobre	Kjeldehal
P	Kg/Ha	13.2	16.8	20.6	mediano pobre	Bray P-1
K	Kg/Ha	902.4	849.6	1120.8	extremado pobre	Acetato de Amon 1 N. pH 7
Ca	Kg/Ha	8856.8	9763.3	9715.2	extremado rico	Acetato de Amon 1 N. pH 7
Mg	Kg/Ha	1838.4	1638.4	2192.4	extremado rico	Acetato de Amon 1 N. pH 7
M.O.	%	1.6	1.4	1.2	pobre	Wallley and Black
Ph	1/2	6.4	6.7	6.7	ligero acido	Potenciometro de la riega 1/2
Arena	%	17	15	15	S.	Hidrometro de Bouyoucos modificado
Limo	%	28.7	28.7	26.7	arcilloso	por Day
Arcilla	%	54.3	56.3	58.3		

5.7.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.

De acuerdo al diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones: el arreglo factorial consiste en un 4 x 2 completo, y la prueba de Tukey para la separación de medias (Cadena, 1989).

5.7.5 TRATAMIENTOS.

Tratamientos

1. Testigo o control
2. Inoculado
3. Fertilización
4. Interacción de fertilizado + inoculado

Dosis

- I 00-00-00
- II 00-40-10
- III 40-60-20
- IV 60-80-30

Interacciones

- V Inoculado + 00-00-00
- VI Inoculado + 00-40-10
- VII Inoculado + 40-60-20
- VIII Inoculado + 60-80-30

5.7.6 DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL.

Previamente establecido el diseño experimental de Bloques Completos al Azar y el arreglo factorial sugerido por Cadena (1989), se efectuó la distribución de los trataminetos a las unidades experimentales.

Como se muestra en el Cuadro No. 6.

CUADRO No. 6 CROQUIS DE DISTRIBUCION EN LA PARCELA EXPERIMENTAL.
DISEÑO BLOQUES COMPLETOS AL AZAR.

Tratamientos

B	I	1	4	3	7	5	6	8	2
L	II	8	5	1	2	6	4	7	3
O	III	6	4	8	5	3	7	2	1
U	IV	4	1	7	6	3	5	3	8
E									
S									

5.7.7 PREPARACION DEL TERRENO.

La preparación del terreno de siembra consistió en desvarar los residuos de la cosecha anterior; posteriormente un barbecho, dándose tres pasos de rastra para lograr dejar el suelo lo más mullido posible, facilitando así el contacto con la semilla y ayudando a la germinación; hecho lo anterior se llevó a cabo la formación de los surcos a una distancia de 0.80 m., así mismo, se procedió manualmente a delimitar las unidades experimentales.

3.7.6 PRUEBAS DE GERMINACION.

Para poder trabajar con mayor seguridad se llevaron a cabo pruebas de germinacion con tres lotes de 100 semillas cada uno, tomadas al azar; el parámetro utilizado como indicador de la germinación fue el inicio de la emisión radicular. Observándose lo siguiente:

CUADRO No. 7 PRUEBAS DE GERMINACION DE LA SEMILLA DE GARRANZO EN TRES LOTES DE 100 SEMILLAS. (10-Nov-1989).

Día	Lote #1 NUMERO	Lote #2 DE	Lote #3 SEMILLAS GERMINADAS
13	94	71	71
14	3	- 0 -	- 0 -
15	1	23	23
TOTAL	98	94	94
% Germinación	98	94	94

Se observa que el número de semillas germinadas es mayor a 90, es decir, un 95% lo cual indica que el % de germinación es excelente considerando que el mínimo requerido para cualquier semilla es de

80%.

5.7.9 INOCULACION.

La inoculación de la semilla se hizo poco antes de la siembra durante la noche, de esta manera evitamos que los rhizobios sufrieran daños por los rayos del sol o bien por altas temperaturas. La cantidad de inoculante aplicado fué de 55 gramos en 3 kilogramos de semilla.

5.7.10 SIEMERA.

La siembra se realizó el 13 y 14 de noviembre de 1989, dividiéndose en 2 etapas para mayor seguridad de la semilla inoculada. La primera correspondió a los testigos y tratamientos fertilizados únicamente, por eso se hizo de día sin ninguna restricción; la segunda etapa de la siembra fue hecha en la noche, esto correspondió a los tratamientos inoculado e inoculado más fertilizados. La densidad de siembra utilizada fue de 70 kg/Ha, depositando 4 semillas por golpe.

5.7.11 FERTILIZACION.

La fertilización con fósforo se realizó durante el primer riego, el Nitrógeno y Potasio durante la siembra. Las dosis empleadas fueron 00-40-10, 40-60-20, 60-80-30 y 00-00-00-(testigo).

Cantidad de fertilizante aplicada en la parcela experimental

Nitrógeno: 3.53 Kg de Urea (46%).

Fosforo : 12.82 Kg de Superfosfato de Calcio Simple (20%).

Potasio : 1.53 Kg de Cloruro de Potasio (60%)

Cantidad de fertilizante aplicada por unidad experimental:

- I Testigo (00-00-00)
- II 00(N)-304g(P)-32g(K)
- III 167g(N)-578g(P)-64g(K)
- IV 250g(N)-768g(P)-96g(K)
- V Inoculado + 00-00-00
- VI Inoculado + 00(N)-304g(P)-32g(K)
- VII Inoculado + 167g(N)-578g(P)-64g(K)
- VIII Inoculado + 250g(N)-768g(P)-96g(K)

5.7.12. RIEGO.

Se realizaron dos riegos uno antes de la siembra y el otro se realizó al mes. Con el primer riego se pretendió dejar al suelo en buenas condiciones de humedad para la germinación adecuada de la semilla al momento de la siembra. El segundo riego lo llamamos de auxilio para que la planta tuviera la humedad necesaria un mejor desarrollo para sobrevivir a las bajas temperaturas y ,asi mismo, para un buen desarrollo del cultivo.

El gasto por riego fue de 47.5 m³/960m².

5.7.13. LABORES CULTURALES.

Se llevó a cabo el cercado de la parcela con malla de alambre, para evitar daños por animales ,que pudieron afectar la producción.

5.7.14. COSECHA.

La cosecha se llevó a cabo los días 27,28 y 29 de marzo, manualmente. El indicador de cosecha fue el cambio de coloración verde a verde amarillo de la planta. Como lo recomienda Bátiz (1926).

VI. RESULTADOS

Con base en el análisis de varianza, los resultados obtenidos son estadísticamente significativos, para la mayoría de los tratamientos; en los casos de interacción fertilizado más inoculación, la prueba de separación de medias de Tukey 0.05 (Cuadro no. 9) muestra que los más altos rendimientos de grano se obtienen con los tratamientos inoculado + 40 - 60 - 20, casualmente esta dosis de fertilización coincide con la utilizada por Rawal (1984), quien obtuvo buen rendimiento en grano; le sigue la dosis inoculado + 00- 40- 10; entre los tratamientos inoculado + 60- 80- 30, inoculado + 00- 00- 00 y la sola fertilización con 60- 80- 30 no existe diferencia estadística, finalmente las dosis de fertilización 00 - 40 - 10, 40 - 60 - 20 y 00 - 00 - 00 (testigo), son las que presentan los más bajos rendimientos; al graficar los diferentes tratamientos con el promedio que producen (cuadro no.9), se observa claramente la existencia de 3 diferentes grupos, definidos de la siguiente manera:

GRUPO 1: Tratamientos inoculado + 40 - 60 - 20, inoculado + 00 - 40 - 10 e inoculado + 60 - 80 - 30; producen los mayores rendimientos en grano.

GRUPO 2: Tratamientos inoculados + 00 - 00 - 00 y fertilización 60 - 80 - 30, diferentes a los tratamientos anteriores pero sin diferencias estadísticas entre si.

GRUPO 3: Tratamientos de fertilización 00-40-10, 40-60-20 y 00 - 00 - 00 (testigo), en este grupo se obtuvieron los más bajos rendimientos y sin diferencia estadística entre ellos.

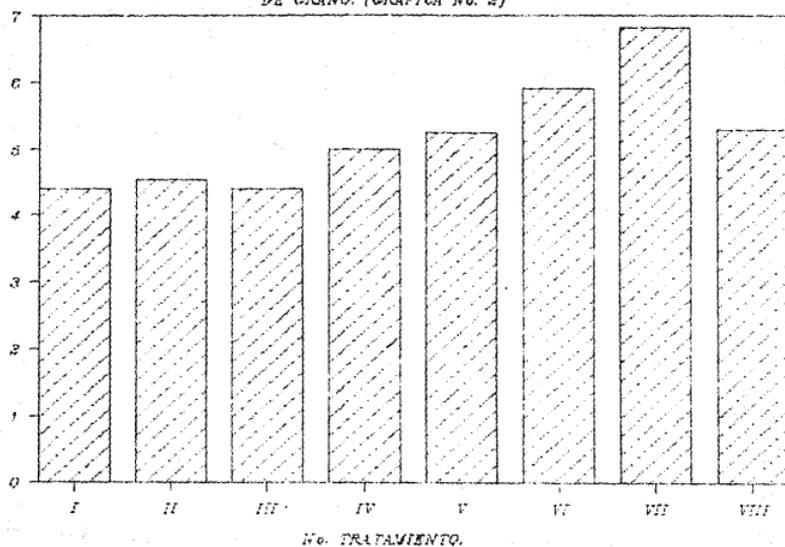
Estos resultados son producto de la experimentación realizada en campo y serán discutidos y analizados en el capítulo correspondiente.

CUADRO No.(8). Análisis de varianza para rendimiento en grano en el cultivo de garbanzo

P. V .	G. L.	S. C.	C. M.	F ^o	F. T.	
					05	01
TRATS	7	19.52	2.79	139.5	2.49	2.02
BLOQUES	3	0.08	0.03	1.5		
ERROR	21	0.45	0.02			
TOTAL	31	20.05	2.84			

EFFECTO DE TRATAMIENTO SOBRE RENDIMIENTO

DE GRANO. (GRAFICA No. 2)



VII. ANALISIS DE RESULTADOS

El cuadro no. (9) indica diferencia estadística significativa para los tratamientos inoculado + 40- 60- 20, inoculado + 00- 40-10 e inoculado + 60 - 20 - 20.

Analizando por separado, tenemos que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos antes mencionados, lo que indica como dosis óptima al tratamiento inoculado + 40 - 60 - 20, de aquí se infiere que, efectivamente las dosis bajas de Nitrógeno producen efectos estimuladores en el cultivo de las leguminosas, en etapas de desarrollo inicial Niftal (1985), Cubero (1983), así mismo, el fósforo tiene vital importancia para las funciones del Rhizobium, más que para la planta misma; respecto al potasio, se puede decir que, cuando lo hay en grandes cantidades en los suelos de México, gran parte se encuentra en formas lentamente provechables; al parecer su provisión resultó muy útil para el garbanzo.

El tratamiento inoculado + 60 - 00 - 30 no presentó diferencia estadística con los tratamientos inoculado + 00 - 00 - 00 y fertilizado 60 - 00 - 30 esto se puede atribuir a que la dosis de Nitrógeno resultó alta e inhibió el proceso de fijación simbiótica, es posible también la existencia de un proceso antagónico entre nitrógeno y fósforo debido a que la cantidad suministrada pudo ser alta; en el tratamiento de inoculación sola el problema radica en la falta de los nutrientes señalados, cuyas funciones son fundamentales en las leguminosas, esto se reduce en una considerable baja en el rendimiento. Por otra parte, los tratamientos de fertilización 00 - 40 - 10, 40 - 60 - 20 y 00-00-00

presentan diferencias estadísticas con los anteriores tratamientos pero no entre ellos, lo que muestra la gran importancia de la inoculación cuando el suelo no puede proveer cantidades suficientes de rizobios para la simbiosis *fraxobium-leguminosa*; en el promedio los rendimientos más bajos guardan cierta relación con las dosis más bajas dichos resultados nos sugieren que la sola fertilización y la sola inoculación no proporcionan suficientemente el Nitrógeno que el garbanzo requiere, ya que los mejores resultados se obtuvieron con la interacción fertilización más inoculación.

Finalmente podemos decir que el experimento se condujo con la mayor corrección posible, no obstante existieron problemas fuera de nuestro control como una helada negra en el mes de diciembre, de la cual el garbanzo se repuso en forma excelente, por lo tanto la descartamos como posible factor de error, también se presentó un severo daño por el ataque de roedores; principalmente tuzas, rata de campo y ardillas en la fase final de maduración de grano, siendo esta etapa en la que resulta incosteable aplicar un método de control, por esta razón nos vimos en la necesidad de cosechar cuando en promedio un 5% del grano presentaba un ligero contenido de humedad, cabe mencionar que el grano se encontraba en plena madurez fisiológica, por lo que estimamos había acumulado ya el total de materia seca, y bastaría dejarlo al sol por una semana, para que perdiera la mayor cantidad posible de humedad, descartamos este particular como una posible causa de error. La cuestión fitosanitaria referente a plagas de insectos y enfermedades no provocó limitaciones, que causarían daño al cultivo, aún sin haber

aplicado cualesquiera de los métodos de control; además, de ser necesario el control de alguna plaga o enfermedad, no se hubiera aplicado agroquímico alguno para su control, ya que esto afectaría la actividad del Khizobium, por lo que se provee que el control sea Biológico o Integral.

CUADRO No. 13) Prueba de separación de medias (TUKEY) para el rendimiento en grano del cultivo de garbanzo.

No. de Orden	Número de Tratamiento	Dosis de Fertilización	Medidas Kg / U.F.	Separación de Medias #
1	VII	INOC+40-60-20	6.82	a
2	VI	INOC+00-40-10	5.91	b
3	VIII	INOC+60-80-30	5.30	c
4	V	INOC+00-00-00	5.24	cd
5	IV	60-80-30	4.99	cde
6	II	00-40-10	4.53	f
7	III	40-60-20	4.41	fg
8	I	00-00-00	4.41	fgh

Medidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y en base al análisis de varianza concluimos lo siguiente:

1. Los mejores resultados se obtienen con los tratamientos fertilizado + inoculación, particularmente; inoculado + 40 - 60 - 20, e inoculado + 00 - 40 - 10, cumpliéndose así la segunda hipótesis planteada en el presente trabajo.
2. Estadísticamente los tratamientos de fertilización e inoculación sola, presentan diferencias, sin embargo, en el promedio los rendimientos no superan al cultivo tradicional de garbanzo.
3. Resulta evidente que el garbanzo no satisface sus requerimientos nutrimentales con los residuos que toma del suelo, por esta razón existe respuesta satisfactoria a la interacción de fertilizado + inoculación.
4. El garbanzo no satisface sus requerimientos de nitrógeno mediante la fijación simbiótica en condiciones de cultivo tradicional, por ello existe respuesta a fertilización nitrogenada.
5. Por los resultados obtenidos consideramos que el cultivo de garbanzo en forma tecnificada puede ser una buena opción para la región del Bajío, ya que bajo cultivo tradicional no muestra realmente su capacidad potencial.
6. El presente trabajo es de carácter preeliminar, y da la pauta para posteriores investigaciones en el cultivo de garbanzo. Por lo tanto se recomienda que se incremente la investigación en

diversas áreas de la región del Bajo, buscando aumentar el rendimiento mediante tratamientos que incluyan fertilización e inoculación.

BIBLIOGRAFIA

1. Agrosintesis. 1986. informe especial Garbanzo: Producto de exportación. Una visión empresarial de la agricultura, la ganadería y la agro-industria. Publicación mensual de editorial año dos mil, Vol. 17 num. 2. febrero 1986. México pag. 18, 19, 22-25, 26, 28, 29.
2. Agencia Internacional de Desarrollo. Inoculación de leguminosas con bacterias. Departamento de agricultura de los E.U.A. División de investigaciones sobre la conservación de suelo y agua. Servicio de investigaciones agrícolas. México/Buenos Aires. Boletín num. 2003.
3. Alexander, M. 1980. Fijación simbiótica del nitrógeno en introducción a la microbiología del suelo. trad. de la 2a. edición por J.J. Peña Cabrales Ed. AGT Editor S.A. México pp.305
4. Andrade Arias E. 1981. Guía para cultivar garbanzo blanco de exportación en condiciones de riego en el centro y sur de Guanajuato. SARH, INIA, CIAB, México. Folleto 8195.
5. 1981. Guía para cultivar garbanzo porquero de riego en Guanajuato. México. Folleto 7486. pp. 24
6. Anónimo. 1963. Garbanzo Memorandum técnico no. 195 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.
7. Armenta Bojorquez, A. D. 1983. Fertilización e Inoculación con Rhizobium y Endomycorriza (V-A) en garbanzo blanco (Cicer arietinum L.) en suelo de NW de México. tesis profesional. UNAM, México, Méx.

8. Estiz, P.F. 1936. Cultivo de garbanzo en Sinaloa. Boletín de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo, México.
9. Beard, B.H. y Knowles, P.F. 1973. Soybean research in California. University of California. Division of Agricultural Sciences, California Agricultural Experimental Station. Bulletin 662.
10. Bergersen, I. 1970. Root-nodules of legumes: structure and functions. Australia.
11. Bergoy 1985. Manual de bacteriología determinativa de Bergoy. 9a. edición. Hawai, E.U.
12. Brady, N.C. y Baccaman, H.O. 1970. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simón, S.A. Barcelona. 2a. edición.
13. Cadena, A. 1989. Diversas comunicaciones personales., Chapinque, Mex.
14. Canchola Cortés, J.V. 1989. Nacimiento y desarrollo de un Pueblo. Cuernámaro, Cuernámaro, Eto. México.
15. CIAPAN, 1979. Guía para la asistencia técnica agrícola (1978 - 1979) del Valle de Culiacán, México.
16. Crispín Mediana, A. y López García, H. 1976. El garbanzo: Un cultivo importante en México. SAG/IBIA. México. Folleto No. 56. Pag. 7 y 8.
17. Cronquis A. (1977) Introducción a la Botánica 2a. Ed.. Editorial Continental Mexico pp. 848.
18. Cubero, J.I., Moreno, M.t. 1983. Leguminosas de grano. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
19. Dart et al 1975. The root nodule symbiosis of chickpea and pigeonpea. In: ICRI SAT. International workshop on grain legumes. Bangalore Hyderabad, India. pags. 65-68.

20. FAO/UNESCO, 1968. Descripción de la leyenda de la carta edafológicas. Unidades del suelo del Sistema FAO/UNESCO.
21. Freire, J. 1976. Inoculation of soybean IPACRO UFRGS. Porto Alegre, R.S. Brasil.
22. Gaceta del Colegio del Bajío, 1967. Los municipios de Guanajuato G.C.B. Sobretiro Mayo-Junio #3 pp.5
23. Gómez Garza, R.M. 1984. El cultivo de garbanzo blanco en el Centro de Sinaloa, México. Folleto 9618.
24. Herrero González R.J. 1981. Respuesta del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) a la inoculación, a la edición de N y P bajo dos rotaciones de cultivo en la Costa de Hermosillo, Son. Tesis profesional Chapingo. Mex.
25. Holland, A.A., Street, J.E. y Williams, W.A. 1969. Rango-Legume, inoculation and nitrogen fixation by root-nodule bacteria. University of California. Division of Agricultural Sciences. California Agricultural Experiment Station. Bulletin 842. Pags. 3, 8, 12 - 15.
26. Hurtado Zamora, M.A. 1988. Efecto de diferentes biocidas sobre la asociación Rhizobium - Leguminosas. Tesis profesional UNAM, Mex.
27. INEGI, 1985. Síntesis Geográfica del Edo. de Guanajuato. Secretaría de Programación y Presupuestos. Mex.
28. INIA. 1978. Garbanzo. Importancia de los cultivos de frijol, garbanzo y lenteja. Campo Experimental Bajío, México. Folleto 5395.
29. INIA, CIAB. 1986. Principales cultivos de la región del Bajío. 2a. edición. Mex.
30. Jacob, A. y Ueskull, H. Von. 1964. Fertilización: Nutrición

abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. de la 1ª. ed. en alemán por E. López Martínez de Alva. 2ª. ed. Hannover: Verlagsgesellschaft für Ackerbau mbH. Pags. 47 - 50.

31. Khandkar, V.R.; Shinde, D.A.; Kondalka, V.G.; Jain, N.K. 1986. Respuesta de garbanzo de Bengal (*Cicer arietinum* L) a la fertilización con N y P en un vertisol bajo condiciones de temporal. Journal of of the Indian. Society of Soil Science (1986) 34(4) 803 - 805 (En 2 ref.) (12 tab) Nehru Krishi Vidyalaya, regional Res. Sta.; Mandasaur, Madhya Pradesh 458001. India.

32. La Rue Patterson, 1981. Advances in agronomy, 34:15636 y P.S., Nutman. 1981. Hannaford, Waite Agricultural Research Inst. Australia.

33. Laumont, P. y A. Chevessus. 1956. Note sur pamelioration du pois chiche en Algérie. Institut Agricola D' Algérie.

34. León Garró, A. 1954. Manual de agricultura. Técnica de la producción vegetal. Salvat editores. S.A. Barcelona-Madrid. Pags. 69-63, 550.

35. Mateo - Box, J.M. 1961. Leguminosas de grano. Ed. Salvat. Barcelona - Madrid.

36. Mendoza Mendoza, S. 1976. Fertilización de tres genotipos de sorgo para grano en dos rotaciones de cultivo, en el Valle del Yaqui. Son. Tesis profesional. Chapingo, Mex. E.N.A. Pag. 10

37. National Plant Food Institute. 1975. Manual de fertilizantes. Ed. Limusa. Mexico.

38. Nair, N.S.; Jintar, M.H.; Ghazanfar Ali. 1984. Estudio nutricional en garbanzo. Pakistan Journal of Agricultural Research (1984) 5(3) 179-182 (en 12 Ref.). Univ. of Agric. Faisalab Pakis-

- tan.
39. Niftal, 1985. Inoculantes para leguminosas y su uso. Servicio de fertilizantes y nutrición de la FGO. Dirección de fomento de tierras y aguas. O.N.U. Unidad para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
 40. D.N. Allen and Ethal. 1983. The leguminosae. A source Book of characteristics, uses, and nodulation, The university of Wisconsin Press. International Workshop on Chickpea Improvement, International crops. Researchs Institute for the semiarid tropics, ICRISAT patan Churv. P.O. Andra. Pradesh 502324 India, Hyderabad, India 29 Feb. - 2 Mar. 1979.
 41. Ortega, T.E. 1976. Aplicación de inoculantes a las semillas para siembra de leguminosas. Seminario. INIA, México. Inédito.
 42. Palacios. M.S. 1989. Diversas comunicaciones personales. UNAM, México.
 43. Rawal, D.R. Bansal. P.F. 1986. Requerimientos de fertilización en garbanzo de la India bajo condiciones de zona árida en el campo, en el distrito de Alvar. Legume research (1986) 9(2) 106-107 (En & ref.) Agric. Res. Sta. Duroapura, Jaipur, Rajastan India.
 44. Robles, S.R. 1981. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa 2a. Ed. Méx. Pags. 469 - 499.
 45. SARH, INIA, CIAB. 1985. Programa Nacional Agrícola ciclo Otoño - Invierno, México.
 46. SARH, INIA, 1982. Ciclo de cultivo. Mexico.
 47. SARH, INIA, CIAB. 1981. Logros y Aportaciones de la Investigación agrícola en el estado de Guanajuato. Mexico.
 48. Semena, M.C. and Yadab, D.S. 1975. Some agronomic considera-

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- tion of pigeonpeas and Chickpeas. In: ICRISAT International Workshop on grain legumes. Begumpet Hyderabad, India Pags. 51 - 61.
49. Selman, A., Washman. 1962. Soil Microbiology. John Wiley and Sons Inc., New York, Chapman and Hall, limited. London.
50. S.E.P. 1985. Manuales para educación agropecuaria. Frijol, chicharo. México.
51. Shaktawat, M.S., Sharma, R.K. 1975. Respuesta de variedades de garbanzo a la densidad de siembra y adición de fosforo, Indian Journal of agronomy (1985) 30(3) (387-390) (en 1 ref.) Dep. of Agron. Agric. Res. Sta. Jaipur Rajasthan, India.
52. Steel, G.D. Robert, T.H.J. 1986. Bioestadística. Principios y procedimientos. M.C. Graw-hill, 2a. Ed. México.
53. Thompson, R.K. Jackson, E.B. and Gebert, J.R. 1976. Irrigated wheat production response to water and nitrogen fertilizer. Tucson, the University of Arizona. College of agriculture. Agricultural Experiment Station. (Technical Bulletin 229).
54. Tisdale, S L. y Nelson, W.L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. de la 1a. Ed. en Inglés por Jorge Balasch y Carmen Pifa. Barcelona, Montaner y Simón Pags. 77 - 83, 85 - 86 III, 138.
55. TOvar, T.A. 1984. Diversas comunicaciones personales F E S. Cuautitlán México.
56. Van Der Maesen, I.J.G. 1972. Cicer L., a monograph of the genus, with special reference to the Chickpea (Cicer arietinum L.) it's ecology and cultivatic. Mogeninger. Nederland. Medede-ligen. Lang Bouwhogeschool. Pag. 217 - 219, 221, 224 - 226.
57. Vavilov, N.I. 1951. The origin, variation, immunity and

- breeding of cultivated plants. Chronica Botanica. Waltham, Mass.
58. Varquez, M.M. 1989. Efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre la nodulación, fijación de Nitrógeno y rendimiento en variedad de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Tesis Profesional F E S Cuautitlán México.
59. Vega, R.E.J. 1986. Apuntes de suelos F E S Cuautitlán México
60. _____, 1989. Diversas comunicaciones personales. F E S Cuautitlán, México.
61. Velázquez, O.J. 1988. Evaluación de la fijación simbiótica de Nitrógeno en 120 genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y su factibilidad económica mediante la inoculación con Rhizobium phaseoli. Tesis profesional. F E S Cuautitlán, Mex.
62. Vicent, J.M. 1972. Root-nodule. Symbiosis with Rhizobium the biology of Nitrogen fixation. A Duispel. North Holland Research. Vol. I. Pags. 226.
63. Whyte, R.D. et al. 1972. Las leguminosas en la agricultura. FAO. Roma

APENDICE .

FIGURA N^o I. Localización del Municipio de Cuernámaro en el Estado de Guanajuato.

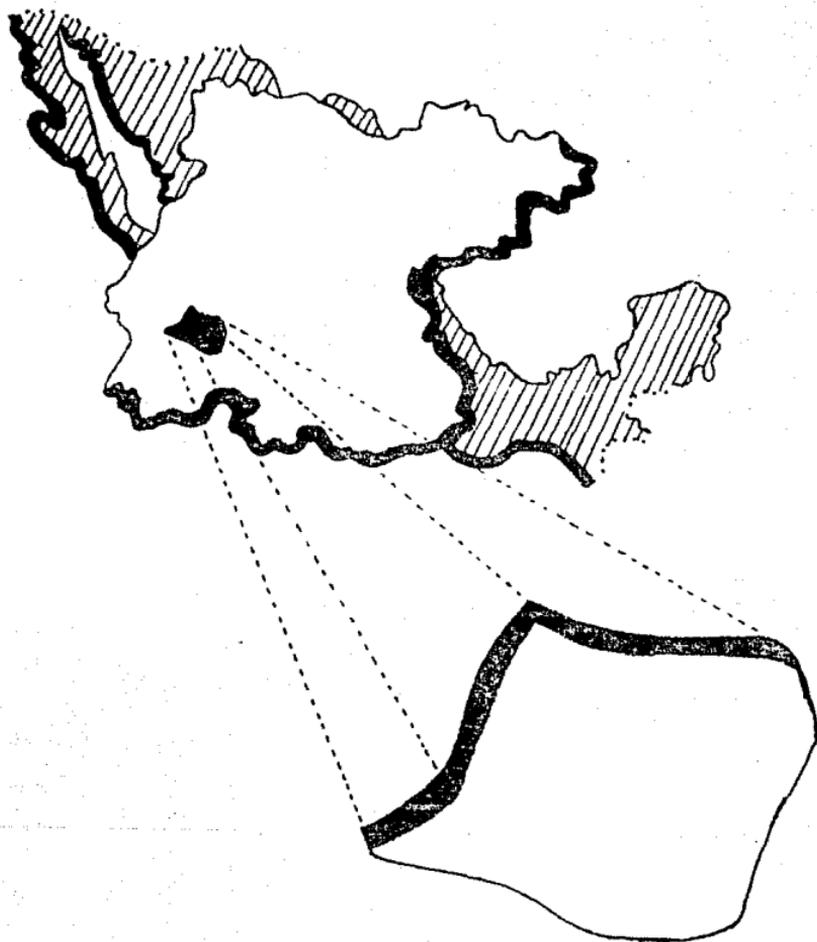


FIGURA N° 2. Localización del Estado de Guanajuato.

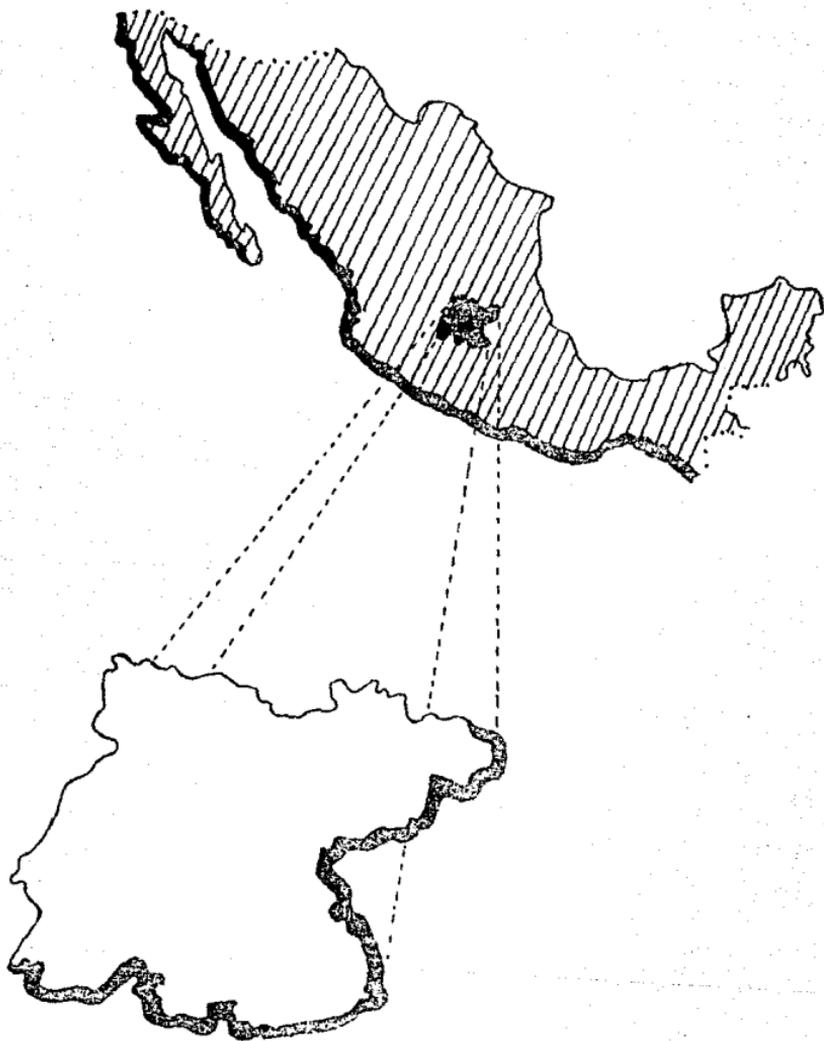


FIGURA N° 3. Localización del Municipio de Cuernámaro, Gto.

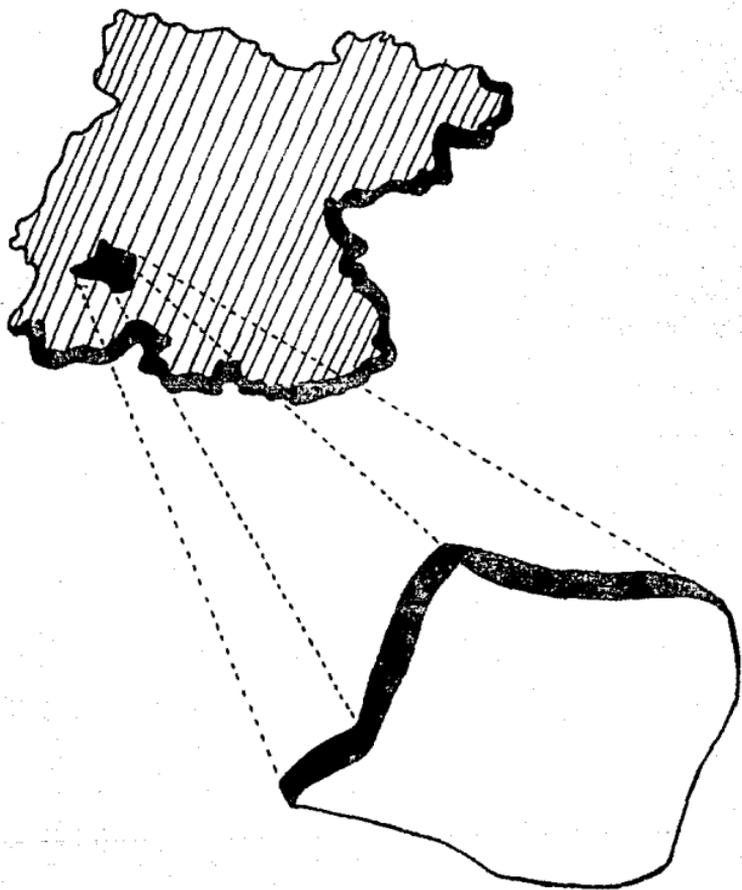


FIGURA N° 4. Límites del Municipio de Guernámaro.

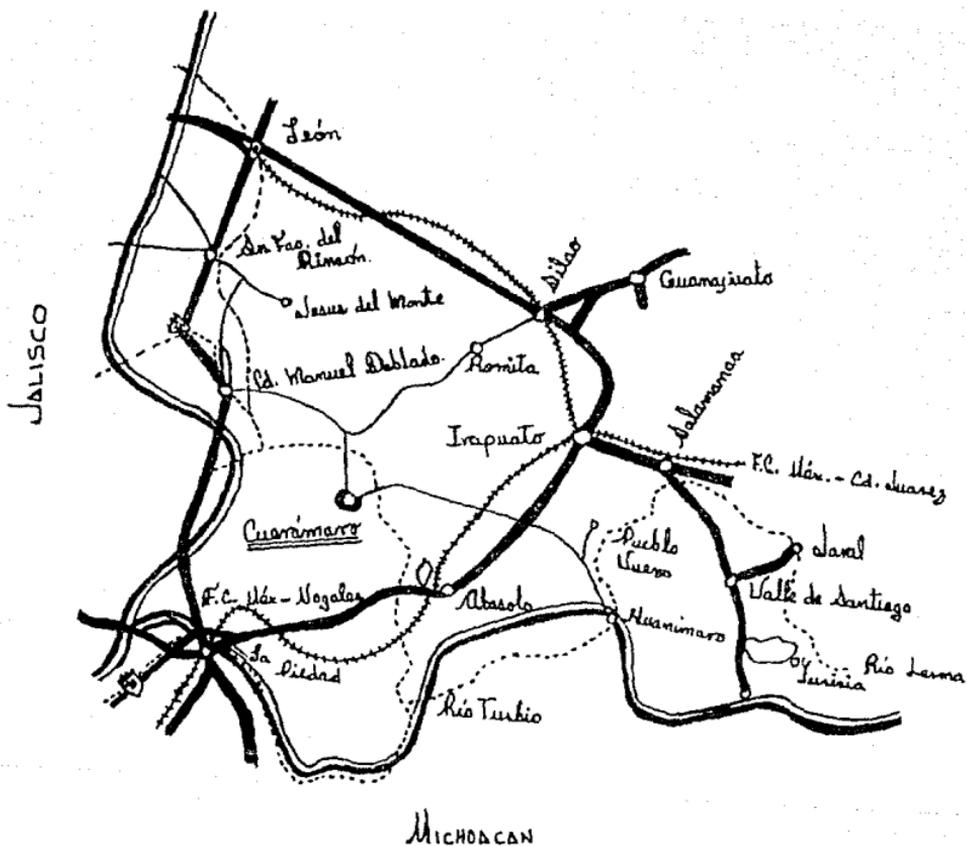


FIGURA N° 5. Ubicación del Area Experimental.

